



**LA CONSTRUCCION DE LA FÍSICA MODERNA
EN LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DEL SIGLO XVIII:
OBRAS, AUTORES Y PÚBLICOS.**

Tesis doctoral

Universitat de València

Departamento de Historia de la Ciencia y
Documentación. Instituto Interuniversitario
López Piñero

Programa de doctorado: Historia de la Ciencia y Comunicación Científica

Presentada por:
Margarita García de Cortázar
Nebreda
Dirigida por:
Pedro Ruíz Castell y Víctor Navarro Brotons

Valencia, enero de 2023

Agradecimientos

Quisiera expresar mi agradecimiento a todas las personas e instituciones que con su ayuda y apoyo han contribuido a que esta tesis llegue finalmente a su término. No puedo sino nombrar a aquellos con los que mi deuda es mayor. No están todos los que son, pero son todos los que están. Entre ellos figuran, por supuesto mis directores. A Pedro Ruiz le debo las orientaciones y sugerencias sobre su estructura y contenido, así como sus recomendaciones en cuanto a la presentación de los capítulos y el ensamblaje entre ellos y, lo que es más importante, el haber estado ahí siempre que lo he necesitado. Mi deuda con Víctor Navarro es inmensa: ha puesto a mi disposición sus enormes conocimientos sobre el tema y su propia biblioteca, así como su persona; he tenido el privilegio de dialogar a menudo con él, intercambiando puntos de vista, discutiendo interpretaciones, argumentando resultados. No me puedo olvidar de Enric Novella, por lo que él sabe. Ni de la comunidad del Instituto Interuniversitario López Piñero, donde empezó esta andadura.

Enric Dolz me ha escuchado, soportado, leído y señalado la multitud de deslices e incoherencias de mi escrito. Ramón de la Rocha ha contribuido con toda la eficacia de sus conocimientos a que mi ignorancia informática no se transparentara en la presentación formal de esta tesis.

Watson: "But you spoke just now of observation and deduction. Surely the one to some extent implies the other".

Holmes: "Why, hardly".

The sign of four. Sir Arthur Conan Doyle.

"Hoc inter nos et Tuscos, quibus summa est fulgurum persequendorum scientia, interest; nos putamus, quia nubes collisae sunt, fulmina emitti; ipsi existimant nubes collidi ut fulmina emittantur; nam, cum omnia ad deum referant, in ea opinione sunt tamquam non, quia facta sunt, significant, sed quia significatura sunt, fiant"

*Naturalium quaestiuum, lib. II, 32.
Lucius Annaei Senecae.*

ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
Abreviaturas.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
1. Finalidad y objetivos de la tesis.	10
2. Filosofía natural, física experimental y ciencias físico-matemáticas.....	12
3. El programa newtoniano.	17
4. Objetivos.....	22
5. Marco temporal.....	26
6. Pertinencia de la tesis.....	27
7. Estructura de la tesis.	29
8. Metodología.	32
CAPÍTULO I: De la filosofía natural a la física: primeros pasos.	34
1. Introducción.	34
2. El germen de la nueva física: los <i>novatores</i> y la filosofía moderna.	35
3. Filosofía racional, natural, metafísica y moral de Juan Bautista Berni (1705-1738).	39
3.1 Una obra para todos.....	39
3.2 Objeto de la física. Formas de alcanzar el conocimiento de la naturaleza. La experiencia.	41
3.3 Movimiento.	47
3.4 El continuo: lugar y tiempo.	48
3.5 Otras propiedades generales.	49
3.6 Física particular. Los cuerpos celestes y los elementos.	52
3.7 Física escolástica con toques de modernidad.	55
3.8 Insuficiencia de la obra de Berni.	56
4. Antonio María Herrero: un declarado cartesiano.	58
4.1 Declaración de intenciones. Los sentidos y el juicio.	61
4.2 Los discursos.....	63
4.2.1 De la naturaleza, existencia y principios de los cuerpos.	64
4.2.2 El movimiento y sus propiedades.....	67

4.2.3 “De la dureza, blandura, resorte, ductilidad y sictilidad de los cuerpos”...	70
4.2.4 Gravedad.....	72
4.2.5 Otras propiedades de los cuerpos.	73
4.3 Un proyecto inacabado.....	74
5. La física a mediados de siglo: <i>Física moderna, racional y experimental</i> (1745) de Andrés Piquer.....	80
5.1 Tratado primero: Física en general. Experiencia y razón.....	82
5.2 Los sistemas: Descartes, Gassendi y Newton.	86
5.3 Principios compositivos de la materia. La opinión del autor.	88
5.4 Tratado tercero: el movimiento. La gravedad. Los fluidos.	92
5.5 Los elementos y sus meteoros.....	100
5.6 La circulación del conocimiento en la obra de Piquer: influencias y apropiaciones.....	103
5.7 Mucho Descartes y poco Newton.....	107
6. Recapitulación: ¿Física moderna? A modo de conclusión.....	112

CAPÍTULO II: Feijoo y su influencia en la opinión pública. Su labor pedagógica.

.....	121
1. Introducción.	121
2. El fenómeno Feijoo. Popularidad de su discurso.....	122
3. El autor y su obra	124
4. Pensamiento y actitudes filosóficas. Eclecticismo y escepticismo.....	128
5. Feijoo y la filosofía experimental.	131
6. Física: temas y opiniones.	138
6.1 Los filósofos modernos: Descartes y Gassendi.....	142
6.2 Materia y forma. Composición de los cuerpos.....	144
6.3 Las matemáticas en la obra de Feijoo.	146
6.4 Astronomía.	151
6.5 El conflicto con Copérnico.....	152
6.6 Hacia Newton.....	158
6.6.1 La gravedad.	158
6.6.2 Flujo y reflujo	160
6.6.3 Forma de la Tierra.	161
6.6.4 La luz.	162
6.6.5 Aceptación del sistema de Newton.....	165
7. Recepción de la obra de Feijoo.....	172
7.1 El Padre Sarmiento.....	173
7.2 Antitheatro y Demonstracion.	174

8. El medio es el mensaje.....	191
9. El lector modelo.....	195
10. A modo de recapitulación.	197
CAPÍTULO III: Publicaciones periódicas. 1ª Etapa (1738-1759).....	203
1. Introducción.....	203
2. Nacimiento y desarrollo de las publicaciones periódicas en España.....	204
3. Rasgos distintivos de la prensa española.....	205
3.1 El sujeto “público”.....	206
3.2 Restricciones, obstáculos, ligaduras.....	208
3.3 La carcoma de la precariedad.....	211
4. La prensa como vector de circulación del conocimiento científico.....	213
5. Cabeceras objeto de estudio.....	217
6. Una primera etapa: los inicios. De 1737 a 1759. Crítica literaria y economía política.	218
6.1 Diario de los Literatos de España: fundadores, apoyos institucionales, adversarios.....	219
6.1.1 Fuentes literarias del <i>Diario de los Literatos de España</i>	223
6.1.2 Obras extractadas. Novedades literarias.....	226
6.1.3 Modalidades de extensión de la cultura moderna.....	229
6.1.4 El Diario de los Literatos de España, cronista de la vida intelectual española (1737-1738).	231
6.1.4.1 Elogio de la vernácula.....	231
6.1.4.2 Una crítica despiadada en guante de seda.....	232
6.1.4.3 Una ciencia trasnochada.	234
6.1.4.4 Contra el aristotelismo.....	235
6.1.4.5 Flagelo de la ignorancia y adalid de la modernidad.	243
6.1.4.6 Disputas. Colaboradores.	247
6.1.5 Los periódicos extranjeros y la circulación del conocimiento.	251
6.1.5.1 El <i>Journal</i> de los jesuitas.	251
6.1.5.2 <i>Acta Eruditorum</i>	253
6.1.6 Las aportaciones del <i>Diario</i> a la circulación del conocimiento.....	254
6.2 <i>Discursos Mercuriales</i> de Enrique de Graef.....	256
6.2.1 El dios alado del comercio.	257
6.2.2 Ciencia, comercio y economía.	259
6.2.3 La senda del progreso.....	261
6.3 <i>Diario noticioso, curioso, erudito y comercial público y económico</i>	262
6.3.1 Plan de la obra.	264

6.3.2 Fuentes de Nipho.	267
6.3.2.1 <i>Cyclopaedia</i>	268
6.3.3 La ciencia popular.	269
6.3.3.1 Los cuatro elementos, ¿versión popular?	271
6.3.4 La aportación de Nipho.	275
7. Prensa y ciencia (1738-1759).	279

CAPÍTULO IV: Las ciencias físico-matemáticas. Jorge Juan y sus *Observaciones*.

.....	281
1. Introducción.	281
2. Las ciencias físico-matemáticas. El papel de las matemáticas en el estudio de la naturaleza.	283
3. Jorge Juan y Santacilia: años de formación.	288
4. El periplo ecuatorial: rito de pasaje.	293
5. La expedición geodésica hispano-francesa.	295
6. Las <i>Observaciones</i> y sus destinatarios.	298
6.1 Un texto para todos: el lector profano.	301
6.1.1 Intervención del P. Burriel.	303
6.1.2 La <i>Introducción</i>	304
6.1.2.1 A favor del elipsoide achatado.	305
6.1.2.2 Partidarios de la figura oblonga.	308
6.1.2.3 La disputa.	311
6.1.2.4 La expedición.	312
6.1.3 Los capítulos iniciales de los distintos libros. <i>Observaciones</i> y experiencias.	314
6.1.3.1 La dilatación de los metales.	315
6.1.3.2 Experiencias del barómetro.	317
6.1.3.3 La velocidad del sonido.	323
6.2 El discurso experto.	325
6.2.1 Tratado de astronomía práctica.	326
6.2.2 Un tratado instrumental: sin instrumentos no hay ciencia.	330
6.2.3 Un tratado matemático: sin matemáticas no hay ciencia.	333
6.2.4 Corrección de yerros: instrumentos y cartas de navegación.	334
6.2.5 La figura de la Tierra.	337
7. Repercusión de la obra.	343
7.1 El objeto material.	343
7.2 La expedición en la prensa.	344
7.3 El mundo académico.	349

7.4 Eco en España.	351
8. La <i>episteme</i> de la ciencia moderna.	354
9. Objeto, texto, autor.....	361
10. Ciencia newtoniana en acción.....	364

CAPÍTULO V: Matemáticas y Física en las instituciones jesuíticas: El Seminario de Nobles de Madrid. 370

1. Introducción.	370
2. La educación en España en el siglo XVIII.	373
2.1 Las enseñanzas medias.....	376
2.2 Estudios superiores.....	378
3. La Ciencia de los jesuitas.....	378
3.1 Las ciencias matemáticas en la Compañía.	381
3.2 Filosofía natural y matemáticas en la educación jesuítica.	383
3.3 El criterio de experiencia y su transformación.	385
3.4 La física experimental en la Compañía. Su enseñanza.	386
4. Real Seminario de Nobles de Madrid.	389
5. Conclusiones Matemáticas.....	394
5.1 Conclusiones de matemáticas de 1748.....	397
5.2 Conclusiones matemáticas 1751.	405
5.3 Conclusiones matemáticas 1757 y de 1760.....	406
5.4 Exámenes anuales de los años sesenta.	408
6. Matemáticas en el Seminario de Nobles de Madrid.	409
7. Filosofía natural en el Seminario.	410
7.1 Conclusiones de la Antigua y Nueva Filosofía, 1751.	410
7.2 Theses Philosophicae atque Systema Phisicum experimentale, 1754.....	414
8. Física experimental en el Real Seminario de Nobles.....	417
8.1. La obra de Nollet.....	418
8.2 La traducción de Zacagnini.	421
8.3 El discurso de la física experimental: la elección de los jesuitas.	423
8.3.1 La atracción gravitatoria.	425
8.4 La estructura y organización de las <i>Lecciones</i>	429
8.5 Docencia y divulgación en el Seminario de Nobles de Madrid.	431
8.5.1 Certámenes de física experimental en el Seminario de Nobles de Madrid.	433
8.5.1.1 Conclusiones del año 1757.	434
8.5.1.2 <i>Conclusiones</i> del año 1760.	441
9. La física experimental en el Seminario: ¿entretenimiento, espectáculo, avanzadilla,	

ensayo, instrucción?	450
10.- Conclusiones.....	454
CAPÍTULO VI: un modesto “reino newtoniano”.....	457
1. La obra de Benito Bails.	459
2. Principios de Matemáticas.	462
3. <i>Elementos de Matemáticas</i>	463
3.1 Bails traductor. Los <i>prólogos</i>	465
3.2 La física en los <i>Elementos</i>	468
3.2.1 Volumen IV: Dinámica y Estática.....	469
3.2.1.1 Leyes del movimiento.....	472
3.2.1.2 Composición y descomposición de fuerzas. Momentos.	473
3.2.1.3 Centros de gravedad. Principio de D’Alembert.	474
3.2.1.4 Comunicación del movimiento.	477
3.2.1.5 Péndulos. Movimiento de oscilación. Movimiento circular. Movimiento de proyectiles.	478
3.2.1.6 Movimiento de rotación.	480
3.2.1.7 Movimiento en medios resistentes.....	483
3.2.1.8 Fuerzas vivas.....	484
3.2.1.9 Rozamiento.	486
3.2.1.10 La ciencia del movimiento en los <i>Elementos</i> de Bails.....	487
3.2.2 Algo más que Mecánica.....	489
3.2.2.1 Hidrodinámica.	490
3.2.2.2 Óptica.	494
3.2.2.3 Astronomía.....	495
3.2.2.3.1 Astronomía observacional.	496
3.2.2.3.2 El sistema de Copérnico.	499
3.2.2.3.3 Astronomía física.	501
3.2.2.4 Geografía.	503
3.2.2.5 Astros, fluidos, colores y nuestro globo bajo la batuta newtoniana... 505	
4. La autoría de los <i>Elementos de Matemáticas</i>	506
5. La proyección pública de la obra de Bails: Principio de matemáticas y <i>Elementos de Matemáticas</i>	508
6. Filosofía natural, ciencias físico-matemáticas y física experimental.....	511
6.1 Filosofía natural y física experimental.	512
6.2 Matemáticas y física.....	517
7. La enseñanza de la Física a fines del setecientos.....	520
7.1 Reales Estudios de San Isidro.....	521

7.2 Seminario de Nobles de Madrid.	522
7.3 Universidades. El caso de la Universidad de Valencia.	523
7.4 Colegio de San Hermenegildo de Sevilla.	526
8. Las ciencias físicas al servicio del desarrollo económico: su aplicación a la industria y el comercio.	527
8.1 Real Seminario patriótico vascongado.	528
8.2 La Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.	531
9. Las ciencias físico-matemáticas al servicio del Estado.	534
10. Progresos y regresiones.	540
11. Conclusión.	544
CAPÍTULO VII: Publicaciones periódicas del siglo XVIII. 2ª Etapa.	548
1. Una segunda etapa: el apogeo.	548
2. Memorial Literario instructivo y curiosos de la Corte de Madrid, ...	549
2.1 Colaboradores.	550
2.2 Reseñas y crítica literaria.	553
2.3 Física en el <i>Memorial</i>	555
2.4 Contra el escolasticismo.	559
2.5 La física newtoniana en los centros religiosos de enseñanza.	564
2.6 Matemáticas en el Memorial.	570
2.7 El <i>Memorial</i> y la defensa de la ciencia moderna.	571
3. Correo de Madrid o de los Ciegos.	573
3.1 Los corresponsales y el escolasticismo. Roselli de nuevo.	575
3.2 El <i>Correo</i> y la física experimental.	579
3.3 Las fuentes científicas del <i>Correo</i>	581
3.4 Las ciencias físico-matemáticas.	585
3.5 La opinión pública y la circulación del conocimiento.	588
4. Espíritu de los mejores Diarios literarios que se publican en Europa.	590
4.1 Un periódico moderadamente ilustrado.	594
4.2 La ciencia del <i>Espíritu</i> y su compatibilidad con la religión.	597
4.3 La astronomía, favorita del <i>Espíritu</i>	599
4.4 Hablemos de Newton.	601
4.5 Reseñas tomadas en préstamo. La atracción gravitatoria.	602
4.6 La discrepancia en el <i>Espíritu</i>	605
4.6.1 Teoría de los cometas.	605
4.6.2 Naturaleza del Sol: luz, calor, electricidad y química.	608
4.6.3 La teoría de los colores newtoniana.	613
4.7 Colaboradores.	616

4.8 La ciencia en el <i>Espíritu</i>	618
5. Desenlace.	618
CONCLUSIONES.....	625
BIBLIOGRAFÍA.....	643

Abreviaturas.

<i>BNE</i>	<i>Biblioteca Nacional de España</i>
<i>CE:</i>	<i>Cartas eruditas y curiosas en que por la mayor parte se continúa el designio del Theatro critico universal impugnando o reduciendo a dudosas varias opiniones comunes.</i>
<i>CM:</i>	<i>Correo de Madrid (o de los Ciegos).</i>
<i>DLE:</i>	<i>Diario de los Literatos de España: en que se reducen a compendio los Escritos de los Autores Españoles, y se hace juicio de sus Obras, desde el año 1737.</i>
<i>DM:</i>	<i>Discursos mercuriales: memorias sobre la agricultura, marina, comercio, y artes liberales, y mecánicas.</i>
<i>DN:</i>	<i>Diario noticioso, curioso, erudito y comercial público y económico.</i>
<i>EMDLE:</i>	<i>Espíritu de los mejores Diarios literarios que se publican en Europa, dedicado a los Literatos y Curiosos de España.</i>
<i>ML:</i>	<i>Memorial Literario instructivo y curiosos de la Corte de Madrid.</i>
<i>HARS</i>	<i>Histoire de l'Académie Royal des Sciences avec les Mémoires</i>
<i>TC:</i>	<i>Theatro critico universal o discursos varios en todo genero de materias para desengaño de errores comunes.</i>

INTRODUCCIÓN.

1. Finalidad y objetivos de la tesis.

La finalidad de esta tesis es estudiar la apropiación de la física newtoniana en la España del siglo XVIII, a través de una serie de textos seleccionados¹. Se trata de un estudio que pretende comprender el proceso que llevó de la filosofía escolástica, imperante durante el primer tercio del setecientos, a un modesto “reino newtoniano”. En la historiografía de la ciencia se ha puesto de relieve la naturaleza social del conocimiento científico²; este enfoque ilumina aspectos tenidos hasta no hace mucho como irrelevantes³. Ninguna actividad humana es ajena a la sociedad en que se desarrolla y, en consecuencia, las formas que toma la construcción del conocimiento científico han de referirse a contextos locales que, en el caso de las sociedades europeas del setecientos, eran permeables a las transferencias culturales provenientes de su entorno⁴. Las teorías solo se convierten en

¹ Simplifico la física del siglo XVIII como “física newtoniana” o “física de raigambre newtoniana”, lo que no quiere decir que la investigación en el XVIII siguiera estrictamente las teorías newtonianas. Dice Peter M. Harman, *Energía, fuerza y materia. El desarrollo conceptual de la física del siglo XIX* (Madrid: Alianza editorial, 1990), 24 que “los desarrollos de la mecánica teórica en el siglo XVIII muestran un alejamiento significativo de los supuestos mecánicos y matemáticos de la filosofía natural de Newton; y la física de los «fluidos» imponderables, las sustancias activas y las formas anómalas de la materia, corriente en el siglo XVIII, contrasta con la teoría de la naturaleza de Newton, si bien es cierto que los escritos especulativos de Newton influyeron en la configuración de estas teorías físicas”. Análogamente, Clifford Truesdell, *Essays in the History of Mechanics* (Berlin: Springer, 1968), recuerda que la mecánica desarrollada por los Bernoulli, D'Alembert, Maupertuis y Euler no siguió estrictamente el programa newtoniano. Sobre la situación de la mecánica en el XVIII, Danilo Capecchi, *The Problem of the Motion of Solid Bodies. A Historical View of the Development of Classical Mechanics* (Cham: Springer International Publishing, 2014), 315: “Notwithstanding some important successes in the solution of various problems and the existence of some important principles, in the scientists of the period a general feeling of disappointment prevailed which gave rise to an effort to search for more simple and general principles. This effort began to have success in the second half of the XVIII century and led with Euler and Lagrange to a nearly finished form, respectively, of vectorial and analytical mechanics”.

² Recordemos que “A postpositivist understanding of science sought to comprehend it as a feature of human culture rather than as uniquely objective account of empirical reality”, William Clark, Jan Golinski, Simon Schaffer, *The Science in the Enlightened Europe* (Chicago: Chicago University Press, 1999), ix. El análisis de Bruno Latour de los hechos científicos como un proceso colectivo prescinde, sin embargo, de los factores exteriores, centrándose en la propia comunidad científica. *Ciencia en Acción* (Barcelona: Labor, 1992), 21-61.

³ Los cambios que se han producido en la comprensión de la ciencia desde puntos de vista históricos, filosóficos y sociológicos incluyen a la propia naturaleza histórica y, por tanto, contingente de la ciencia, así como a la diversidad de las disciplinas científicas, la producción ligada a condiciones locales, la inexistencia del método científico, la verdad científica circunstancial sustituida por credibilidad o la asociación de determinados valores –pericia, dedicación, altruismo, desinterés– a los científicos. Véase Steven Shapin, «Lowering the Tone in the History of Science: A Noble Calling», *Never Pure* (Baltimore: The John Hopkins University Press, 2010), 1-14: 5.

⁴ Un panorama a los programas constructivistas y a la teoría del “actor-network” de Bruno Latour, en Jan Golinski, *Making Natural Knowledge. Constructivism and the History of Science* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2005). Como dicen John Krige y Dominique Pestre, «Introducción» en John Krige, Dominique Pestre (eds.) *Science in the Twentieth Century* (Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 1997), xxi-xxii, “It is we too who build an object which we call science, who define its contour

conocimiento científico cuando son reconocidas y legitimadas por la sociedad, cuando pasan a formar parte del espacio público; para ello se hace necesario comunicar los hallazgos de forma convincente, venciendo si es necesario las resistencias iniciales. Como dice Steven Shapin, la comunicación es un elemento indispensable de la producción del conocimiento científico⁵. Una de las líneas de análisis de la sociología de la ciencia es precisamente el estudio de los eficaces mecanismos de transmisión del conocimiento científico, que se traducen en la aceptación y validación de sus formulaciones, más allá del entorno específico en que son planteadas. El acento puesto en las prácticas comunicativas, verbales o no, ha traído a los participantes en esos intercambios al primer plano, así como a los objetos intercambiados y a los modos que ha tomado la comunicación en diferentes momentos. De esta suerte, autores, públicos, prácticas, actividades de enseñanza, instituciones y establecimiento científicos, discursos y retóricas, impresores y libreros, constructores de instrumentos, divulgadores, etc., han pasado a formar parte de los estudios históricos sobre la ciencia, que han adoptado como propias algunas de las líneas abiertas por los sociólogos.

La profunda revisión que en la historiografía de la ciencia se ha hecho de la visión positivista del conocimiento científico, ha dado lugar a una multitud de trabajos que han ido incorporando nuevos elementos y perspectivas sobre cómo se construye ese conocimiento, quiénes lo elaboran y qué significados adquiere en los diferentes contextos sociales. La ciencia popular –en cuanto forma de conocimiento natural para el pueblo, del pueblo o por el pueblo–, por ejemplo, ha sido uno de los ingredientes que ha venido a formar parte del bagaje de los historiadores. Los propios conceptos de ciencia popular y popularización de la ciencia han sido objeto de exploraciones críticas, y dado lugar a debates sobre la categorización de esos estudios en el marco global de la historia de la ciencia⁶. James A. Secord, tras un repaso a las diversas orientaciones que ha tomado la

[...] but which could not conceivably exhaust what others would want to say about that which is defined and lived, collectively and contradictorily, as 'Science'. La "construcción de los hechos científicos" ha venido a sustituir al "descubrimiento de los hechos científicos". Ludwik Fleck, *La génesis y desarrollo de un hecho científico* (Madrid: Alianza Universidad, 1986). Bruno Latour Steve Woolgar, *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos* (Madrid: Alianza Universidad, 1995).

⁵ Steven Shapin, «Pump and Circumstance: Robert Boyle's literary technology», *Social Studies of Science* 14(4) (1984), 481-520: 481: "[...] speech about natural reality is a means of generating knowledge about reality, of securing assent to that knowledge, and of bounding domains of certain knowledge from areas of less certain standing".

⁶ La cuestión de la autonomía disciplinar de la historia de la ciencia popular respecto de la historia de la ciencia fue puesta en el foco del debate por Roger Cooter y Stephen Pumfrey en «Separate Spheres and Public Places: reflections on the History of Science Popularization and Science in Popular Culture», *History of Science*, 32 (1994), 237-267. Los artículos publicados en el monográfico «Historicizing "popular

historiografía de la ciencia, destaca su carácter fragmentado y la ausencia de un marco narrativo coherente que facilite su integración bajo un mismo paraguas disciplinario, lo suficientemente amplio para no invalidar las líneas de investigación existentes, y lo suficientemente flexible para no convertirlas en ortodoxia. La idea central de su planteamiento es considerar la elaboración del conocimiento científico como un acto comunicativo, borrando la distinción entre ambos, pero haciendo hincapié en las formas específicas que toma la comunicación en el ámbito de la ciencia, y en sus convenciones. El factor clave de las narraciones históricas sería la consideración del conocimiento científico como un conjunto de actividades prácticas, relativamente estables, que se han ido transmitiendo y han dejado tras sí una serie de elementos materiales⁷.

2. Filosofía natural, física experimental y ciencias físico-matemáticas.

En el siglo XVIII la identidad disciplinaria de lo que conocemos como filosofía natural, física experimental y ciencias físico-matemáticas no se encontraba bien establecida. La progresiva integración de las matemáticas aplicadas en la filosofía natural y la creciente supremacía del experimento, fueron transformando su faz, y de ser la física una ciencia que estudiaba los entes naturales en general, incluidos los seres vivos, pasó a centrarse en los fenómenos en que intervenían tan solo los no vivientes. La esencia de los objetos y las causas de las operaciones de la naturaleza se dejaron de lado, para ocuparse de averiguar cuáles eran las leyes que regían sus movimientos y las interacciones entre los cuerpos; la meta era formular mediante leyes —expresadas a ser posible matemáticamente— las regularidades observadas, abriendo así la esclusa que traería predicciones aplicables, en su momento, a la industria, la agricultura o la navegación.

Recordemos que, a pesar de la crítica que desde diversos frentes recibió el aristotelismo escolástico, en el siglo XVII la tradición peripatética constituía el marco fundamental de la formación filosófica, proporcionando un cuerpo organizado de doctrinas que interpretaban sistemáticamente la variedad de los fenómenos naturales, y mostraba la posibilidad de un relato coherente e inteligible de la naturaleza⁸. Pero otras

Science”», *Isis* 100, 2 (2009), 310-368, presentan una evaluación crítica de trayectoria histórica de los propios estudios históricos de la ciencia popular y la popularización de la ciencia, proponiendo nuevas perspectivas que tengan en cuenta las diferencias nacionales y disciplinares.

⁷ James A. Secord, «Knowledge in Transit», *Isis*, 95, 4 (2004), 654-672. No hace falta señalar el impacto de este ensayo que propone una reflexión profunda sobre las orientaciones futuras de la disciplina.

⁸ Roger Ariew and Alan Gabbey. «The scholastic background» en *The Cambridge History of Seventeenth Century Philosophy*. Daniel Garber and Michael Ayers (eds.) (Cambridge University Press: 2003), vol. I 425-509: 425.

visiones de la filosofía natural menos institucionalizadas, contendían con el paradigma oficial y aspiraban a su sustitución. Sin embargo, el objetivo común de las nuevas corrientes –prescindir del aristotelismo imperante y buscar nuevos caminos que satisficieran el deseo de un saber científico práctico– no convergieron en una nueva filosofía que enterrara definitivamente al peripato. La filosofía mecánica, que termina imponiéndose en el siglo XVII gracias al éxito que obtiene explicando los fenómenos del mundo físico, no forma sin embargo un cuerpo doctrinal único con el que se identifiquen todos los filósofos. Más bien es un conjunto de nuevas filosofías que tiene sus orígenes en la mecánica arquimedianas, las tradiciones médicas y químicas, el epicureísmo humanista, el voluntarismo escolástico y el nominalismo⁹. Ello no impidió que el núcleo esencial de la filosofía mecánica sobreviviera, y que terminara identificándose con la “nueva filosofía”. Para los mecanicistas del siglo XVII las explicaciones se tenían que basar en la materia, formada por partículas insensibles y pequeñas, y en su movimiento. Estas partículas –corpúsculos o átomos– se caracterizaban por su forma, tamaño e impenetrabilidad. Cualidades como el color, la figura, el olor, la viscosidad, la textura, la gravedad, el magnetismo, la dureza o la combustión, debían ser entendidas como el resultado de los movimientos o posición de corpúsculos individuales, o de configuraciones corpusculares. Este modelo explicativo, que podemos llamar estructural, era admitido generalmente por los mecanicistas que, sin embargo, diferían en cuanto a las características de esas partículas¹⁰. A mediados del siglo XVIII el cartesianismo se vio definitivamente eclipsado por el newtonianismo como modelo de explicación y de investigación científica. La existencia de acciones entre cuerpos físicos sin interpretación mecánica, y el abandono por parte de Newton de la investigación que no se derivara de los fenómenos, de la observación y de la experimentación, supuso la renuncia a investigar los mecanismos ocultos que se postulaban mediante hipótesis metafísicas sin fundamentación física. Newton insistió en que su meta no era hallar la causa de las fuerzas de atracción o su modo de actuar, sino describir las leyes y propiedades en términos matemáticos precisos; más que imaginar modelos mecánicos, el filósofo debería concentrarse en obtener certezas de los resultados experimentales. Si bien el autor de los

⁹ Stephen Menn, «The intellectual setting» *Ibid.*, 33-86: 74. Véase igualmente, Daniel Garber, Sophie Roux (eds.), *The Mechanization of Natural Philosophy* (Dordrecht: Springer, 2013).

¹⁰ Las explicaciones estructurales dan cuenta de las propiedades o comportamientos de una entidad compleja por medio de la estructura de la entidad, lo que da lugar a una explicación causal ya que dicha estructura es la causa de las propiedades del complejo, Steven Nadler, «Doctrines of explanation in late scholasticism and in the mechanical philosophy» *Ibid.*, 513-552: 523.

Principia no afirmó que la gravedad fuera una forma de acción a distancia y, de hecho, elaboró distintas teorías para explicar su actuación, tampoco comulgaba con la exigencia de que las fuerzas tenían que actuar mecánicamente mediante el movimiento e impacto de partículas diminutas, dejando abierta la causa subyacente a la gravedad, y sosteniendo que podían existir poderes en la naturaleza que no fueran reducibles en términos de materia, movimiento e impacto. A diferencia de Boyle, y del propio Descartes, Newton no creía que el único modo de explicación fuera el mecánico¹¹.

Las matemáticas, como la lógica, proporcionaban un conocimiento seguro siempre que se dieran por válidas las premisas en que se sustentaban; pero su eficacia como herramienta de comprensión del mundo natural estaba limitada a las apariencias, y no llegaba a profundizar en la esencia de las cosas. Puede que el libro de la naturaleza estuviera escrito en lenguaje matemático, y que los seres humanos fueran capaces de leerlo. Ahora bien, ¿se deducía de ello que obtuvieran de esa lectura algo más que una descripción? ¿Se podía sostener que mediante principios matemáticos se desvelaba la auténtica naturaleza de los fenómenos? Las ciencias físico-matemáticas estaban justificadas en lo que atañía a los entes artificiales, pero su estatus epistemológico respecto a los naturales era para muchos más que dudoso. ¿Y qué decir de la observación y la experimentación? Las sensaciones podían ser engañosas, los experimentos no reproducir fielmente las condiciones en que se daban en los fenómenos naturales –en realidad tenían muchas de las características de los artificios–, y la interpretación de las experiencias no era unánime. Los sentidos no constituían una guía sólida para alcanzar el conocimiento, y tampoco lo era la razón, embarazada de prejuicios y de lugares comunes. La interpretación de la naturaleza estaba restringida, en el mejor de los casos, a ciertos aspectos de las cosas, pero enmudecía frente a las verdades reveladas, de obligado acatamiento. El conflicto entre ciencia y religión no solo afectaba a las discrepancias filosóficas con las Sagradas Escrituras, o al papel que había de jugar la teología en las cuestiones de orden natural, afligía a unos hombres de profundas convicciones cristianas, perturbadas por los nuevos descubrimientos.

¹¹ Newton volvió en la *Óptica* a los éteres mecánicos, pero nunca se conformó con una explicación mecánica de la gravedad. Recuérdese que en el *Escolio* de los *Principia* dice: “ Pero no he podido todavía deducir a partir de los fenómenos las razones de estas propiedades de la gravedad, y yo no imagino hipótesis [...] Bien podríamos añadir ahora algo de cierto espíritu sutilísimo que atraviesa todos los cuerpos gruesos y permanece latente en ellos; por cuya fuerza y acciones las partículas de los cuerpos se atraen entre ellas”, Isaac Newton. *Principios matemáticos de la filosofía natural* (Madrid: Alianza Universidad, 1987), vol. II, 785.

Al igual que el newtonianismo, la física experimental presentaba diferentes modos de organización; su aproximación al conocimiento de la naturaleza se realizaba desde fundamentos y premisas que divergían en cuanto al alcance y certeza de sus resultados. La propia concepción del hecho experimental, los escenarios en que tenían lugar las prácticas experimentales, los protocolos seguidos por los experimentadores, la validez concedida a sus conclusiones, los usos que se hacían del experimento o la retórica legitimadora de su capacidad probatoria, distaban mucho de ser uniformes; al contrario, exhiben en el setecientos un marcado carácter local¹². El paradigma de texto experimental es para Heilbron la *Introductio ad philosophiam naturalem* (1762) de Peter van Musschenbroek, un texto que conoció un gran éxito y fue traducido al francés. Las numerosas gráficas y tablas que contiene el libro, facilitaban su comprensión y sintetizaban sus conclusiones.

La clasificación de las distintas ramas de la física sufrió cambios, como puede observarse en las secciones a las que se adscribían estas materias en las academias científicas. Heilbron pone el ejemplo de la Academia de San Petersburgo, que en 1746 trasladó la electricidad desde la sección de física, a la de las ciencias físico-matemáticas, junto con la óptica, el calor o la hidráulica. Estas fluctuaciones pueden observarse igualmente en la estructura y organización de las obras de otros autores, como Desaguliers, Nollet o Wolff¹³. Un ejemplo de la especialización de las ciencias puede verse también en la cosmografía que, inicialmente abarcaba el estudio de los cielos y de la Tierra. Posteriormente se configuró como cosmografía física, es decir, geografía y cosmografía matemática, en la que se incluyeron la astronomía y la geometría, auxiliar esta última de las dos anteriores en su dimensión teórica –trigonometría esférica, escala de medidas, cálculo de latitudes y longitudes, etc.–, y en su dimensión práctica –instrumentos, globos, mapas, etc.¹⁴.

En resumen, el estudio de la naturaleza basado en los principios aristotélicos fue cediendo su supremacía en favor de los nuevos objetos físicos, principios y métodos. A lo largo del siglo XVIII se mantuvieron las líneas de investigación basadas, por un lado,

¹² Guijarro Mora, *Los instrumentos de la ciencia...*, 30-34, clasifica los experimentos según las distintas modalidades que pueden tomar: matemática, de descubrimiento, de confirmación de hipótesis e ilustrativa. Christian Licoppe, en *La formation de la pratique scientifique. Le discours de l'expérience en France et en Angleterre (1630-1820)* (Paris: Éditions de la découverte 1996), recorre las distintas formas que tomó la práctica experimental en Francia e Inglaterra entre 1630 y 1820 y las técnicas literarias destinadas a persuadir de la realidad de los hechos y conclusiones manifestados en los experimentos.

¹³ J. L. Heilbron, «Experimental natural philosophy», en G.S. Rousseau, Roy Porter (eds), *The Ferment of knowledge* (Cambridge: Cambridge University Press, 1980), 357-387: 365.

¹⁴ Eric G. Forbes, «Mathematical Cosmography», *Ibid.*, 417-448.

en el modelo de la ciencia matemática de los *Principia* y, por otro, en el tratamiento experimental y especulativo de la *Óptica*, con la inclusión de fuerzas, principios activos y un éter sutil¹⁵. A estos itinerarios que, a grandes rasgos, tomó la exploración de la naturaleza, es a lo que llamo física de raigambre newtoniana, con todas las cautelas que supone el hecho de adscribir las diversas tentativas de la física moderna a los modelos que terminaron imponiéndose.

Las características que hoy se atribuyen a una disciplina estaban tan solo en germen en el setecientos, y competían con otros modos de encarar el estudio de la naturaleza. La historiografía moderna ha insistido en que no se puede hablar propiamente de física, en el sentido que la entendemos actualmente, sino a partir del siglo XIX, cuando se produce una convergencia y una unificación entre las ciencias físico-matemáticas y los métodos experimentales. Es entonces cuando los fenómenos eléctricos, magnéticos, ópticos y calóricos se tratan como modelos mecánicos y analíticos y se expresan mediante ecuaciones. La emergencia del concepto de energía como elemento integrador llevó al abandono de los fluidos imponderables, mediante los cuales se explicaban en el setecientos las interacciones de la materia¹⁶. En ese sentido sostiene Peter Dear que la ciencia como modelo del conocimiento de la naturaleza, tal y como lo concebimos hoy en día, es el resultado de un proceso de profesionalización que se fue desarrollando a lo largo del siglo ochocientos. Su capacidad para poner al servicio de los seres humanos las operaciones de los entes y fenómenos naturales, y una epistemología cuantitativa y matemática, cuyos orígenes estarían en Bacon y Newton, respectivamente, constituyen según Dear su piedra angular¹⁷. La física que se configura como disciplina en el siglo

¹⁵ Peter M. Harman, *Energía, fuerza y materia. El desarrollo conceptual de la física del siglo XIX* (Madrid: Alianza editorial, 1990), 28.

¹⁶ Harman, *Energía, fuerza y materia...*, 13-25. Para Jed Z. Buchwald, Sungook Hong, a finales del siglo XIX se podría definir la física como “general science of matter and energy, exclusive of the properties by which specific substances may combine to form new substances (i.e. chemistry)”, «Physics», en David Cahan (ed.) *From Natural Philosophy to the Sciences. Writing the History of Nineteenth-Century Science* (Utha: University of Chicago Press, 2003), 163.

¹⁷ Peter Dear, *Discipline and experience. The mathematical way in the Scientific Revolution* (Chicago: The University Press, 1995), 1. Para Dear, la enseñanza reglada de las ciencias, las certificaciones que acreditan su conocimiento, los lugares en que se practica –laboratorios, universidades, instituciones–, las redes disciplinares que conectan a sus profesionales fueron un producto del XIX. En el mismo sentido caracterizan otros autores lo que se entiende por disciplina: un cuerpo de conocimientos, un conjunto de cuestiones, problemas y métodos, un marco institucional, una comunidad de practicantes sometidos voluntariamente a una metodología, la invención de una genealogía, una tradición y reconocimiento propio, un lenguaje común, un discurso y unas formas literarias reconocibles, una estructura normativa y un control social. En concreto, el proceso de constitución de la física como disciplina estuvo orientado por las prácticas de enseñanza, los manuales y la producción y distribución editorial, el estudio y la lectura, todo ello moldeado y propiciado por la comunicación internacional. Véase Josep Simon, *Communicating physics. The production, circulation and appropriation of Ganot's textbooks in France and England (1851-1887)* (London: Pickering & Chatto, 2011), 1.

XIX presenta un carácter profesional y especializado que estaba claramente ausente en el XVIII¹⁸. Es en el ochocientos cuando la física, como asignatura curricular, se incorpora a las universidades y a las enseñanzas medias¹⁹, y cuando se crean laboratorios dedicados a la investigación y se financian proyectos con aplicaciones industriales. El proceso de desacralización de la naturaleza iniciado en el seiscientos se consolida en el siglo XIX como proceso de secularización²⁰.

3. El programa newtoniano.

Bajo la denominación de “Newtonianismo” se engloban una serie de concepciones filosóficas, físicas y religiosas que utilizan, más o menos estrictamente, las teorías y escritos newtonianos como su fundamento. El término se ha utilizado tanto para indicar una teoría física, como un método de investigación o un sistema filosófico²¹. Sabemos sin embargo

¹⁸ En general la ciencia en el XVIII es una mercancía cuya producción y consumo se corresponde, hablando metafóricamente, con un mercado de libre concurrencia, en contraste con lo que derivará posteriormente en un mercado oligopólico: academias, sociedades literarias, tertulias, reboticas, gabinetes, etc. son espacios donde se habla y se discute de ciencia; aficionados y profesionales compiten por la obtención de los premios y concursos convocados por distintas instituciones; los particulares con posibilidades económicas e intereses científicos mantienen laboratorios en sus domicilios y realizan experimentos; se multiplica el número de los que compran instrumentos para su propio uso o acuden con entusiasmo a lecciones, charlas o demostraciones; los periódicos dan noticias relacionadas con todo tipo de novedades que tengan que ver con la ciencia, y extractan y reseñan las cada día más abundantes publicaciones de carácter científico. La ciencia del XVIII es una ciencia pública. El público, pues, participa en la ciencia, bien en cuanto tribu constituida por iguales, bien como sujeto potencial del saber a partir de la razón, bien como productor y difusor del saber. Véase Bernardette Bensaude-Vincent, *L'opinion publique et la science: à chacun son ignorance* (Paris: Institut d'édition Sanofi-Synthélabo, 2000). Jan Golinski, *Science as public culture: chemistry and Enlightenment in Britain, 1760-1820* (Cambridge: Cambridge University Press, 1999); Larry Stewart, *The Rise of Public Science: rhetoric, technology and natural philosophy in Newtonian Britain, 1660-1750* (Cambridge University Press, 1992).

¹⁹ En España la Ley de instrucción pública de 9 de septiembre de 1757, más conocida como Ley Moyano, consolidó la enseñanza de la asignatura de Física y Química en el ciclo secundario y de Física y Mecánica en la facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, así como en las escuelas de ingeniería y arquitectura. Previamente, en el Plan Pidal de 1845 se incluía igualmente el estudio de las Ciencias, aunque se daba mayor protagonismo a las humanidades.

²⁰ En palabras de Andrew Cunningham y Perry Williams: “that 'science' was the new collective name of the new secular disciplines for studying the natural world as a secular object, for the discovery of abstract regularities in nature and for the exploitation of natural resources, for acquiring knowledge in a secular sense and for material and social improvement”, «De-centring the “big picture”: *The Origins of Modern Science and the modern origins of science*», *The British Journal for the History of Science*, v26, n.º 4 (1993), 407-432: 424

²¹ Si nos atenemos a la versión de la *Encyclopédie*, ya en el siglo XVIII estaba sometido a diversas interpretaciones: “Newtonianisme, ou Philosophie Newtonienne, c'est la théorie du mécanisme de l'univers, & particulièrement du mouvement des corps célestes, de leurs lois, de leurs propriétés, telle qu'elle a été enseignée par M. Newton. Ce terme de *philosophie newtonienne* a été différemment appliqué, & de-là sont venues plusieurs notions de ce mot”. El texto continúa haciendo un listado de las diversas interpretaciones: filosofía nueva diferente de la cartesiana, de la peripatética y de las anteriores filosofías corpusculares; método observado por Newton en su filosofía, consistente en obtener conclusiones directamente de los fenómenos, sin partir de hipótesis, de modo que se deduzcan las primeras leyes de una serie de fenómenos escogidos y, a partir de ellas, se expliquen otros fenómenos, es decir, no es otra cosa sino lo que se llama física experimental; para otros es la filosofía mecánica y matemática, para la que los

que no estamos ante un sistema coherente, monolítico, estable y uniforme, cuyos contenidos fueran adoptados como un todo por aquellos a quienes colocamos la etiqueta de newtonianos. Las apropiaciones de Newton estuvieron guiadas por motivos particulares y se manifestaron de acuerdo con ellos. Encontramos newtonianos entre los matemáticos del círculo de Malebranche, los experimentalistas seguidores de Desaguliers, los constructores de instrumentos, los *philosophes* al estilo de Voltaire o los ministros de la religión.

El marco cognitivo y moral en el que estaba integrado el conocimiento del mundo natural en épocas anteriores, había ido sufriendo un deterioro profundo a medida que la naturaleza se empeñaba en no cumplir las expectativas designadas para ella por la filosofía aristotélica; también había cambiado la mirada que los seres humanos dirigían a su alrededor y que afectaba a la visión de sí mismos, a su propio valor, al lugar que ocupaban en la sociedad, a las posibilidades materiales e intelectuales que les ofrecía la existencia o a la conciencia de sus derechos. Las transformaciones experimentadas no fueron fruto de un momento, se fueron gestando a lo largo de los años, y a ellas contribuyeron una multitud de acontecimientos. Algunos de ellos fueron productos del azar, otros estaban contingentemente vinculados entre sí, pero afectaron a los distintos elementos y agentes sociales, en los que indujeron visiones e interpretaciones alternativas del mundo, que cuestionaban las establecidas. No voy a sumergirme, por atractivo que sea, en un tema tan complejo como el de los orígenes, naturaleza y causas que dieron lugar a que hoy en día percibamos una franja divisoria entre las representaciones medievales del mundo y las que hemos asignado al periodo que calificamos de moderno; muchos autores se han dedicado a desentrañar con mayor o menor fortuna, y desde distintas perspectivas, los caminos que han conducido a nuestra situación actual; han recorriendo vericuetos, tomando alguno de los ramales de las encrucijadas, negando la existencia de una única trayectoria o empeñándose en encontrar una dirección privilegiada que nos conecte irremediabilmente con el pasado²². Sin embargo, me interesa resaltar algo tan sabido como

cuerpos se reducen a elementos matemáticos. Los enciclopedistas terminan dando su propia definición, entendiendo por filosofía newtoniana “les nouveaux principes que M. Newton a apportés dans la Philosophie, le nouveau système qu’il a fondé sur ces principes, & les nouvelles explications des phénomènes qu’il en a déduites; en un mot ce qui caractérise sa philosophie & la distingue de toutes les autres: c’est dans ce sens que nous allons principalement la considérer”. *Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, par une Société des Gens de Lettres* (1765), Tomo XI.

²² Para Michel Foucault, *Les mots et les choses* (Paris: Éditions Gallimard, 1966), 32, hasta finales del siglo XVI el saber de la cultura occidental se edificó sobre la “semejanza”, que es la que ha “organisé le jeu des symboles, permis la connaissance des choses visibles et invisibles”; para que las semejanzas ocultas se pongan de manifiesto es necesario que las cosas tengan una marca visible de las analogías invisibles: la

que el escolasticismo, aunque no fuera un modelo compacto, impenetrable y sin fisuras, había logrado sostenerse como la doctrina dominante durante siglos; ahora bien, al comienzo de era moderna el dominio de la simbiosis cristiano-aristotélica se fue minando, tanto desde el lado de la filosofía como desde el de la religión, dando lugar a una diáspora doctrinal que se configuró según las características de las distintas comunidades locales. No obstante, el nexo entre filosofía y religión siguió siendo estrecho, y la aceptación de las teorías filosóficas, incluidas las que afectaban al estudio de los seres naturales, dependía en gran medida de que pasaran por el tamiz de la respectiva ortodoxia. La solvencia de un sistema filosófico dentro de una colectividad estaba determinada no solo por su coherencia y lógica interna, y por su capacidad para explicar los fenómenos. Resultaba determinante el que pudiera ser acomodado en sus presupuestos vitales, y el que sirviera de instrumento para resolver sus problemas, o conseguir beneficios de orden material o espiritual.

No se puede hablar, por tanto, de newtonianismo, ni tampoco de cartesianismo, como construcciones inalterables y exclusivamente intelectuales. Tampoco fueron transmitidas, combatidas y apropiadas de manera homogénea y universal. Al contrario, las formas que tomó el Newtonianismo tuvieron un fuerte acento local, entendiendo este término no solo en su acepción geográfica, sino también en relación a los distintos colectivos que suscribieron su adherencia a alguna de sus múltiples facetas. Calificarse de newtoniano no tenía un significado único y excluyente, no suponía una rendición sin condiciones a las explicaciones del caballero inglés; un newtoniano podía ser ecléctico, seleccionar del amplio abanico de propuestas que ofrecían los textos de Newton o de sus seguidores, las que mejor se adaptaban a sus necesidades, o desarrollar aquellas líneas de investigación con las que tenía mayor afinidad.

A finales del siglo XVII y durante la primera parte del XVIII, las teorías de Newton convivieron con explicaciones alternativas de los fenómenos, y con distintas valoraciones de las capacidades de la razón humana para conocer la naturaleza. Se discutía sobre los

signatura, 41. En esa misma línea incide John V. Pickstone, *Ways of Knowing. A new history of science, technology and medicine* (Chicago: The University of Chicago Press: 2001), 39-45, al considerar las cosmologías renacentistas: el mundo encerraba un significado oculto que había que desentrañar; la ciencia moderna redujo algunas de esas manifestaciones simbólicas a simples objetos desprovistos de sentido trascendente. En el caso de Newton, la continuidad de sus elaboraciones con la tradición hermética ha sido destacada por Betty Jo Teeter Dobbs, *The Foundation of Newton's Alchemy or "The Hunting of the Green Lyon"* (Cambridge: Cambridge University Press, 1984). En el mismo sentido escriben James E. McGuire y Piyo M. Rattansi, «Newton y las "Flautas de Pan"» en *Estud.filos* 35 (Febrero de 2007), 149-187. Añadamos Brian Copenhaver, *The occult tradition and its critics*, en *The Cambridge History of seventeenth century Philosophy*, vol. I, 454-509.

métodos más adecuados para obtener el conocimiento del mundo físico, se ponía en cuestión la validez de los resultados obtenidos y su alcance, se mantenía una actitud escéptica sobre el grado de legitimidad de los saberes. El pensamiento escolástico seguía teniendo un enorme peso, tanto en lo que afectaba a la explicación de los fenómenos y del sistema del mundo, como en el papel reservado a los sentidos y a la razón en el estudio de la naturaleza, o en el significado y fuerza probatoria de una demostración. Estos fueron algunos de los asuntos que preocuparon a los filósofos y estudiosos del siglo XVII y de, al menos, la primera mitad del XVIII. Cuestiones a las que Bacon, Descartes, Locke, Boyle, Hobbes, Leibniz y Newton, entre otros, trataron de dar respuesta. A lo largo del siglo XVIII el cartesianismo, en sus diferentes versiones, irá perdiendo fuelle, si bien la figura de Descartes seguirá siendo respetada por su papel en el dismantelamiento del escolasticismo. El newtonianismo y sus interpretaciones ganarán fuerza, entrará en las universidades y centros de enseñanza y Newton será universalmente admirado; los geómetras más eminentes del siglo, como los de la escuela de Basilea o los franceses, resolverán problemas mecánicos y celestes desarrollando y ampliando las leyes de Newton, utilizando nuevas magnitudes físicas y sirviéndose del cálculo infinitesimal, pese a ser conscientes de la debilidad de sus fundamentos. No todos ellos aceptarán sin embargo aquellas explicaciones que no se ajusten al modelo mecanicista, pero hacia finales del XVIII la mecánica newtoniana se convertirá en paradigmática.

Es indudable que la aportación más novedosa de Newton fue la ley de gravitación universal, y así lo vieron sus críticos y seguidores. El desacuerdo fundamental sobre el sistema del mundo newtoniano, era si un cuerpo podía realmente atraer a otro a través de inmensas distancias o, dicho de otro modo, cómo explicar la fuerza de atracción dentro del paradigma mecanicista. Igualmente levantaba rechazo entre los que postulaban una materia inerte, la consideración de que pudiera estar dotada de un principio activo; si bien Newton consideró la inercia como la propiedad esencial de la materia, la atracción fue interpretada por algunos como la confirmación de que estaba animada, ya que la gravedad era inherente a ella. Llevado a sus últimas consecuencias, anunciaban los autoproclamados defensores de la cristiandad, conducía a prescindir de Dios y, finalmente, al materialismo. De forma menos radical, la actividad de la materia daba a los deístas argumentos a favor de una naturaleza regida por leyes que la regulaban autónomamente; la intervención divina queda restringida a un acto de creación inicial. Las interpretaciones y conjeturas derivadas de la gravitación newtoniana tenían implicaciones que se oponían a ciertas cuestiones religiosas, como las tenía el cartesianismo y cualquier otro sistema filosófico

que no se mantuviera estrictamente fiel a la escolástica o a los preceptos imperantes en el orbe cristiano. Conciliar las creencias religiosas con las teorías de la nueva física era vital para la mayoría de los filósofos y hombres de letras del XVIII, para los que el conocimiento de la naturaleza incluía necesariamente las relaciones con la divinidad.

Menos polémica resultó la recepción en Europa de los *Principia* como texto de mecánica; su andamiaje geométrico pronto se vio sustituido por el cálculo infinitesimal, y algunos de sus resultados se presentaron a través de artefactos experimentales, haciéndolos accesibles a un público más amplio. El desarrollo de la mecánica racional permitió una intervención humana eficaz en la naturaleza, facilitando la resolución de problemas técnicos y la puesta en marcha de procesos que mejoraban las comunicaciones, la navegación, la maquinaria y, en general, la producción. A este respecto ejerció gran influencia el *Course of experimental philosophy* de John Teophilus Desaguliers (1683-1744), que aplicaba la mecánica a problemas de ingeniería. También fueron muy influyentes las obras de Wilhem Jacob's Gravesande (1688.1742) y Pieter van Musschenbroek (1692-1761). Por otra parte, el método desarrollado por Newton en sus *Principia*, una fructífera combinación de los nuevos y potentes métodos matemáticos con los datos proporcionados por los sentidos y los instrumentos, fue seguido por los *geómetras* más relevantes de la época, dando lugar a un desarrollo significativo de las ciencias físico-matemáticas, tanto de la mecánica, como de la hidrodinámica o la mecánica celeste.

Hacia 1740 la actividad científica europea estaba dominada por la física experimental. El mandamiento esencial de la filosofía experimental era que “las proposiciones se deducen de los fenómenos y se convierten en generales por inducción”, mediante un método de análisis consistente en “realizar experimentos y observaciones, sacar conclusiones generales de ellos por inducción y no admitir otras objeciones en contra de estas conclusiones que aquellas salidas de los experimentos o de otras verdades ciertas, pues las hipótesis no han de ser tenidas en cuenta en la filosofía experimental”²³. La *Óptica* era el referente de la experimentación cuantitativa y del diseño experimental²⁴, así como del método para analizar los problemas. Junto a aspectos de la obra de Newton que podían ser entendidos, corregidos y ampliados por unos pocos sabios versados en la *geometría sublime*, la Óptica

²³ Isaac Newton, *Óptica, o Tratado de las reflexiones, refracciones, inflexiones y colores de la luz*, Introducción, traducción, notas e índices, Carlos Solís (Madrid: Alfaguara, 1977), 349.

²⁴ Sobre la filosofía experimental de Newton, véase Alan E. Shapiro, *La “filosofía experimental” de Newton, Estud.filos.* 35 (Febrero de 2007), 111-147. Sobre la Óptica y su recepción en Europa, Alan E. Shapiro, «The Reception of Newton's Optical Work», en Helmut Pulte, Scot Mandelbrote (eds.) *The Reception of Isaac Newton in Europe* (London: Bloomsbury Academic, 2019), vol. II, 403-432.

se divulgó entre un público menos preparado, que accedió a la teoría de los colores y de la luz en numerosas obras de divulgación, así como a los elementos del sistema de mundo²⁵

Todas estas cuestiones y algunas más han sido tratadas en la ya citada *The Reception de Isaac Newton in Europe*²⁶. Antoni Malet ha sido el encargado de presentar en esta obra la recepción de Newton en la península ibérica²⁷. En mi escrito se expondrán algunas conclusiones con los que matizar e incluso contradecir algunas de las afirmaciones que hace el historiador catalán, sin que ello signifique que vaya a realizar un panegírico de la ciencia española en el siglo XVIII, de cuyas limitaciones y retrasos soy plenamente consciente.

4. Objetivos.

El título de la tesis pretende reflejar algunos de los escenarios en los que se fue configurando la física en España como disciplina, de modo que podamos observar los cambios que se fueron produciendo en sus principios, contenidos y prácticas, así como en los valores que sustentaban la sociedad de la época, inseparables unos de otros. A este proceso, a la progresiva introducción de la física newtoniana en nuestro país –que terminó por erigirse en modelo oficial sancionado por las autoridades gubernamentales y académicas–, a las razones que explican el camino recorrido hasta lograr su aceptación, es a lo que llamo recepción de Newton. Y eso por dos motivos: el primero, porque el

²⁵ Bien conocido es el libro de Voltaire *Éléments de la philosophie de Newton, mis à la portée de tout le monde*, publicado en 1738. Un breve relación de otras obras de popularización puede verse en Andreas Kleinert, «The Popularization of Newtonianism in the Eighteenth Century», en *The Reception de Newton in Europe*, vol. III, 697-709.

²⁶ Helmut Pulte, Scott Mandelbrote (eds.), *The Reception...* La obra consta de tres volúmenes: el primero aborda la recepción de Newton en las distintas regiones europeas y en los distintos ámbitos lingüísticos; el segundo, la recepción de los contenidos del newtonianismo y su impacto en la cultura europea; en el tercero, las respuestas de individuos y grupos a las propuestas newtonianas. Sobre la recepción de Newton en otros países europeos hay una amplia bibliografía. Me limitaré a unas pocas referencias: en el caso francés, al clásico Pierre Brunet, *L'Introduction des Théories de Newton en France au XVIII^e Siècle. Avant 1738* (Paris: Albert Blanchard, 1931); *Les physiciens hollandais et la méthode expérimentale en France au XVIII^e siècle* (Paris: Albert Blanchard, 1926). Más recientemente, John Bennet Shank, *The Newton Wars and the Beginning of French Enlightenment* (Chicago: Chicago University Press, 2008), que ha sido contestado por Mordechai Feingold en «The War on Newton» *Isis* 101 (2010), 175-186. En cuanto a Italia, Paolo Cosini, *Newton e la coscienza europea* (Bologna: Il Mulino, 1983); Vincenzo Ferrone, *Scienza Natura Religione* (Nápoli: Jovene editore, 1982); *Una scienza per l'uomo. Illuminismo e Rivoluzione scientifica nell'Europa del Settecento* (Torino: UTET Librería, 2007); Elizabethanne Boran, Mordechai Feingold (eds.) *Reading Newton in Early Modern Europe* (Leiden: Brill, 2017). En los Países Bajos, Erik Jorink, Ad Maas (eds.) *Newton and the Netherlands. How Isaac Newton was Fashioned in the Dutch Republic* (Leiden: Leiden University Press, 2012). En Inglaterra, Betty Jo Teeter Dobbs, Margaret C. Jacob, *Newton and the Culture of Newtonianism* (New Jersey: Humanities Press, 1995).

²⁷ Antoni Malet, «Newton in the Iberian Peninsula», Helmut Pulte, Scott Mandelbrote (eds.), *The Reception...*, vol. I, 129-158.

marco de referencia de la física matemática y experimental fue el newtoniano y, el segundo, porque tomo el término “recepción” en el sentido de dotar de significado a lo que se recibe, integrándolo de forma activa en las estructuras cognitivas del receptor que, por ese motivo, se modifican²⁸. Esas estructuras cognitivas de las que hablo se encuentran mediatizadas por elementos tan variados como el lenguaje, la historia, la cultura, la cohesión y las tensiones sociales, los modelos económicos o las formas de gobierno. Estudiar dicha recepción supone considerar las tradiciones intelectuales anteriores, lo que significa remitirnos a los estudios previos sobre la época moderna temprana, cubriendo así parte de la mitad del XVII y los primeros años del XVIII. Por otra parte las doctrinas newtonianas fueron mejoradas, ampliadas y formalizadas, cuando no a veces superadas, por los desarrollos que se realizaron en los distintos campos de la mecánica, del cálculo, de la astronomía, de la hidrodinámica y de todas aquellas disciplinas deudoras de la obra de Newton, y es este *corpus* científico el que se incorporará al acervo cultural de la sociedad española.

El paso de un relato escolástico a un relato moderno se realizó lentamente. Por relato científico moderno entiendo aquel del que hoy somos herederos, caracterizado por la cuantificación, la instrumentación y la experimentación, todo ello acompañado por la emergencia de nuevos objetos de estudio, la definición de variables, la pérdida de cualidades y, en definitiva, la desacralización de la naturaleza. Los relatos son narraciones, pero se convierten en “discursos” en cuanto que no se limitan a describir, sino que pretenden convencer y persuadir. Para eso está la retórica. Los discursos de la física a los que me refiero se ciñen a las ciencias físico-matemáticas y a la física experimental, dejando de lado muchas de las cuestiones que se debatían en la filosofía natural, cuya transformación se resolverá en un buen número de disciplinas y ámbitos de

²⁸ Cambiando arte y literatura por hechos científicos, y lector por receptor, me muevo, por analogía, en el ámbito de la teoría de la recepción literaria rehabilitadora del lector en el sentido de que “el arte al igual que la obra literaria, no se constituye como tal arte y como tal obra literaria, hasta el momento que llega al lector, público u observador, esto es, hasta no haber llegado al receptor”, Luis A. Acosta Gómez, *El lector y la obra. Teoría de la recepción literaria* (Madrid: Editorial Gredos, 1989), 17-19. Es decir, la obra literaria es un fenómeno histórico y social, como lo son los hechos científicos. No se puede hurtar, sin embargo, que arte y literatura ofrecen un campo mucho más amplio que la ciencia a la interpretación y recreación, y que en la ciencia se llega a consensos que definen lo que se entiende por conocimiento científico válido en cada época. Recepción podría igualmente sustituirse por “apropiación”, tal como la define Josep Simon en *Communicating Physics...*, 7: “The concept of ‘appropriation’, defined as the active process by which knowledge is provided with meaning [...] Thus, we can free our historical understanding from the myth of origins (the narrative focus on a unique act of knowledge creation in space and time) and from the viewpoint of elites, to focus instead on how processes of appropriation ranging from the individual to the collective and from the local to the global contributed to shape physical knowledge as a well defined disciplinary knowledge”.

estudio. Una de las intenciones de esta tesis es la de analizar qué se entendía por cada una de ellas en España y cuáles eran las categorías que al respecto manejaban. Y en este punto, no puedo más que estar de acuerdo con Cunningham y Wiliams sobre la necesidad de considerar la identidad de la ciencia de la época, atendiendo a sus particularidades locales en todos los órdenes de la configuración social existente²⁹.

Los discursos de los textos de que trato apuntaban a distintas dianas: libertad de filosofar, abandono del escolasticismo, nuevas formas de investigar la naturaleza, obtención de leyes cuantitativas y con capacidad de predicción, transformaciones tecnológicas y su correspondiente impacto sobre la actividad económica y las condiciones de vida; todo un programa exaltado que avanzaba bajo el estandarte del progreso y que ponía la naturaleza al servicio de los seres humanos. Su materialización sin embargo requería unas condiciones sociales –económicas, culturales, educativas, demográficas e institucionales– que la España de las primeras décadas del XVIII no podía proporcionar, y la de finales de ese mismo siglo no supo consolidar.

Estudiar los textos donde se plasma esa evolución significa poner el acento en la comunicación de la ciencia y en la circulación del conocimiento científico, elementos claves en la configuración de la física como ámbito epistemológico diferenciado del árbol común de la filosofía natural. Si tenemos en cuenta que en la España del setecientos hay pocos “productores” de física, tomado este concepto en el sentido tradicional de contribuyentes relevantes a los saberes científicos, interesa observar los contenidos y las cuestiones que se consideran relevantes, analizar los métodos, prácticas y valores que se abren camino y se integran con mayor facilidad en la tradición intelectual española, estudiar la resolución de las contradicciones a que dan lugar esos nuevos conocimientos y la incidencia que tienen en la opinión pública; recordemos que la recepción cobra sentido si tiene una proyección, si afecta a unos colectivos capaces de influir en las concepciones, las enseñanzas o las tecnologías de una sociedad. La física tiene en España diferentes marcos conceptuales, geográficos e institucionales –universidad, seminarios eclesiásticos y de regulares, academias militares, enseñanza secundaria, sociedades de amigos del país, academias oficiales y de aficionados y se desarrolla de manera no homogénea en distintos lugares. No podemos obviar el hecho de que los derroteros que tomó la física moderna la fueron alejando de los objetivos, principios y métodos que habían configurado el campo de saberes de la filosofía natural; ello afectó a la

²⁹ Cunningham, Wiliams, «De-centring the “big picture...», 429-430.

organización de la investigación y de las enseñanzas, por no mencionar el impacto socioeconómico de los avances tecnológicos que facilitaban los nuevos descubrimientos. Creo por esto conveniente revisar el sentido que se dio a lo largo del siglo XVIII a los estudios que tomaban el nombre de física, de modo que podamos percibir las transformaciones que condujeron de la filosofía natural escolástica a una nueva disciplina que se plasmó en la llamada física experimental. Intentaremos recorrer el camino que en España tomó la *inventio* que dio lugar a un nuevo discurso sobre el funcionamiento de la naturaleza. Son varias las cuestiones que necesitamos dilucidar y que afectan no solo a los contenidos: qué se entendía por física; qué relaciones existían entre física y matemáticas; cuáles eran los modos de conocer el mundo natural; qué significado se daba a la física experimental; cuál era la función del experimento y qué estatus epistemológico se otorgaba a la física moderna y a la capacidad de las matemáticas para conocer el mundo natural. Así pues, las cuestiones que pretendo abordar se desglosan en los siguientes objetivos:

-Analizar las concepciones de las distintas modalidades de estudio de los entes y fenómenos naturales: filosofía natural, física o filosofía experimental y ciencias físico-matemáticas. En otras palabras, establecer, dentro de esas concepciones, las demarcaciones, vinculaciones e interacciones entre ellas. Es lo que llamo el contexto de la disciplina, en el que cobran relevancia las tradiciones filosóficas y científicas que afectaban a las ciencias físico-matemáticas y a su consideración como formas legítimas de conocer el mundo natural. El objetivo es examinar los cambios que a lo largo del siglo experimentaron los modos de investigar la naturaleza, los principios y reglas por los que debía regirse esa búsqueda, las prácticas y los métodos considerados legítimos, o el papel de las matemáticas en la explicación de los fenómenos, todo ello en relación a la presencia o ausencia de la física newtoniana, y a las influencias que se puedan percibir de obras extranjeras, de la interpretación que se hace de ellas y de su incorporación a las opiniones de los autores examinados.

-Examinar las características de las prácticas comunicativas mediante las cuales circuló el conocimiento, es decir, cómo se realizaron las transferencias de saberes y cuáles fueron las vías de penetración de los mismos: qué aspectos de la física moderna fueron relevantes, qué autores se leyeron, qué textos científicos y divulgativos circularon y tuvieron influencia en los juicios de los eruditos españoles y en la opinión pública, qué traducciones se realizaron, qué tecnologías discursivas fueron utilizadas, quienes fueron

los productores y los destinatarios. En resumen, cuáles fueron las fuentes y los canales por los que transitó la información.

-Evaluar el papel de la opinión pública, con sus diferentes variedades, en la circulación y recepción del conocimiento científico: desde la formación de la esfera pública, hasta la aparición de creadores de opinión, destacando el surgimiento del sujeto “el público” y la diversidad de destinatarios, sin olvidar las polémicas y sus participantes.

-Estudiar las prácticas de enseñanza como factores de producción y apropiación del conocimiento científico. Se trata de observar la incorporación de las nuevas teorías y prácticas científicas a las distintas enseñanzas que se llevaban a cabo en las instituciones docentes del país, y las modalidades discursivas y pedagógicas que adoptaron en ellas.

-Relacionar el sustrato social y cultural con los modos que tomó la apropiación de la física en España: tradiciones intelectuales y científicas, medios e instalaciones, entornos sociales, papel de la ciencia en las políticas renovadoras.

Se trata, evidentemente, de objetivos transversales, si bien algunos de ellos se hallan más específicamente vinculados a determinados capítulos, como veremos.

5. Marco temporal.

El intervalo temporal que contemplo es el comprendido entre el comienzo del segundo tercio del XVIII y la última década del mismo. Sin embargo, la necesidad de integrar y relacionar la recepción de la física newtoniana en España con la tradición intelectual anterior, supone remitirnos a los estudios previos sobre la época moderna temprana, pues no podemos obviar que en las décadas anteriores se produjo un cambio de mentalidad que vino representado por la literatura de los *novatores*. En otro orden de cosas, recordemos que las primeras menciones públicas a Newton en España tuvieron lugar a fines del primer tercio del siglo XVIII y que no se encuentran referencias newtonianas en la obra de Tosca o en la de los *novatores*, a pesar de que los *Principios matemáticos de la filosofía natural* se publicaron en 1687 y la *Óptica* en 1704. Cuando a mediados de siglo se empezaron a conocer en España los elementos de la filosofía del pensador inglés, en otros países se habían producido ya desarrollos que la corregían y mejoraban, y que facilitaban el abordaje de problemas complejos: la física newtoniana se había aceptado como método válido para la investigación de la naturaleza, aunque no resultara absolutamente satisfactoria como filosofía propiamente dicha. Lo mismo puede decirse del cálculo diferencial e integral, que aparece por primera vez impreso en el *Curso Militar de Matemáticas* (1753) de Pedro Padilla y Arcos (1724-1807). El cálculo no se introdujo

de manera general en España hasta el último tercio del siglo. Se pueden mencionar casos aislados anteriores, como el de la Academia de Guardias de Corps, en la que algunos alumnos de Padilla defendieron tesis relacionadas con el cálculo, o alguna disertación de los cadetes de la Academia de Guardias Marinas de Cádiz que trataba del mismo tema. También en el Seminario de Nobles y en el Colegio Imperial se impartieron desde mediados del setecientos estas materias, iniciando a los alumnos en el cálculo pocos años antes de la expulsión de la Compañía. En los centros de enseñanza militar no consta esta enseñanza hasta finales del siglo, ni tampoco en la universidad. Esta situación es la que me induce a considerar dos etapas dentro del marco temporal general: una primera, que llega aproximadamente hasta finales de la década de los cuarenta, caracterizada por una escasa actividad científica y anclada todavía en los presupuestos tradicionales, y un segundo periodo, en el que la filosofía natural va cediendo su cetro a la física experimental, y la mecánica newtoniana se convierte en el fundamento de las ciencias físico-matemáticas. Si en la primera etapa no se produjo en España el enfrentamiento que se dio en otros países entre física cartesiana y física newtoniana, fue porque en realidad la física cartesiana no llegó nunca a asimilarse y ser tenida en cuenta en el medio intelectual español. La frase de Feijoo en la que afirma que en Italia se pasó directamente del aristotelismo al newtonianismo, aparte de no ser exacta, puede aplicarse mejor a nuestro país, donde las ciencias físico-matemáticas permanecieron durante bastante tiempo ancladas en el texto de Tosca. A partir de los años cincuenta, cuando comenzó a despegar la física en España como ciencia diferenciada de la filosofía, muchos de los resultados de la física newtoniana formaban ya parte del cuerpo doctrinal de la disciplina y no estaban sujetos a controversias. Los métodos matemáticos y experimentales derivados de la física newtoniana, así como sus contenidos y desarrollos posteriores, se habían estandarizado y su enseñanza seguía contenidos y prácticas comunes. No había alternativa a otra física, por más que en la mayoría de los claustros universitarios se intentara mantener la filosofía natural tradicional, remozada con algunas novedades.

6. Pertinencia de la tesis.

La literatura sobre la ciencia española en el siglo XVIII es muy abundante, pero no exhaustiva. La profusión de textos y documentos todavía no estudiados, las múltiples perspectivas desde las que se pueden contemplar los ya conocidos y las nuevas orientaciones historiográficas que inciden en aspectos desatendidos previamente, ofrecen al investigador la oportunidad de acercarse, una vez más, al examen de la recepción de la

física moderna en nuestro país, aunque se limite al análisis de unos casos particulares que, no obstante, resulten significativos. Pretendo colaborar con ello a obtener una panorámica del desarrollo de la física y de sus procesos de recepción en la España en el siglo XVIII. Es evidente que la extensión del campo de estudio, la imposibilidad material de examinar todas las fuentes, los distintos enfoques que admite cualquier investigación, los matices que se pierden en las generalizaciones, la temeraria inferencia de los estudios de caso –pues al fin y a la postre todos lo son– y el hecho de que no podamos desvincularnos de nuestro presente, de lo que ahora sabemos, limitan grandemente sus conclusiones. De la escasa producción española de textos científicos o que tratan de ciencias, he seleccionado algunos de los que se refieren a la física, disciplina todavía no bien definida en aquella época y que, por tanto, abarca distintos campos de estudio. En general, las obras consultadas fueron escritas en castellano, con voluntad de llegar a un público amplio; el latín, reservado para tesis de filosofía natural, hace alguna aparición. La selección incluye textos de Juan Bautista Berni, Antonio María Herrero, Andrés Piquer, la traducción de las *Leçons de Physique experimentale* del abate Nollet, los *Elementos de Matemáticas* de Benito Bails y algunas publicaciones periódicas del siglo XVIII, que son examinadas con cierta profundidad por primera vez; también se ha realizado un estudio de los actos académicos en el Seminario de Nobles de Madrid. Las *Observaciones astronómicas* de Jorge Juan y las obras de Feijoo han dado mucho juego en la historiografía de la ciencia, si bien mi análisis se centra en los destinatarios y en su repercusión, directa o indirecta, en la esfera pública. Los autores y obras estudiados no cubren, ni mucho menos, toda la producción editorial de la época, pero creo que permiten obtener una perspectiva cronológica de la configuración de la física en el setecientos español, aunque no queden más que insinuados los diversos ritmos y particularidades de la recepción en los distintos lugares de la geografía española y en los territorios ultramarinos. No me centro en estos aspectos locales, de gran interés, más que lateralmente, y tan solo menciono algunas producciones científicas de las regiones más industrializadas a finales del siglo, es decir, de Cataluña, Valencia y País Vasco³⁰. Dejo fuera algún escrito importante, como el

³⁰ Sobre la ciencia en el arco mediterráneo véase Joan Vernet, Ramon Parès (dir.) *La Ciència en la Història dels Països Catalans* (València: Universitat de València. Institut d'Estudis Catalans, 2004-2009), Vol. II y III. Sobre Newton en Ultramar, Luis Carlos Arboleda, «Acerca del problema de la difusión científica en la periferia: el caso de la física newtoniana en Nueva Granada (1740-1820)», *Quipu* Vol. 4 1 (enero-abril 1987), 7-30; «Sobre una traducción inédita de los Principia al castellano hecha por Mutis en la Nueva Granada circa 1770», *IDEAS Y VALORES* Nos. 74-75 (Bogotá Agosto-Diciembre 1987), 119-142). Luis Carlos Arboleda, Diana Soto Arango, «Las teorías de Copérnico y Newton en los estudios superiores del Virreinato de Nueva Granada y en la Audiencia de Caracas. Siglo XVIII», *Quipu* Vol. 8 1 (1991/1), 5-34.

Discurso sobre la Astronomía del ingeniero francés Carlos Le Maur, por haberme centrado en las actividades del Seminario de Nobles, de mayor proyección pública que la del libro del ingeniero francés que, no cabe duda, merece un estudio en profundidad³¹. Del mismo modo no he considerado los manuscritos que quedaron sin imprimir, aunque con toda seguridad circularon, de las obras de Tomás Cerdà o las de Christian Rieger, pues tuvieron su difusión al ser textos que se estudiaban en el Colegio Imperial y en el de Cordelles.

7. Estructura de la tesis.

La tesis se estructura en una introducción, siete capítulos que siguen un orden cronológico y las conclusiones. En el primer capítulo se examinan las obras de Juan Bautista Berni, Antonio María Herrero y Andrés Piquer; el propósito es el de observar qué entendían estos autores por física y qué diferencias se aprecian entre ellos al respecto. Las tres obras están escritas en vernáculo y tratan de filosofía natural y física experimental. La primera se publicó en 1736, la de Herrero, en 1738 y la de Piquer, en 1745, lo que nos permite apreciar qué saberes circulaban y la valoración que se les daba en aquellos años. Previamente se hace una sucinta presentación de la filosofía de los *novatores*, con el objeto de ofrecer una panorámica del sustrato intelectual que alimentaba a los modernos.

Feijoo, como creador de opinión e impulsor de un espacio público para las ciencias a través de sus obras más conocidas –*Teatro crítico* y *Cartas eruditas*– es el objeto del siguiente capítulo, cuyo horizonte temporal abarca desde 1726 a 1760. Su prolongada relación con el público, la resonancia de sus discursos y la eficacia de sus recursos literarios, le otorgan un papel de primer orden en la formación de una actitud favorable a las corrientes que iba tomando la física, aunque esta no fuera su intención primordial. La transformación de su pensamiento a lo largo del siglo evidencia igualmente una posición

Antonio Lafuente *et alii*, *Las dos orillas de la Ciencia. La traza pública e imperial de la Ilustración española* (Madrid: Marcial Pons, 2012); Antonio Lafuente, Nuria Valverde, *Los mundos de la ciencia en la Ilustración española* (Madrid. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología: 2003).

³¹ Carlos Le Maur (ca. 1720-1785), *Discurso sobre la astronomía, ò introducción al conocimiento de los fenómenos astronómicos, sus leyes, su causa y su aplicación à los usos de la vida civil* (Madrid: Imprenta de Francisco Xavier García 1762). A partir del epígrafe XXIV comienza la dinámica celeste, es decir, la ciencia que explica los movimientos de los cuerpos celestes por sus causas, cuyos fundamentos fueron puestos por Kepler. Sigue Le Maur explicando las aportaciones de Newton y la ley de atracción universal, que reside en cada elemento de materia. Las irregularidades observadas en los movimientos, explicaba el ingeniero francés, se debían a las interacciones gravitacionales de los distintos cuerpos, cuya resolución fue emprendida por Euler, D'Alembert y Clairaut, de lo que se deducía la altísima probabilidad que debía asignarse a la ley newtoniana. Sobre Le Maur puede consultarse María Soledad Pita González, «Carlos Lemauro: ingeniero militar, arquitecto e impulsor del desarrollo económico de Galicia en el siglo XVIII», NORBA-ARTE vol. XXVIII-XXIX (2008-2009), 99-112. Sobre su biografía y actividades, <https://dbe.rah.es/biografias/21264/carlos-lemauro-y-burriel>.

más positiva de las posibilidades de la nueva física –no solo la experimental, también la newtoniana de los *Principia*– para conocer el mundo natural, que la mantenida en los inicios de su carrera literaria.

Las publicaciones periódicas se estudian en dos capítulos, el tercero y el último. Constituyen una crónica de la vida cultural española. Esta separación se corresponde con dos etapas bien diferenciadas de la prensa: la primera cubre el periodo comprendido entre 1738 y 1759, con la aparición de “papeles” todavía poco afianzados desde el punto de vista de las Luces, al igual que la sociedad que reflejan; la segunda muestra unos periódicos, mucho más maduros y afines a los presupuestos de la Ilustración, que se dirigen a unos públicos más abiertos y recogen las novedades científicas y culturales. Se trata, por tanto, de unos instrumentos de transferencia y circulación de saberes, que dan cuenta de los cambios experimentados en el medio cultural español y que realizaron una notable labor de difusión de la ciencia moderna, abriéndose a la colaboración de los lectores y subrayando su dependencia del público, convertido en sujeto y objeto de opinión. Estamos, conviene tenerlo presente, ante una prensa generalista, deudora en gran medida de las publicaciones extranjeras, fundamentalmente de las francesas. Aunque existen numerosos estudios sobre los periódicos dieciochescos, lo cierto es que no se ha dedicado especial atención a su labor como divulgadores de la física en España. En manos de la prensa las noticias científicas resultaban atractivas, pues combinaban conocimientos científicos con anécdotas o con efemérides astronómicas y fenómenos insólitos. Recordemos por otra parte que la ciencia en el setecientos despertaba una enorme curiosidad que algunos satisfacían con el estudio, pero que muchos la consumían como entretenimiento³². En ese sentido, de acuerdo con Michael Warner, la capacidad de reflexión del discurso es lo que crea un público; es decir, por medio de la crítica, la reseña, la controversia, la correspondencia, el comentario o el análisis, a través de las sucesivas reverberaciones en los diferentes medios, una determinada narración se va configurando como cultura científica pública³³.

Con Jorge Juan y sus *Observaciones* nos encontramos con una primicia en el mercado editorial español, ya que estamos ante una obra en la que la ciencia newtoniana ha sido plenamente aceptada y puesta en práctica por el autor. Las *Observaciones* pueden leerse

³² Jesusa Vega, en *Ciencia, Arte e Ilusión en la España Ilustrada* (Madrid: CSIC:Polifemo, 2010), interrelaciona la ciencia ilustrada con las manifestaciones artísticas de la época y el mundo del entretenimiento y el espectáculo, ofreciendo una visión integradora de las respectivas esferas.

³³ Warner, Michael, «Publics and Counterpublics», *Public Culture* 14 (1) (2000), 49-90.

como la crónica de una aventura científica dirigida a distintos públicos, que narra la aplicación de las ciencias físico-matemáticas a la resolución de una polémica, pero lo hace con voces que apelan a distintos tipos de lectores: el experto y el profano.

Las actividades del Seminario de Nobles de Madrid como centro educativo, constituyen el tema del capítulo cuarto. A través de los programas de los actos académicos se infiere el diseño disciplinar que los jesuitas dieron a la filosofía natural, a las ciencias matemáticas y a la física experimental. El Seminario fue una institución pionera en la enseñanza de la física experimental y dedicó especial atención a las ciencias matemáticas, una disciplina que siempre habían cultivado los padres de la Compañía. Las *Leçons de Physique experimentale* de Jean Antoine Nollet, en la traducción de Antonio Zacagnini, se utilizaron como manual en el Seminario, una elección guiada, entre otros motivos, por la necesidad de adaptar las enseñanzas a las regulaciones de la *Ratio Studiorum*. La física experimental del abate francés fue el modelo seguido durante años en los escasos centros que disponían de máquinas e instrumentos. Dado que en el Seminario se impartían igualmente matemáticas y filosofía natural, los programas deducidos de los actos académicos nos permiten acercarnos a la distribución de contenidos de esas disciplinas.

La física matemática, en particular, se plasma en los *Elementos de Matemáticas* de Benito Bails, una obra plenamente newtoniana que incorpora algunos de los avances realizados a lo largo del siglo. Con la obra de Bails se cierra el recorrido que lleva de Berni y los *novatores*, de los primeros balbuceos de la que llamamos física moderna, a lo que podría denominarse un “modesto reino newtoniano”. En las últimas décadas del setecientos la enseñanza de las ciencias físico-matemáticas y de la física experimental es una realidad en distintas instituciones. Atrás han quedado las cuestiones que preocupaban a los primeros modernos. Ciencias físico-matemáticas y física experimental se toman como instrumentos para conocer la naturaleza, sin preguntarse por las esencias o las causas de los fenómenos. Aparecen nuevas entidades asociativas que aplican los saberes teóricos al fomento de la agricultura, la industria o el comercio, y en las que se llevan a cabo investigaciones científicas.

En el capítulo que cierra esta tesis se vuelve a la prensa dieciochesca del último tercio del siglo. Se trata de tres publicaciones que comulgan en general con los presupuestos ilustrados y que, por tanto, conceden amplio espacio a la ciencia, ya sea traduciendo de los periódicos franceses, informando de prácticas de enseñanza o recogiendo la opinión de sus colaboradores.

8. Metodología.

Es evidente que la amplitud del tema resulta inabordable en una tesis doctoral y se hace necesaria una selección significativa de las fuentes que autorice a obtener conclusiones razonadas. La primera cuestión que se plantea es precisamente la de la elección de los textos. Afortunadamente, o quizás no tanto, la producción escrita del XVIII que trate de matemáticas o física natural no es muy abundante y, salvo excepciones, está mayoritariamente redactada en castellano. Las obras estudiadas pueden clasificarse en varios tipos, de acuerdo con los públicos a que se dirigen y los objetivos que pretenden: obras de divulgación, que serían las de Feijoo y las publicaciones periódicas, dirigidas a un público general sin conocimientos específicos; obras de carácter mixto, tanto divulgativas como con pretensiones académicas, cuyos destinatarios serían preferentemente individuos con una cierta formación y los llamados literatos, donde entrarían los volúmenes correspondientes de Berni, Herrero y Piquer; obras destinadas prioritariamente a la enseñanza, individual o colectiva, como los *Elementos de Matemáticas* de Benito Bails o las *Lecciones de Física experimental* del abate Nollet; por último, las *Observaciones* de Jorge Juan, de difícil clasificación, al ser una obra técnica enfocada a los expertos, pero con una intención instructiva, como veremos. Llegados a este punto conviene subrayar, una vez más, que el hecho de no estar escritas en latín significa que sus autores dan la espalda a los claustros, y miran a sectores de la sociedad mucho más amplios y más abiertos a las novedades.

Los criterios seguidos en la selección de las publicaciones periódicas, entre las casi doscientas registradas y accesibles, han sido el tipo de contenidos, su representatividad y difusión, y su periodo de actividad. Todas las cabeceras son madrileñas. No me he ocupado de la multitud de almanaques y pronósticos, consumidores de buenas cantidades de papel; su popularidad fue enorme y en ellos se explicaban los fenómenos naturales –fundamentalmente los que impresionaban por su espectacularidad, como efemérides astronómicas o terremotos– desde perspectivas que iban desde lo racional a lo esotérico³⁴.

La consulta de aquellas obras a las que se hace referencia en los textos estudiados ha sido posible gracias a la digitalización de numerosas monografías y periódicos antiguos. Los portales consultados más a menudo han sido la Biblioteca Nacional de España, Google Books, Hathi Trust, Gallica, Biblioteca Valenciana Digital y el catálogo Cisne de la Universidad Complutense de Madrid. Para las publicaciones periódicas han sido de

³⁴ Véase Iris Zavala, *Clandestinidad y libertinaje erudito en los albores del siglo XVIII* (Barcelona: Ariel, 1976), 168-215.

especial ayuda la Hemeroteca digital de la Biblioteca Nacional y el portal del *Gazetier Universel*. Dado el orden cronológico que preside esta tesis, se han utilizado las primeras ediciones de los textos analizados; de las obras referenciadas por los autores se ha optado, en lo posible, por identificar y consultar aquellas que estaban a su disposición.

En general se ha mantenido la ortografía y puntuación de los títulos, pero se han actualizado, cuando se ha creído conveniente, en el caso de los textos originales. Alguna inconsistencia puede haber debida, en parte, a mí misma y, en parte, al celo del procesador de texto.

CAPÍTULO I: De la filosofía natural a la física: primeros pasos.

1. Introducción.

En este primer capítulo se centra la atención en las obras de tres autores que se alejaron del marco estrictamente escolástico en su tratamiento de la naturaleza. Estamos hablando de Juan Bautista Berni y Català (1705-1738), en el que se ejemplifica la *episteme* de los *novatores*; de Antonio María Herrero y Rubira (1714-1767), declarado cartesiano, y de Andrés Piquer Arrufat (1711-1772), cuya *Física moderna, racional y experimental* se recibió en ciertos círculos como una propuesta de renovación. Como veremos, los tres compartían, pese a las diferencias, elementos comunes sobre el modelo en que se tenía que basar la investigación de los entes y fenómenos naturales y el papel que en ella debían jugar las matemáticas y la fundamentación del conocimiento. Sus textos hablan de física y se escriben en vernáculo, pues dirigían sus propuestas a un público general: prescinden del latín y adoptan el español como medio de comunicación. El impreso de Berni se publicó en 1736, dos años más tarde apareció el libro de Herrero y en 1745, el de Piquer. No he encontrado tratados similares a estos en la producción editorial española de la época.

Por esas fechas Feijoo era un autor de un enorme éxito cuyos nueve tomos del *Theatro critico* (1726-1740) conocían varias ediciones; además los dos primeros volúmenes de las *Cartas eruditas* estaban ya en manos del público. Añadamos que en 1737 salió el *Diario de los Literatos de España*, un ensayo de creación de opinión propiciado por ciertos grupos relacionados con la administración del Estado; y un poco más tarde el *Mercurio literario o Memorias sobre todo género de ciencias y artes. Colección de piezas eruditas y curiosas, fragmentos de literatura para la utilidad y diversión de los estudiosos* (1738-1740), establecido por Salvador Mañer (1676-1751) y en el que colaboraba Herrero. No fueron las únicas iniciativas del periodo que consideramos: en 1738, por impulso regio, se creó la Real Academia de Historia y en 1744 la de Bellas Artes de San Fernando; en 1733 surgió, alentada por médicos, cirujanos y boticarios, la Tertulia médico-matritense, que oficializó sus reuniones en 1738 al convertirse en Regia Academia Médico-matritense. Son unos años en los que se detecta un aumento de la actividad institucional y privada dirigida a modernizar el país; unos tiempos en lo que se percibe una inquietud por participar en la vida cultural y por dar a conocer las novedades que se producen más allá de los Pirineos. Recordemos que, sin embargo, la apropiación de las nuevas ideas y prácticas requieren de un sustrato intelectual y de unas tradiciones científicas que les dé

ocasión de germinar. Por eso examinaré brevemente la filosofía de los *novatores*, para pasar a continuación a observar las concepciones que nuestros autores transmitían de lo que llamaban física, así como las novedades que al respecto –organización de la materia, contenidos y prácticas– aportaban en sus textos. La procedencia de sus informaciones, es decir, los autores a los que remiten y las obras que mencionan, proporcionará una pequeña muestra de los conocimientos que circulaban y se consideraban relevantes en relación con la naturaleza. La elección de ciertas lecturas y textos nos orientan sobre los intereses y las inquietudes filosóficas de los tres literatos a lo que hemos dirigido la atención; es evidente que, por el formato escogido, bien diferente del favorecido por Feijoo, los tres aspiraban a que sus obras tuvieran un cierto renombre académico y que, al mismo tiempo, llegaran a un público cultivado pero no necesariamente universitario o con una formación superior.

Si se repasa la nómina de escritos publicados en las primeras décadas del siglo XVIII, se advertirá que la filosofía natural asoma en un número escaso de ellos. Las obras de los *novatores* se centraban en cuestiones y principios generales y en la fundamentación del conocimiento, como veremos en el siguiente epígrafe; salvo en el caso de Vicente Tomás Tosca (1651-1723), no se puede considerar que abordaran sistemáticamente el estudio de las ciencias físico-matemáticas. En el campo escolástico tampoco la producción es abundante; cabe quizás señalar los dos tomos que el jesuita Luis de Lossada (1681-1748), dedicó a la materia¹. La aparición de los libros que se van a analizar es ya todo un signo del interés que despertaba la nueva física y de la necesidad de que sus descubrimientos llegaran a sectores amplios de la población. Las censuras, los juicios y prólogos constituyen igualmente un testimonio inestimable de la situación en que se encontraba este ámbito del conocimiento en nuestro país.

2. El germen de la nueva física: los *novatores* y la filosofía moderna.

José Luis Abellán señala el periodo comprendido entre 1680 y 1724 como el de la primera crisis de valores producida por la toma de conciencia del estado crepuscular en que se encontraba la monarquía hispánica². El enorme imperio colonial ocultaba a muchos la pérdida de influencia y poder en el concierto de los estados europeos, pero la percepción de la decadencia y del atraso de la nación abrumaba a los más lúcidos, pese a la recuperación demográfica y económica que se había iniciado en las últimas décadas del

¹ Luis de Lossada, *Cursus Philosophici Regalis Collegii Salmanticensis Societatis Jesu: in tres partes divisi: prima [-tertia] pars* (Salamanca: Francis García ab Honorato & San Miguel, 1724-1735).

² José Luis Abellán, *Historia crítica del pensamiento español* (Madrid: Espasa Calpe, 1988), III, 283-296.

XVII. La crisis de valores supuso la renuncia a algunos de los anteriores y la asunción de unos nuevos. En el campo de la filosofía se concretó en el rechazo del pensamiento aristotélico y la reivindicación de los presupuestos de la filosofía moderna y de sus modos de estudiar y conocer la naturaleza. La literatura de los llamados *novatores* muestra con nitidez ese cambio de mentalidad que vino lastrado entre otros factores por el enorme peso de la religión y sus manifestaciones en la sociedad española.

La introducción de la filosofía moderna en España ha sido estudiada por numerosos autores que, desde distintos puntos de vista, han puesto de manifiesto las inquietudes expresadas por los *novatores*, término peyorativo utilizado por los defensores de la tradición que contenía una carga de profundidad al apuntar a una posible desviación de la ortodoxia católica³. Durante el último tercio del siglo XVII y el primero del siguiente, el pensamiento moderno fue penetrando con dificultad no exenta de conflicto en el ambiente cultural español⁴. Los *novatores*, conscientes de la postración de España en el terreno científico y conocedores de que en otros países se estaban produciendo novedades,

³ Recordemos que el *Diccionario de Autoridades*, además de dar la acepción de *Inventor de novedades*, añade: “Tómase regularmente por el que las inventa peligrosamente en materia de doctrina”.

⁴ Sobre los *novatores* hay una extensa bibliografía de la que selecciono la que me parece más relevante para mi estudio: José María López Piñero da una amplia referencia bibliográfica en *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII* (Barcelona: Labor, 1979). Igualmente puede consultarse Abellán, *Historia crítica...*, III, 281-461, que ofrece una síntesis histórica del periodo comprendido entre 1680 y 1724, con abundantes referencias bibliográficas. Víctor Navarro Brotons tiene numerosos trabajos sobre la obra de los *novatores*, citaré su tesis doctoral, *La revolución científica en España*, Valencia, 1977 y *Tradición y renovación en las ciencias físico-matemáticas: Tradició i canvi científic al País Valencià modern (1660-1720): les ciències físico-matemàtiques* (Valencia: Eliseu Climent, 1985). A Olga Victoria Quiroz Martínez se debe *La introducción de la filosofía moderna en España: el eclecticismo español de los siglos XVII y XVIII* (México: Fondo de Cultura Económica, 1949). Tanto Ramón Ceñal, en «Cartesianismo en España. Notas para su historia (1650-1750)», *Revista de la Universidad de Oviedo* (1945), 3-95, como Manuel Mindán, «Las corrientes filosóficas en la España del siglo XVIII», *Revista de filosofía*, Tomo 18, 71 (1959), 471-488, se ocuparon en su día del pensamiento filosófico de los *novatores* y de las influencias cartesianas, gasendistas y maignistas en sus escritos. Por añadir algo a la información de López Piñero, mencionaré a Francisco Sánchez-Blanco Parody, que ha estudiado la producción intelectual española del XVIII en el contexto europeo en *Europa y el pensamiento español en el siglo XVIII* (Madrid: Alianza Universidad, 1991); *La Ilustración y la unidad cultural europea* (Madrid: Fundación de Municipios Pablo de Olavide y Marcial Pons Historia, 2013); y a Jesús Pérez Magallón en *Construyendo la modernidad: la cultura española en el tiempo de los novatores (1675-1725)* (Madrid: CSIC, 2002). Se me perdonará que corte aquí un listado que ocuparía un número importante de páginas. En la revista *Studia Historia. Historia moderna* (1996), 14, 11-111, puede leerse «Informe: los *novatores* como etapa histórica» en el que diversos autores ponen de manifiesto que la corriente reformista no solo afectó a la filosofía y ciencias moderna –aspecto que ha orientado la mayor parte de los estudios sobre los *novatores*– sino que las propuestas de renovación afectaron al derecho, la crítica histórica, el derecho mercantil, la lengua o la economía política. Como dice José María López Piñero en «Juan de Cabriada y el movimiento novator de finales del Siglo XVII. Reconsideración después de 30 años», *Asclepio* 45 (1) (1993), 3-53: 16: “El movimiento de renovación no se manifestó de modo uniforme todos los campos Científicos. Su configuración estuvo condicionada por la conjunción de dos factores: el desarrollo que en la España de la época tenía el cultivo de las diferentes disciplinas y el tipo resistencia que la sociedad opuso en cada una de ellas. Conviene advertir que no se limitó a las llamadas ciencias de la naturaleza y sus aplicaciones, sino que en otras áreas del saber aparecieron también durante años finales del siglo XVII corrientes innovadoras semejantes”.

declararon como guía de sus inquietudes filosóficas la reivindicación del propio juicio crítico, el destierro de las pasiones y de los prejuicios de Escuela, la experiencia como criterio de verdad en las ciencias de la naturaleza y una actitud ecléctica ante las diferentes doctrinas filosóficas, cuya vigencia tenían siempre por temporal y no por absoluta. Algunas de sus consideraciones no podían dejar de tener efecto en la sociedad: la libertad de pensamiento podía trastocar el orden establecido, fuera este religioso, político o social; las nuevas doctrinas echaban por tierra muchas de las afirmaciones que se hacían desde la cátedra o el púlpito. La elección del romance apuntaba a públicos diversos y a un distanciamiento de la escolástica y de las universidades. Sin llegar a rechazar de plano el aristotelismo, los *novatores* se significaron como fustigadores del espíritu sectario y se mostraron críticos con las elaboraciones intelectuales de la escolástica. Su conciencia histórica de la filosofía y su confianza en el horizonte de progreso anunciado por la investigación y los descubrimientos, los llevó a considerar la doctrina del *Filósofo* como una teoría más, sujeta como las restantes a yerros que quedaban de manifiesto con el paso del tiempo. Para los *novatores*, todas las doctrinas filosóficas tenían algo de verdad, y no porque esta fuera múltiple; al contrario, la tomaban como absoluta y única⁵.

Los *novatores*, al igual que ocurría en Europa, se ocuparon de la fundamentación sólida del conocimiento, de sus limitaciones y de los criterios de verdad aplicables a las ciencias de la naturaleza; se declaraban partidarios de la autonomía de la filosofía natural como forma de saber. La exigencia de libertad de filosofar se hacía frente a un entorno cultural dominado por la filosofía de las Escuelas, con la esperanza puesta en que ya asomaban brotes nuevos. Pero tal vez había que reivindicarla también frente a uno mismo, en un debate íntimo que procurara acomodar dentro de un sistema personalmente coherente, nociones aparentemente no comparables. La trabazón existente entre teología, religión, metafísica y filosofía natural, llevó a los *novatores* a ser cautos en sus manifestaciones, reiterando cuando llegaba el caso su obediencia a la autoridad de la iglesia, única intérprete de las verdades reveladas. Esa libertad que reclamaban necesaria para el estudio de los entes sensibles, debía conciliarse con la tradición; no resultaba sencillo, ni probablemente oportuno, estructurar las doctrinas a las que se afiliaban en armazones que no contaran con la autoridad de figuras reconocidas y respetadas dentro del orbe católico, más teniendo en cuenta que había que evitar que se consideraran censurables y fueran tenidas por heterodoxas. Ese manto protector concedía a sus opiniones al menos la

⁵ Quiroz Martínez, *La introducción de la filosofía moderna en España...*, 49-62.

condición de probables, es decir, de no ser automáticamente rechazables. La postura ecléctica que adoptaron cobra sentido como defensa frente a la oposición feroz a cualquier novedad de los intransigentes escolásticos que dominaban los universos religiosos y universitarios, sirviendo asimismo para soslayar las dificultades derivadas de sus propios condicionantes intelectuales⁶. De ahí que establecieran una negociación con los elementos filosóficos autorizados, envolviendo sus ideas en el lenguaje de un aristotelismo que reclamaban libre de la corrupción escolástica

Desde el punto de vista filosófico la ruptura con el pensamiento escolástico se manifestó de forma aguda en la negación de la teoría hilemórfica tal como era sostenida por la tradición. Como dice Ramón Ceñal, el caballo de batalla de la nueva filosofía fue la composición de los cuerpos⁷. La filosofía natural de los *novatores* rechazaba que los principios del ente natural fueran la materia y forma aristotélicas. Los cuerpos naturales estaban para ellos compuestos de átomos o partes cuya naturaleza, movimiento, figura o disposición daban cuenta de su diversidad. Concedían sin embargo que esa configuración exclusiva, que dotaba a cada ser de individualidad, podía ser asimilada a la forma sustancial de los escolásticos y, de hecho, a menudo componían los cuerpos sensibles de materia y forma, precisando el significado que daban a estos términos; las mutaciones que se observaban en los seres sensibles, y que constituían el elemento nuclear de la filosofía aristotélica, se explicaban mediante las ordenaciones y movimientos de los corpúsculos. En líneas generales aceptan los dos elementos fundamentales de los mecanicistas: teoría corpuscular y movimiento local. Pero la argucia, si es que lo era, o el recurso de verter el vino nuevo en los odres viejos no podía ocultar que la forma para los modernos era puramente material. La cautela, su propia formación, la necesidad de construir el conocimiento sobre las categorías que habían moldeado su juicio, se traduce en el revestimiento de la física moderna en términos y conceptos aristotélicos. No es mi propósito estudiar las concepciones de los diversos autores que conocemos como *novatores*. Lo han hecho voces autorizadas, como las ya mencionadas. Mi intención es analizar los pocos textos en castellano que trataron la física como ámbito de conocimiento diferenciado tal como se fue configurando a lo largo de los siglos XVII y XVIII en un momento en que se aprecia la escasez de obras en latín que trataran la física o filosofía

⁶ *Ibid.*, 264-278.

⁷ Ramón Ceñal, «Cartesianismo en España...», 16.

natural y que procedieran de las manos de autores nacionales⁸. Así pues, pasaremos ahora a estudiar lo que nos contaron Berni, Herrero y Piquer.

3. Filosofía racional, natural, metafísica y moral de Juan Bautista Berni (1705-1738).

Partiremos de esta obra, publicada en Valencia en 1736, en cuatro volúmenes en octavo, e impresa por Antonio Bordazar (1672-1744). El segundo estaba dedicado a la Filosofía natural o Física y, pese a ofrecer un panorama todavía escolástico, en él se aprecian los nuevos aires con los que se pretendía renovar lo que los *novatores* consideraban el anquilosado e inútil tratamiento que la filosofía tradicional aplicaba al estudio de la naturaleza. Dejando aparte cuestiones de detalle, como el tipo de atomismo al que se apuntaba Berni o su inclinación hacia uno u otro de los sistemas filosóficos modernos, el tratado constituye un compendio de las preocupaciones, inquietudes e intereses de los *novatores*, sin dejar por ello de mostrar las insuficiencias de una aproximación que desconocía o no valoraba lo que estaba ocurriendo allende nuestras fronteras. En gran medida, la filosofía natural de Berni reprodujo en forma abreviada el *Compendium philosophicum* de Tosca (1651-1723)⁹, del que toma conceptos, argumentos y casos pero, al abandonar el latín, ponía al alcance de un público más amplio cuestiones que hasta entonces habían sido patrimonio de unos pocos.

3.1 Una obra para todos.

En el *Juicio* al principio de la obra, Gregorio Mayans (1699-1781) ya nos advierte que Berni, “Ha escrito, y desea publicar una Filosofía cumplida, cual no la teníamos en España: bien que casi todas las partes de ella ya se habían tratado con mucho acierto”¹⁰. Por tanto, la novedad principal de la obra residía en haber sido escrita en vulgar y de ello hacía una defensa acérrima Don Gregorio, adelantándose a las críticas que cabía esperar del mundo escolástico. Ningún mal se derivaba de que todo el mundo tuviera acceso a las

⁸ Ciertamente, la escolástica no pasaba por sus mejores momentos intelectuales. Basta hacer una consulta en el catálogo de la Biblioteca Nacional o en el de Universidad Complutense de Madrid para reparar en la escasa presencia de obras, tanto nacionales como extranjeras cuya temática sea la Filosofía natural o la Física. En latín, una búsqueda en el catálogo de la Biblioteca Nacional ha proporcionado algunos cursos filosóficos publicados en la primera mitad del siglo. Así tenemos: *Cursus philosophicus* (1709-1724) de Pedro Manso de Tapia (1669-1736), en cinco tomos, de los cuales el tercero y el cuarto están dedicados a la filosofía natural; *Cursus Philosophicum* (1721) de Luis Lossada Prada (1681-1748), en tres volúmenes, y el *Compendium philosophicum* (1721) de Tomás Vicente Tosca (1651-1723), en cinco volúmenes en los que la física ocupa un lugar predominante al extenderse el autor en esta materia en los tomos segundo, tercero y cuarto.

⁹ Tomás Vicente Tosca, *Compendium philosophicum* (Valencia: Antonio Balle, 1721).

¹⁰ Juan Bautista Berni, *Filosofía racional, natural, metafísica y moral* (Valencia: Antonio Bordazar, 1736), Tomo I, XII.

reglas de la Lógica para ordenar su pensamiento; supiera mediante la Física de las operaciones que afectaban a los seres naturales; se condujera gobernando sus pasiones y practicara las virtudes apoyado en la Moral, y contemplara la divinidad mediante la Metafísica. El conocimiento, la capacidad de razonar debidamente y de controlar de acuerdo a un orden moral el propio comportamiento, eran bienes a los que estaban autorizados todos, incluidas las mujeres, y no debían hurtarse a nadie por el hecho de no tener una formación en latines. Mayans no hablaba todavía de derechos, pero sí de los beneficios de la cultura para los individuos y para la sociedad. En esta misma línea de reivindicación de la escritura en romance, incidía el propio autor al dirigirse a sus lectores, inspirado como reconocía en el solitario de Oliva: porque “vi que muchísimos vienen a estudiar filosofía sin tener siquiera una mediana noticia de la Lengua Latina, originándose de esto que no entiendan aquello mismo que estudian”¹¹; no era este el único impedimento que los apartaba de la filosofía, pues el problema principal residía en la propia enseñanza de una materia plagada de cuestiones inútiles, reglas superfluas, sofisterías y prolijos y vacíos argumentos. Pero su intención iba más allá, el libro estaba diseñado y redactado para la “común instrucción”, de modo que favoreciese el progreso de las ciencias y de las artes”¹²; más adelante añadía que su ánimo era escribir para todos. La introducción de Mayans, en efecto, defendía que se escribiera filosofía en español pues así “se entiende lo que se lee, y cualquiera puede entenderlo. Pero no quisieran esto los que desean que el saber se estancara en las Escuelas, y que no se supiera más que lo que ellos son capaces de enseñar”¹³. Puede que Mayans no tuviera tampoco demasiada confianza en la habilidad para el manejo de la lengua latina de sus contemporáneos.

El formato en octavo del libro es un indicador de su destino no estrictamente universitario. Existía en los ambientes más afines al cambio una decidida voluntad en favor de ampliar la base cultural de la nación, y uno de los medios para conseguirlo era sin duda fomentar el uso de la vernácula en tratados instructivos, siguiendo el modelo adoptado en otros países. Así lo reconocían los redactores del *Diario de los Literatos de España* (1737-1738), que inauguraron su publicación con la reseña de esta obra de Berni, como veremos más adelante. El libro estaba dedicado a D. Pedro Pérez de Guzmán (1724-

¹¹ Berni I, xiii.

¹² *Ibid.*, xv.

¹³ *Ibid.*, xvii.

1779), futuro duque de Medina-Sidonia, que por entonces contaba doce años y era instruido por Mayans, impulsor como hemos visto de la empresa de Berni¹⁴.

3.2 Objeto de la física. Formas de alcanzar el conocimiento de la naturaleza. La experiencia.

El volumen segundo trata de la Filosofía natural o Física. Comienza con una introducción a la que siguen cuatro libros organizados en capítulos en los que, como el mismo Berni cuenta, se estructura la materia siguiendo la obra de Aristóteles, hechura tradicional de este tipo de manuales. Se inicia con el tratado del cuerpo natural en general, que se corresponde con el libro primero de la *Física*; el siguiente estudia las propiedades comunes de los cuerpos naturales, en conformidad con los siete restantes del tratado aristotélico; el tercero examina los cuerpos particulares, es decir, los cuerpos celestes, los elementos y los mixtos o compuestos, atendiendo a *De Coelo* y *Metheorologia*, y en el cuarto investiga la generación y corrupción, a partir de *De generatione et corruptione*. Estamos ante la tradicional división de la materia en Física General y Física Particular, una clasificación que se mantendrá prácticamente a lo largo de toda la centuria. Aunque sus categorías de análisis eran esencialmente aristotélicas, Berni se distanciaba de los escolásticos, a los que censuraba por haberse olvidado de otros filósofos de la Antigüedad, que a menudo estuvieron, en su opinión, más acertados que el propio Aristóteles. Al nombrar a estos filósofos como autoridades, Berni se mostraba abierto a las corrientes que aquellos representaban o, al menos, a tomar eclécticamente lo que le pareciera más provechoso de cada una de ellas. Como declaraba más adelante, no estaba dispuesto a vincularse sectariamente a ningún sistema, ni a seguir ciegamente a Aristóteles; o a admitir la primacía del aristotelismo por ser la doctrina que según las Escuelas mejor casaba con la Teología. Su crítica a la corriente filosófica dominante no era solo intelectual, tenía igualmente su fundamento en su falta de utilidad, al ser en manos de los escolásticos una disciplina abstracta de la que estaban ausentes las observaciones y las experiencias. Berni traía a colación la poca aplicación que la doctrina aristotélica tenía en la medicina y su nula contribución al bien común. Las objeciones al escolasticismo no impiden sin embargo que la estructura de la obra siga, como ya hemos visto, la del filósofo griego, o que el conjunto de operaciones que atribuye a la física sean las aristotélicas: generación, corrupción, alteración, movimiento, quietud, etc.

¹⁴ Para una sucinta biografía de Pérez de Guzmán puede verse <http://dbe.rah.es/biografias/13833/pedro-de-alcantara-perez-de-guzman-el-bueno-y-lopez-pacheco>.

La materia de la física era la naturaleza, que “no quiere ser abstraída, sino desmenuzada”, en palabras de Bacon¹⁵. Por tanto había que prescindir de formalidades y abstracciones y quitarse los anteojos aristotélicos. Berni entendía por física el estudio de la naturaleza en cuanto conjunto de los cuerpos materiales que componían el mundo sensible; un campo de estudio que constituía también el objeto de las matemáticas, al ser medibles y cuantificables algunas de sus manifestaciones. El objeto formal de la física eran las propiedades sensibles y la averiguación de las causas de los efectos observados. La naturaleza era obra de Dios y, en consecuencia, los cuerpos naturales derivaban directa o indirectamente de la acción divina, en tanto que los objetos creados por los hombres eran los cuerpos artificiales, y de ellos se ocupaban otras materias, como por ejemplo, las artes mecánicas. Pese a esta división entre seres naturales y artificiales según su origen, Berni establecía a menudo analogías entre unos y otros¹⁶, incluso estaba de acuerdo con los atomistas en que todas las operaciones de la naturaleza obran por movimiento local, sin producción de entidad nueva, de modo que los entes naturales eran artefactos de Dios¹⁷. La separación entre naturaleza y arte en cuanto al origen y diseño de sus respectivas producciones, delimitaba los ámbitos de estudio de la física y de la mecánica, una disciplina esta última que en los textos que manejaban los autores españoles por esa época formaba parte de las matemáticas y se integraba en los apartados correspondientes a la estática. La mecánica, como sabemos, se había convertido por entonces en una ciencia del movimiento local que prestaba especial atención a las relaciones cuantitativas y a la obtención de leyes generales y, dado que en la explicación mecanicista los procesos de la naturaleza se realizaban por movimiento local, la filosofía natural se fue mecanizando a medida que se difuminaban los contornos que diferenciaban el comportamiento físico de los entes naturales y de los objetos artificiales¹⁸. El dominio de actuación de la filosofía

¹⁵ Berni II, 9.

¹⁶ *Ibid.*, 4: “no hay repugnancia en que Dios se llame *Artífice de la naturaleza*, y esta *Arte de Dios en la materia*”.

¹⁷ *Ibid.*, 37-38: “[...] ni puede contrastarse que todas las obras de la naturaleza son artefactos de Dios”, donde la voz contrastar se toma con el significado de refutar, como puede verse en el *Diccionario de Autoridades*.

¹⁸ El *Diccionario de Autoridades* remite a la voz “Machinaria” para definir “Mechánica”: “nombre que dan algunos modernos al Arte llamado Mechánica o Máchinica, que es el que enseña la fábrica de tales máquinas, que pueda con ellas cualquier fuerza levantar y mover cualquier peso”. El diccionario fundamenta su acepción en el P. Tosca, para diferenciarla, como dice, del significado que en el vulgar idioma tenían las artes que no eran liberales, pues el término mecánico se aplicaba a “a los oficios bajos de la República”. En el *Diccionario castellano con las voces de ciencias y artes* (1787) de Esteban de Terreros y Pando (1707-1782), se dignifica plena y definitivamente la Mecánica al definirla como “Ciencia, parte de la Matemática, que trata de la virtud de las fuerzas movientes, o motrices, la arte de hacer toda especie de máquinas de levantar toda suerte de pesos, con tornos, grúas, palancas, cuñas, etc.”, pues aun

natural era pues el de los seres sensibles y el objeto de estudio, sus propiedades como causas de los efectos.

Berni otorgaba a la física la consideración de verdadera Ciencia: sus conclusiones eran ciertas y evidentes y se deducían de principios notorios o metafísicos igualmente ciertos y evidentes¹⁹. Estos principios tan generales eran guías del conocimiento, pero resultaban del todo insuficientes para adquirir la verdad en el terreno de la física. Para nuestro autor, la experiencia, que se obtenía de la acción conjunta de los datos proporcionados por los sentidos y del juicio de la razón, era el fundamento y el instrumento principal de la indagación de la naturaleza, y toda interferencia de la metafísica era rechazable, una opinión que reforzaba trayendo a colación la autoridad de Luis Vives²⁰. El conocimiento de las verdades sensibles, al menos de muchas de ellas, no estaba vedado a los seres humanos, a los que Dios había dotado de los recursos necesarios para descubrirlas. El conocimiento de las causas no podía obtenerse sino de la experiencia pues, “Las causas, en sus operaciones, no dependen de nuestro pensamiento, sino de aquel orden y proporción que Dios les dio en la primera Creación, pues todo lo hizo con peso, número y medida”²¹, una declaración con la que rechazaba las corrientes que pretendían llegar a conocer la realidad tan solo con la razón, apuntando su flecha a Descartes. En el volumen primero, que correspondía a la Lógica, Berni había dado a conocer su doctrina sobre los sentidos y sobre la experiencia, bases sobre las que había que construir el edificio de las ciencias naturales, pues las construcciones fundamentadas exclusivamente en la razón resultaban frágiles y mudables; pero tampoco el uso exclusivo de la experiencia era conveniente, ya que podía dar lugar a una física peligrosa, y en este caso los dardos se dirigían probablemente a las prácticas empíricas de sanadores y curanderos o a los aficionados a las artes mágicas. Estas consideraciones sobre los métodos apropiados en física, que serán asumidas en general por los modernos, ya habían sido expuestas por otros autores, en particular podemos citar las apreciaciones al respecto de Jacques Rohault

conservando su antigua vinculación, se pone en primer lugar el hecho de que estudia las fuerzas y su facultad para producir movimientos.

¹⁹ Estos principios son en realidad principios lógicos y no físicos y son los que enumera Tosca en su *Compendium*: El todo es mayor que su parte; la causa necesaria, no impedida, necesariamente obra cuanto puede; la causa debe existir para obrar, la causa no obra si no se aplica; lo que se destruye depende de otro; lo que depende de otro se conserva por otro; lo que se conserva por sí o por otro, se conserva.

²⁰ La Física contempla el mundo visible “si no se malogra en metafísica, de lo que justamente se quejó nuestro Luis Vives”. Añade Berni que el principio a tener en cuenta en física era el de Ockham, que manifestó que “en vano se multiplican las cosas cuando pueden hacerse sin ellas; no se han de multiplicar entidades sin necesidad, sino cuando la experiencia, o la razón las convence”, Berni II, 5, rechazando por tanto la multiplicidad de entidades de la que se servían los escolásticos.

²¹ Berni I, 44.

(1618-1672) en su *Traité de Physique* (1671)²². La interpretación de la naturaleza requería la actuación conjunta de la experiencia y de la razón, presupuesto que excluía una física libresca y estacionaria.

El conocimiento cierto en física solo era alcanzable con el magisterio de la experiencia, que se conseguía mediante el informe de los sentidos y la ponderación de la razón. Los sentidos, siguiendo a Epicuro, eran el principio y origen de todo conocimiento, y nunca eran falaces. Su misión no era percibir las cosas en sí, sino las sensaciones, imágenes o representaciones que enviaban los objetos, es decir, las “especies”. Las sensaciones eran auténticas, pero nada afirmaban sobre el objeto; ese cometido correspondía a la razón, que debía analizar las circunstancias, las acciones, los medios a través de los cuáles se habían percibido las especies²³. Los seres sensibles las enviaban a los sentidos y si venían invertidas, confusas o trastornadas, se percibían invertidas, confusas o trastornadas. Era el juicio el que había de tener en cuenta que los medios invertían las especies: las distancias las disminuían, la multitud las confundía o la mala disposición de los órganos podía impedir o retardar las sensaciones, como ocurría en el caso de los sordos. Otros factores que provocaban que no se alcanzase la verdad sensible eran el ofuscamiento del juicio o la inmoderación de la voluntad, consignando en la búsqueda del conocimiento una prescripción moral. Aunque el entendimiento humano era limitado, pues había verdades que por su propia índole permanecían inaccesibles, los entes naturales obraban de manera invariable siempre que concurrieran los mismos medios, siguiendo así las prescripciones del Creador, que había dotado a los seres humanos de capacidades que les permitían observar ciertas regularidades expresadas en leyes²⁴. La validez del informe de los sentidos, el papel que les tocaba jugar en la obtención del conocimiento, fue como sabemos un tema central en la epistemología de la época. En España tuvo gran influencia el tratado del P. Malebranche (1638-1715) *De la recherche de la verité* (1674-75); no así,

²² En el Prefacio al *Traité*, Rohault advierte contra cuatro actitudes que habían estorbado el progreso en la física. La primera era el crédito otorgado a los Antiguos, a los que se acudía una y otra vez en forma de Comentarios; la segunda, la vinculación con la metafísica y sus procedimientos; la tercera consistía en adherirse tan solo a la razón o tan solo a la experiencia como formas de conocimiento natural, respaldando por el contrario la alianza entre ambas; la cuarta y última era dejar de lado las matemáticas. Jacques Rohault, *Traité de physique* (Paris: Guillaume Desprez, 1682), Tomo I. En un caso se denostaba una inclinación hacia la experiencia que se limitaba a observaciones sin deducciones y, por tanto, prescindía de la obtención de conclusiones; en el otro, se acentuaba que los experimentos proporcionaban nuevas informaciones y descubrimientos y constataban lo acertado de las hipótesis.

²³ Berni enumera una serie de ejemplos, como el de un remo recto introducido en el agua que es percibido como torcido. Corresponde a la razón tener en cuenta el medio, en este caso el agua, para hacer un juicio resolutorio sobre el remo. La sensación, sin embargo, es auténtica. Berni I, 38-43. Este tipo de explicaciones eran muy habituales, Feijoo menciona el mismo caso.

²⁴ *Ibid.*, 45. Véase también Quiroz, *La introducción de la filosofía moderna en España...*, 9.

en ese momento, las ideas contenidas en el *Essay Concerning Human Understanding*, que a finales de siglo sería fuente de inspiración para muchos pensadores españoles.

Como sabemos, los *novatores* se decantaron por una física que hablara el lenguaje de la experiencia; pero, ¿qué entendían por “experiencia”? Berni nos dice que es “la memoria de lo que muchas veces sucede”²⁵, tomando por tanto el término en el mismo sentido que le daba el *Diccionario de Autoridades*: “conocimiento y noticia de las cosas, adquirida por el uso y práctica de ellas”. Se trata de una experiencia en el sentido aristotélico, vinculada pues a la observación repetida de ciertos fenómenos o a las ventajas que proporcionan ciertas formas de hacer o su recuerdo, pero que poco o nada tenía que ver con el diseño experimental, la utilización de instrumentos, la medición o el registro sistemático de datos, prácticas comunes en aquel tiempo de los físicos experimentales extranjeros. Jacques Rohault, por ejemplo, recogía en el prefacio de su *Traité de Physique* tres formas de experiencia: la que se obtenía espontáneamente de los sentidos; la que derivaba de prácticas efectivas, basadas en ensayos que podían repetirse para obtener los mismos efectos y cuyos resultados se registraban cuidadosamente; y aquella que era fruto de actividades planificadas y destinadas a probar la bondad o falsedad de un razonamiento mediante preparativos que ponían de manifiesto el comportamiento atribuido a un fenómeno o a un cuerpo. La experiencia de la que habla Berni tiene que ver en todo caso

Repasemos brevemente los tratados de este segundo volumen. Aunque previamente mencionaré el esquema seguido por Berni en su exposición: primero introducía la cuestión que iba a analizar, presentando a continuación las opiniones de las distintas doctrinas filosóficas al respecto. Comenzaba generalmente por Aristóteles y los escolásticos y seguía con Descartes y Gassendi, con alguna esporádica mención a otros filósofos. Pasaba después a repudiar aquellas afirmaciones y demostraciones que no compartía y terminaba dando su propia explicación sobre el asunto. Aunque Berni, como se ha dicho, bebe abundantemente del *Compendium philosophicum*, no se vale del método geométrico de Tosca, que estructura su texto mediante definiciones, proposiciones, demostraciones y corolarios; tampoco se sirve de los numerosos autores que cita el oratoriano, se limita a los que considera más relevantes entre los modernos, consciente del alcance de su obra.

En el libro primero, Berni abordaba la esencia del cuerpo natural. Ni Aristóteles, ni Descartes, ni Gassendi habían acertado en sus formulaciones: lo que estos autores

²⁵ Berni I, 3.

llamaban esencias –la materia y forma aristotélica, la extensión cartesiana, la impenetrabilidad gassendista– no eran sino atributos que distinguía nuestro entendimiento, abstracciones, predicamentos y categorías metafísicas que no se correspondían con ningún cuerpo particular; eran conceptos universales cuya existencia era puramente mental. Sin perderse en especulaciones y controversias, Berni se despreocupaba del tema para insistir en que “cuerpo” era todo aquello que tenía ser físico, es decir, sensible: la esencia equivalía a la existencia²⁶. A continuación estudiaba el cuerpo natural como compuesto, pues solo así podían explicarse las mutaciones a que estaba sujeto. Repasaba lo que habían dicho a lo largo de la historia los distintos filósofos sobre los principios constitutivos de los entes naturales; en particular describía la hipótesis de Descartes sobre los tres tipos de materia y la opinión de Gassendi sobre los átomos, para quedarse finalmente con la materia y forma de Aristóteles, precisando que la materia eran los átomos y la forma, sus combinaciones específicas, de modo que todo cambio era producto del movimiento local de los mismos. Esta era la posición adoptada generalmente por los *novatores* con la intención de conciliar la tradición con la modernidad y evitar una ruptura radical entre ambas. De hecho, Berni dedicaba un buen número de páginas a demostrar que los átomos y sus configuraciones eran perfectamente asimilables a la materia y forma aristotélica. Evidentemente los átomos no eran una realidad sensible, no eran percibidos por los sentidos, y por tanto, su existencia física resultaba problemática. Tampoco se había llegado a ellos como consecuencia de experiencias, a lo sumo se podía establecer un paralelismo con los cuerpos artificiales que, según decía, se resolvían o podían resolverse en puntos que no podían dividirse indefinidamente, pues ello implicaría que los cuerpos tenían infinitas partes actuales²⁷. Volvemos a encontrarnos con los átomos al tratar el problema del continuo. Los capítulos siguientes se dedicaban a los accidentes y modos, y a su relación con la Eucaristía.

El libro II se inicia definiendo las propiedades generales de los cuerpos como “aquellas perfecciones o atributos que en él hallamos o consideramos fuera de su esencia o naturaleza; como la causalidad, movimiento, quietud, extensión finita o infinita; correspondencia al lugar y tiempo; continuidad; compresión y tensión; rarefacción y condensación y otras afecciones comunes, como sequedad y humedad; frío y calor, etc.”²⁸. Hasta este momento Berni había seguido el guion del *Compendium*

²⁶ Berni II, 18.

²⁷ *Ibid.*, 25.

²⁸ *Ibid.*, 54.

philosophicum, sin embargo, en lugar de encadenar con el tema del continuo, como hacía Tosca, nuestro autor acometía la cuestión del cuerpo natural como causa y, relacionada con ella, la del movimiento local. Tras unos largos párrafos sobre la causa en los aristotélicos, Berni se centraba en la causa eficiente, que era la única que interesaba a la física y que siempre obraba por movimiento local; las operaciones de la naturaleza se realizaban mediante este movimiento y no había necesidad de recurrir a cualidades ocultas, proliferación de entidades o razones metafísicas, tan caras a los escolásticos.

3.3 Movimiento.

Para Aristóteles el movimiento era sinónimo de alteración; así, cuando se modificaba un cuerpo en sustancia se tenía generación o corrupción; si era en cantidad, se producía rarefacción o condensación; la mudanza de calidad daba lugar a intensión o remisión y por último, el cambio de lugar era lo que se conocía como movimiento local. El atomismo, del que era seguidor Berni, hacía innecesario el estudio del movimiento en el sentido amplio aristotélico pues, al prescindir de la forma sustancial, las mutaciones en los cuerpos tenían su origen en los movimientos locales de los átomos, de ahí la importancia de averiguar y caracterizar las causas y las propiedades de estos movimientos. Es cierto que prescinde del concepto de *ímpetus* y que, asumiendo la indiferencia de los cuerpos al reposo o al movimiento, atribuye la causa de este a la acción de unos cuerpos sobre otros, negándoles la capacidad de moverse por sí mismos. Berni definía el movimiento como el tránsito de un lugar a otro y repasaba someramente sus distintos tipos. Utilizaba igualmente el concepto de cantidad de movimiento, al que hacía depender de “la mayor cantidad del sujeto” o “de la mayor velocidad o aceleración”²⁹, dejando claro para el lector de hoy que no distinguía entre estos dos conceptos, lo que no obsta para que analizara las acepciones que los peripatéticos y otros estudiosos conferían a la velocidad, las descartase y terminase estableciendo esta magnitud como una relación entre el espacio recorrido y el tiempo empleado³⁰. El tratamiento que da al movimiento local es desde luego menos completo y preciso que el de Tosca, ni siquiera trae las leyes de impacto, y en su texto, a diferencia de su referente principal, no figura lámina alguna que facilite la comprensión de las proposiciones. Quisiera resaltar que el estudio del movimiento formaba parte de la filosofía natural tradicional y no de las ciencias físico-matemáticas, y por eso no encontramos en la obra de Berni, ni en la de Tosca, una sola fórmula que sintetice las

²⁹ Berni II, 75.

³⁰ Tosca, sin embargo, diferencia velocidad y aceleración: “illum motum dicit acceleratum, cui singulis instantibus nova accedunt velocitatis momenta”, *Compendium...*, Tomo III, 29.

propiedades y leyes que rigen la cinemática, como tampoco asoma en ellas el problemático concepto de fuerza mediante el cual se iba edificando la mecánica racional.

3.4 El continuo: lugar y tiempo.

Tras el examen del movimiento, Berni se adentraba en el tema del cuerpo natural en cuanto extenso, en cuanto en el lugar y en cuanto en el tiempo, abordando igualmente el problema del continuo y el espinoso asunto del infinito, que formaban parte de esas categorías y estaban vinculados a ellas. Berni resaltaba la dificultad de estos problemas y las contradicciones a que daban lugar y se embarcaba en unas disquisiciones que tomaban como punto de partida los conceptos y argumentos aristotélicos, si bien mostrando su discrepancia con algunas conclusiones del *Filósofo*. En honor a la verdad hay que señalar que una materia tan abstrusa ha ocupado a los filósofos, a los físicos y a los matemáticos a lo largo de la historia, y que ha dado lugar a debates que plantean la naturaleza del continuo y si la realidad física es continua o discreta. El problema que suscitaba el continuo era si estaba compuesto o no por partes que se podían distinguir y si estas partes se podían o no dividir indefinidamente. Si se admitían los átomos, surgía la necesidad de describirlos, de modo que se pudiera dar razón de las propiedades observadas en los cuerpos naturales, pues no se podía acudir a la experiencia directa para probar su existencia y características. Era evidente que no podían ser percibidos por los sentidos y se postulaba, por analogía con los puntos matemáticos, que no tenían partes, pero a partir de aquí se originaba una casuística alrededor de todo tipo de especulaciones, fundamentadas en un sinfín de argumentos y objeciones que utilizaban conceptos aristotélicos y analogías matemáticas imprecisas: si eran o no extensos, si tenían existencia física en potencia o en acto, si tenían la misma naturaleza o eran de distinta especie. En la comparación del continuo físico con el matemático, cuyo tratamiento distaba de ser riguroso en la época, se utilizaban propiedades discretas que los desvirtuaban. Lugar y tiempo estaban también vinculados al continuo en el aristotelismo, como también lo estaba el movimiento, que consistía en recorrer un espacio continuo en un tiempo continuo, y así, un espacio finito, pero infinitamente divisible, podía ser recorrido en un tiempo finito infinitamente divisible.

Al lugar y al tiempo dedicaba Berni sendos capítulos siguiendo la línea tradicional escolástica, reconociendo que el tratamiento era confuso y equívoco, pues, como dice, “no es fácil aun a los doctos”³¹. Pero no por ello se privaba de intentar perfilar lo que se

³¹ Berni II, 89.

entendía por lugar real y lugar imaginario, lugar intrínseco y lugar extrínseco, espacio real y espacio imaginario y de argumentar sobre si Dios estaba o no en los espacios imaginarios o si era posible la bilocación. Pasaba a continuación a definir el vacío o lugar vacío como la ausencia de cuerpo y a presentar distintas hipótesis sobre su existencia: desde la escolástica, que la negaba, a la de Gassendi que la admitía, aceptando finalmente el vacío diseminado y negando la posibilidad de que un agente corpóreo pudiera crear un vacío magno. El tiempo era asimismo el continuo, pero no el continuo físico del que ya hemos hablado, sino el continuo sucesivo compuesto de partes indivisibles que eran los instantes³².

3.5 Otras propiedades generales.

Los siguientes capítulos, antes de ocuparse de la física particular, atendían a las propiedades generales de los cuerpos naturales, estudiadas como era habitual en parejas contrarias: compresión/dilatación; rarefacción/condensación; gravedad/levedad; diafanidad/opacidad. Los cuerpos naturales, nos dice, están comprimidos cuando ocupan una extensión menor que la que deben y están dilatados cuando esta extensión es mayor. La virtud que tiene un cuerpo para tensarse o extenderse se llama elástica o resorte. La causa de la compresión es para Berni, que en esto sigue a Descartes, el acercamiento de las partes del cuerpo al desplazar de los poros la materia etérea, lo que daba lugar a su estrechamiento y alargamiento; la operación contraria, es decir, la rarefacción, se derivaba del alejamiento de las partes al llenarse los poros de materia sutil y ensancharse y acortarse. A la compresión achacaba el filósofo valenciano ciertos efectos conocidos, como el ascenso de las fuentes, el estruendo que se producía en los terremotos, la respiración en los animales y la circulación de la sangre.

Sobre la gravedad, el autor nos dice en primer lugar que es asunto que pertenece más bien a la matemática, e insiste en ello unas páginas más adelante³³. Definía la gravedad como aquello que inclinaba al cuerpo hacia el centro, mientras que la levedad no era sino

³² Es así precisamente como define el *Diccionario de Autoridades* el “continuo sucesivo”: “el tiempo, cuyas partes se unen entre sí por medio de instantes”. ¿Cómo medir esos instantes? Berni, II, 116-117, transcribe el cálculo de Tosca, II: 317-318), en el que intervienen el Sol, las arterias y el abrir y cerrar de ojos, aunque los valores que da no coinciden con los del *Compendium*. El instante se define como el tiempo que el Sol gasta en “adquirir un punto del cielo”, pero advirtiendo que cuanto más veloz es el movimiento más corto será el instante, porque “en menos tiempo se adquieren más puntos del lugar”.

³³ “Siendo esta una materia tan propia de la Matemática, solamente trataré lo que aquí se pueda entender y mueva al deseo de aplicarse a aquella”, Berni II, 141. No hace otra cosa Berni que seguir los pasos de Tosca, que remite al lector al Tratado de Estática de su *Compendio Matemático* (Madrid: Antonio Marín, 1727). “Señalar la razón de la proporción del descenso, toca a los Matemáticos, como también muchas noticias que allí se tratan”, Berni II, 148.

la menor gravedad de un objeto respecto de otro. Identificaba además gravedad y peso, y los relacionaba con la cantidad de materia. La razón del descenso de los graves y la causa física de este movimiento terminaban resolviéndose acudiendo al Artífice divino, que había dispuesto las cosas de este modo para que compusieran un globo total con la Tierra, de modo que quedara suspendida en el aire. A pesar de que Berni afirma que no encuentra respuesta que le convenza sobre la causa de la gravedad, ni la solución de los escolásticos, ni la de los mecanicistas –ya sea en la explicación cartesiana o en la de Gassendi–, lo cierto es que en este punto Berni admite la caída de los graves como un movimiento natural que tiene una finalidad concreta y por tanto su concepción cae claramente dentro de la órbita aristotélica. Berni expone algunas propiedades bien conocidas de la caída de graves, pero la falta de exactitud en el lenguaje utilizado puede dar lugar a cierta perplejidad en el lector moderno³⁴.

El texto proseguía con las propiedades del cuerpo natural que lo hacían diáfano u opaco, luminoso o coloreado, es decir, se comenzaba el estudio de las propiedades que eran percibidas a través del sentido de la vista, introduciendo así al lector en la naturaleza y operaciones de la luz. Berni desdeñaba las opiniones escolásticas que atribuían esas percepciones a cualidades físicas realmente residentes en el cuerpo, optando por la explicación cartesiana, que consideraba que el hecho de ser diáfano tenía que ver con la rectitud y derecho de los poros; lo contrario ocurría en los cuerpos opacos, en los que los poros no se encontraban alineados y la luz sufría numerosas reflexiones que le impedían traspasar el objeto. Esta explicación, continuaba, satisfacía ciertas observaciones, como el hecho de que el vidrio molido fuera opaco, porque sus poros se habían torcido por efecto de la molienda; o que el leño cortado en forma de tabla de muy poco espesor dejara pasar algo de la luz. La siguiente cuestión a tratar era indagar en qué consistía la luz, repasando para ello las opiniones vertidas por los tres filósofos de referencia. Para Aristóteles y las Escuelas era una cualidad de los cuerpos luminosos; para Descartes en su origen era fuego, pero en su continuación una agitación del éter; Gassendi la tomaba como un cuerpo material formado por átomos que se difundían en el espacio. Los dos filósofos franceses lograban justificar muchos efectos y propiedades de la luz, como su dirección rectilínea o los fenómenos de reflexión, pero no terminaban de dar

³⁴ Escribe que “arrojando de una torre dos bolas, que cada una pese una libra, si la una es de plomo y la otra de madera, más rápidamente baja la de plomo, porque por su naturaleza más pesada, es menor su mole, y coge menos aire que vencer”. Evidentemente cuando habla de que la naturaleza de una bola de plomo de una libra de peso es más “pesada” que la de una bola de madera también de una libra, se está refiriendo a la densidad relativa y por tanto al tamaño, Berni II, 147.

cuenta de su extraordinaria velocidad. A la postre, Berni se quedaba con la luz como fuego muy débil unido a una materia sulfurosa muy tenue que se prendía con facilidad, y en esta sentencia se apoyaba para refutar a los escolásticos y para dar cuenta de los fenómenos de reflexión y de refracción. La luz era cuerpo que penetraba en los cuerpos diáfanos por los poros rectos, se reflejaba y refractaba como los cuerpos que pasaban de un medio a otro; pero además, para que hubiera luz era necesaria la agitación del éter que comunicaba su movimiento a las partículas inflamables. Buen ecléctico, Berni ensamblaba en un todo las teorías de cartesianos y gasendistas. Por su parte, el color no era sino luz modificada por la reflexión en distintas superficies, como podía estudiarse en el *Teatro de los colores* de Robert Boyle (1627-1691), que en esto seguía a Descartes.

Las demás percepciones de los sentidos se analizaban sucesivamente. En primer lugar el sonido, y después el olor, el sabor y el tacto, así como las cualidades asociadas a ellos. Ninguna de estas sensaciones residía en los cuerpos, o sea, el sonido no era una cualidad del cuerpo sonoro, y lo mismo podía decirse de las restantes impresiones: el sonido procedía de las vibraciones del aire; el sabor y el olor, de partículas específicas en movimiento que despertaban ciertos efectos. No me demoraré más en este apartado que no llegó a ser examinado por Herrero ni Piquer. Mayor atractivo tiene para nosotros la disertación sobre las cualidades de los cuerpos tangibles que comienza con el par calor/fríaldad. El calor, siguiendo a Descartes era producido por el movimiento acelerado de las partículas del cuerpo caliente y la frialdad por su quietud, pero Berni estaba más de acuerdo con Gassendi y sus átomos redondos y velocísimos, que penetraban los cuerpos y los desorganizaban, produciendo la sensación de calor. Distinguía pues entre un calor formal, que era la sensación percibida por la agitación de las partes de nuestro cuerpo, y un calor virtual o potencial, que residía en los átomos sutiles de Gassendi. Las cualidades aristotélicas pasivas y opuestas, es decir, la humedad y la sequedad, no debían confundirse con la fluidez y la dureza, comentaba Berni, pues había cuerpo fluidos que no eran húmedos, como el mercurio. Para nuestro autor, la opinión de Gassendi era la que mejor daba cuenta de los fenómenos observados. Consistía en atribuir la fluidez a la facilidad para desunir los átomos y la dureza a la fuerte trabazón existente entre ellos. Terminaba el capítulo negando la división escolástica entre cualidades notorias y ocultas y rechazando que, ante el desconocimiento de las causas de ciertos efectos, se recurriera a la simpatía y a la antipatía; por ejemplo, la explicación de Descartes y Huygens de la virtud magnética, o la justificación de ciertos fenómenos por la acción de efluvios que salían de los cuerpos, ofrecían una alternativa a la basada en unas esotéricas afinidades.

3.6 Física particular. Los cuerpos celestes y los elementos.

En el libro III se iniciaba la física particular, donde se estudiaban los cuerpos físicos en cuanto a sus propiedades individuales y específicas. En capítulos sucesivos se describía el mundo en general –basándose en el relato bíblico–, los cielos y los cuerpos celestes, los sistemas del mundo y los elementos. Tras plantear algunas cuestiones sobre el origen, antigüedad, perfección y duración del mundo, Berni lo dividía en las dos regiones acostumbradas, la celeste o etérea, que comprendía desde la Luna al Empíreo, y la elemental, que se correspondía con el cóncavo lunar. Dejaba para los teólogos el Empíreo y se ocupaba del cielo en que se encontraban las estrellas y los planetas. Para los escolásticos el cielo era sólido; para Séneca, Cicerón, Descartes y Fabri era fluido; había quien, como Riccioli, lo tenía por fluido para los planetas y sólido para las estrellas fijas. Nuestro filósofo se quedaba con la segunda opinión y pasaba a considerar la causa del movimiento de los astros, resolviendo en definitiva que se movían por el impulso que Dios les dio inicialmente, de modo que admitía un movimiento propio en ellos. En la cuestión del sistema del mundo, exponía el de Ptolomeo, el de Copérnico y el de Tycho Brahe, y mientras daba razones astronómicas basadas en observaciones para descartar los anteriores a Copérnico, de este último solo decía que había sido condenado por la Iglesia y que, en consecuencia el más verosímil era el del astrónomo danés, sin extenderse, como hacía Tosca, en que tanto el de Copérnico como el de Brahe daban cuenta de los fenómenos astronómicos y podían tomarse como hipótesis³⁵. Que la Tierra estaba inmóvil se daba por hecho, no había movimiento de traslación alrededor del Sol, pero tampoco de rotación sobre su propio eje, y de esta guisa lo defendía Berni: “¿y quién había de creer que la tierra da una vuelta en 24 horas, y que nosotros andamos sobre ella 7200 leguas, que es su circunferencia, y en cada hora 300, sin sentirlo nosotros, ni advertir la fuerza de la atmósfera?”³⁶. Como bien apunta con sorna Feijoo, al filósofo valenciano le parecía más sensato que fuera todo el orbe celeste el que ejecutase ese movimiento en veinticuatro horas, aunque pocos años antes el autor del *Teatro* había utilizado el mismo argumento, como veremos cuando hablemos del benedictino. Los siguientes capítulos estaban

³⁵ Tosca, *Compendium...*, Tomo III, 441-442: “Tam Systhema Copernicanum, quam Tychonicam admittitur ut hypothesi”. Tosca admite a regañadientes la inmovilidad de la Tierra, pues tras exponer la condena de Galileo por la defensa del sistema heliocéntrico y la inclusión del de Copérnico en el Índice, resume: “Tenendum ergo est Terram quiescere, ac circum ipsam Solem moveri”, y sigue “Licet autem falsum sit Terram moveri, Solemque quiescere; si tamen hac Copernici sententia tantum in ratione hypothesi accipiat, simplicior est Thyconica, ac paucioribus motibus Caeli phenomena explicat. Sed de his fati”, 459.

³⁶ Berni II, 215.

dedicados al Sol y la Luna, detallando su naturaleza, magnitud, distancia a nuestro planeta, eclipses y movimientos, así como las medidas del tiempo que dependían de ellos; se continuaba después con los planetas y las estrellas fijas y se hacía una incursión en las novas y cometas, cuya aparición y observación habían perturbado el cielo aristotélico, aunque no tanto el de Berni y Tosca, porque si bien reconocían que las novas se encontraban por encima de los orbes planetarios, refutaban que fueran de nueva creación, dejando así incólume esa perfección celestial en la que no había generación ni corrupción y, de paso, el crédito de las Sagradas Escrituras. Poco espacio dedicaba a los cometas, a los que colocaba por encima de la Luna. Sin embargo, en atención a sus lectores y para cerciorarlos de la exactitud del cálculo astronómico –que pertenecía a la Matemática–, Berni procedía a explicar la medida de distancias astronómicas mediante el método de la paralaje. Las nuevas y más precisas observaciones obtenidas mediante el telescopio, junto a la mayor capacidad de cálculo debido a las técnicas logarítmicas, justificaban los resultados que en muchas ocasiones diferían de los de los antiguos. Toda una invitación a cultivar esa ciencia, a la que llama “Reina de las Matemáticas”, de la que hace una somera presentación explicando con cierto detalle la esfera celeste – a pesar de subrayar que esta materia no pertenecía a la física³⁷– y aportando una serie de informaciones sobre el calendario, los eclipses y la medida de los tiempos solares y lunares, finalizando con una serie de advertencias contra la astrología, “hija bastarda de la Astronomía”³⁸. Ya hemos visto en el caso de la gravedad, y ahora, con la astronomía, que ciertas materias de la filosofía natural formaban también parte de las llamadas matemáticas mixtas, como el propio Berni nos dice, al justificar que no describa experiencias propias por considerar que “muchas son fisico-matemáticas”. Claro que el escritor valenciano respira como lo hace Tosca, pues su Física es una versión reducida de la del oratoriano, para el que era evidente “cuanto necesita la Filosofía natural de que la ilustre la Matemática con sus luces”³⁹, algo que cumple en su *Compendium* al remitir a menudo a su *Compendio*. Para Tosca y para Berni las matemáticas, al menos las mixtas, eran capaces de producir conocimiento legítimo de la naturaleza.

³⁷ “...pero como estos círculos, polos, líneas, etc. no son reales, ni existen físicamente [...] no pertenecen a la Física puramente tal”, Berni II, 223. Tampoco la explicación sobre la medida de distancias mediante la paralaje ni el cálculo astronómicos eran materia de la física, sin embargo Berni quiere resaltar la capacidad de la astronomía para investigar la naturaleza, en este caso, los cielos.

³⁸ Berni II, 257.

³⁹ Berni I, xxvi.

La segunda parte estaba dedicada a los elementos. Berni repasaba los cuatro aristotélicos, los determinados por los químicos, los tres tipos de materia cartesiana y los átomos de Gassendi. Las suposiciones de los maestros franceses explicaban a su entender la composición elemental de los cuerpos, pero se inclinaba preferentemente por la hipótesis atómica. El carácter no elemental que asignaba al fuego, al aire, al agua y a la tierra, no impedía que su estudio no fuera relevante, porque eran los cuerpos más abundantes y principales. Las distintas figuras que adoptaban sus átomos acreditaban sus propiedades; así el resorte del aire, por poner un caso, se debía a la forma de muelle de sus átomos. En este capítulo Berni no sigue el tratado de Tosca más que en algún que otro párrafo; en realidad su fuente de inspiración se encuentra en la *Philosophia Sceptica* de Martín Martínez (1684-1734), de quien toma párrafos completos en su explicación de los elementos químicos⁴⁰. En realidad nada añade a lo que Martínez cuenta con mucha mayor extensión, salvo alguna cuestión relacionada con los elementos aristotélicos, como es el caso de la impugnación que hace de la teoría de Galeno, siguiendo el texto de Miguel Marcelino Boix y Moliner (1636-1722), *Hipócrates aclarado y Galeno impugnado*⁴¹. Mediante los principios últimos de la materia, fueran para algunos elementos o para otros átomos, se intentaban explicar las propiedades manifiestas de los cuerpos y de sus combinaciones; a este respecto, la química, mediante sus operaciones y experiencias, tenía mucho que decir, de modo que esta parte de la física particular pasó a convertirse en una línea de investigación de aquella.

El libro IV, que cerraba el volumen, se dedicaba a los meteoros y a la generación de los distintos cuerpos de la naturaleza, incluidos los vegetales y los animales. Berni adoptaba el recurso retórico de preguntarse sobre fenómenos diversos de percepción común como los volcanes, los terremotos, las mareas, la salinidad de los mares, el origen de ríos y fuentes, las aguas medicinales, la formación de las nubes, los distintos meteoros acuosos, el trueno y el rayo, los vientos, el arco iris, los fuegos fatuos o las auroras. La fascinación que provocaban estas manifestaciones de la naturaleza, que a veces tomaban una forma aterradora, pero que normalmente constituían una experiencia habitual y nada extraordinaria, quedó reflejada en la atención que se les dispensó tanto en obras eruditas como en las de

⁴⁰ Pueden compararse las páginas 274 a 278 de Berni, con las que van de la 102 a la 107 de Martínez, aunque conviene señalar que la deuda de Berni con Martínez no se limita a estas pocas páginas. Prescindiendo de la forma dialogada de la *Philosophia sceptica* (1730), repite Berni las tesis y argumentos del escéptico y ecléctico médico. Martín Martínez, *Philosophia sceptica, extracto de la physica antigua y moderna, recopilada en diálogos, entre un Aristotelico, Cartesiano, Gassendista y Sceptico, para instrucción de la curiosidad española* (Madrid: s.n., 1730).

⁴¹ Miguel Marcelino Boix y Moliner, *Hipócrates aclarado y Galeno impugnado, por estar fundado sobre los aforismos de Hipócrates no bien entendidos, que son el tercero, y veinte y dos del primer libro* (Madrid: Blas de Villanueva, 1716), 39-41.

divulgación científica. Aparecerán en artículos de periódicos, darán lugar a controversias y enfrentamientos, se ocuparán de ellos los filósofos más prestigiosos y los aficionados más audaces. Algo de esto veremos más adelante.

Aunque la *Física* de Berni siga la línea marcada por Tosca, su *Logica* es una elaboración personal en la que se retrata la preocupación por los modos de alcanzar el conocimiento, el papel que juegan los sentidos, los errores del juicio y la capacidad de los humanos para alcanzar la verdad. Eran cuestiones a las que Descartes, Malebranche y Locke, por nombrar tres personajes muy influyentes en la epistemología de la época, habían dedicado escritos seminales.

3.7 Física escolástica con toques de modernidad.

La física expuesta por Berni tiene a su favor el haber ofrecido una síntesis personal del *Compendium* de Tosca en castellano, haciéndolo accesible a lectores comunes, pero poco de nuevo añadía que no estuviera ya en la obra del matemático valenciano o de otros autores contemporáneos. Se edifica también sobre la *Philosophia Sceptica* de Martínez, y no solo en los apartados dedicados a los elementos⁴². Es una obra que en cuanto a sus categorías y argumentos podemos calificar de escolástica, por más que su autor discrepe de Aristóteles y de las Escuelas las más de las veces, y presente las opiniones de Descartes y de Gassendi, con los que a menudo se muestra conforme. Ya hemos visto que en la ordenación de los contenidos no se aparta de lo que era tradicional en este tipo de textos, y que el *Filósofo* le sirve de guía a la hora de considerar cuáles son las preguntas que correspondía hacerse respecto a los modos de actuar la naturaleza. Estamos, por tanto, ante un volumen de filosofía natural que tiene poco de lo que se entenderá más tarde por física. Es una obra donde el énfasis se pone en desentrañar la esencia de los cuerpos y las causas de los fenómenos observados, utilizando un método dialéctico. La incorporación de tesis que contradecían palmariamente lo que había sido sostenido por los escolásticos, como por ejemplo, la negación de las formas materiales, el peso del aire o la inexistencia de la esfera de fuego, así como la desvinculación de la metafísica y la insistencia en la experiencia, no hacen moderno a este tratado, si lo comparamos con lo que se publicaba, por ejemplo, en Francia; no aportaba novedad respecto a las propuestas que circulaban en

⁴² La forma dialogada del volumen de Martínez no se correspondía ciertamente con un manual de filosofía como pretendía ser el de Berni, que abordaba además de la filosofía natural, la lógica, la metafísica y la moral. En la *Philosophia sceptica* la discusión entre los participantes se centraba en ciertos temas, pasando de puntillas sobre otros o dejando de lado algunos que, como dice el doctor, eran más propios de los *vulgares filósofos* que se enfrascaban en disputas abstractas y sofísticas.

los escritos de los *novatores*, a pesar de lo cual fue bien recibido por los redactores del *Diario de los Literatos de España*, que iniciaron su andadura extractando la obra y alabando que hubiera sido compuesta en la lengua vulgar: aceptaban como un avance su capacidad para llegar a un público más amplio. Hemos de suponer que alguna razón tendrían para celebrar la publicación, conocedores como eran de la precariedad en que se encontraban los estudios de física en España. El curso que iban tomando las investigaciones había quedado detenido en las aportaciones de Descartes, de Gassendi y de Boyle; nada de lo que estaba ocurriendo allende nuestras fronteras –los perfeccionamientos de la matemática que facilitaban la resolución de problemas mecánicos, el desarrollo de nuevos instrumentos y técnicas experimentales, incluso el entusiasmo que causaban los experimentos en un público profano– había llegado a penetrar en la península, al menos si juzgamos por esta filosofía natural, que ni mejoraba los textos académicos anteriores, como el de Tosca, ni facilitaba el acceso a los recientes discursos de las ciencias y de la filosofía. El legado newtoniano y sus posteriores desarrollos, las corrientes cartesianas que actualizaban el pensamiento del filósofo francés –por citar las dos doctrinas que pugnaban por erigirse en hegemónicas, aunque la segunda tuviera para entonces sus días contados–, el auge de la vía experimental, en resumen, la mirada sin prejuicios escolásticos sobre la naturaleza apenas se adivina en sus páginas. Su gran ventaja respecto a las dos que estudiaremos a continuación reside en que está completa, y en que nos presenta la forma canónica de la filosofía natural.

3.8 Insuficiencia de la obra de Berni.

En algunos círculos influyentes había constancia del atraso científico que padecía el país y se urgía a poner remedio mediante reformas que paliaran las deficiencias que afectaban a los diversos centros de instrucción, ya fueran universitarios o militares. La dependencia de la física respecto de la religión constreñía indudablemente la libertad de filosofar y daba lugar al planteamiento de problemas en los que la interpretación de la doctrina cristiana entraba en conflicto con los nuevos rumbos del pensamiento filosófico, obligando a la elaboración de argumentos que facultaran la conciliación. Si bien es cierto que existían prohibiciones cuya infracción podía acarrear correctivos graves, las cuestiones religiosas, como el milagro eucarístico o la actividad de los ángeles como causa segunda, eran preocupaciones auténticas y personales que no venían impuestas desde fuera, y así las vemos asomar en los textos de física, en los que por otra parte se

valora la investigación de la naturaleza como forma de acercarse a Dios a través de su Creación.

Como hemos dicho al principio, el texto de Berni es representativo de las corrientes de pensamiento de los *novatores*: rechazo de la hegemonía escolástica, eclecticismo filosófico, apuesta por un método de investigación que conjugara la experiencia con la razón, conformidad con el sistema mecánico, desvinculación de la física de la metafísica y de la teología y aplicación de las matemáticas al estudio de la naturaleza, al menos en el caso de Tosca. A diferencia de muchos de sus afines, no se manifiesta como escéptico, pues Dios había proporcionado los medios para obtener ciertas verdades. Para Berni el objeto de la física seguía siendo averiguar las causas para explicar los fenómenos, mientras que la física moderna pretendía recorrer el camino contrario.

No podemos saber si el comedido texto de Berni fue un producto de la cautela o de la ignorancia –su posición como catedrático de universidad le imponía seguramente una actitud conservadora–, pero tenemos al menos un testimonio de la insatisfacción con que fue recibido entre aquellos que demandaban una física libre de ataduras escolásticas y metafísicas. En efecto, un par de años más tarde, en 1738, se presentó el primer tomo, en octavo, de la *Physica moderna, experimental, sistemática, donde se contiene lo más curioso y útil de cuanto se ha descubierto en la naturaleza*⁴³, escrita por Antonio María Herrero y Rubira (1714-1767). En la aprobación del abogado del Consejo, D. Pedro Cañaveras, se ponderaba la obra por estar escrita en castellano y por el provecho que hacía al bien común, recordando la carencia de textos de física en vernáculo, pues la publicación de la *Filosofía* de Berni había despertado unas expectativas que se habían visto frustradas por la escasa extensión y falta de novedad del texto⁴⁴. La *Physica* de Herrero, sin embargo, tampoco llenó el vacío del que se lamentaba el aprobante, dado que solo se imprimió el primer tomo de los cinco que según el autor estaban proyectados, dejando incompleto el tratado. El título de su texto era toda una declaración de intenciones, ya que el adjetivo de “moderna” lo distanciaba de los aristotélicos; su

⁴³ Antonio María Herrero, *Physica moderna, experimental, sistemática, donde se contiene lo más curioso y útil de cuanto se ha descubierto en la naturaleza* (Madrid: s.n., 1738).

⁴⁴ “La notable Carencia que tenía nuestra España, por no haberse escrito como en otros Reinos una Física experimental en Lengua Castellana, ha motivado a nuestro Autor a emprender la presente Obra, la que creyeron Eruditos, que tenían noticia de ella, no podría ver la luz pública, persuadidos sería el objeto principal la que entonces imprimía, y publicó en el año pasado de 1739 en el Reino de Valencia el Doctor Berni; pero después que vieron contenía esta un pequeño Tomo de Física, en que refiriendo en general las opiniones de los Filósofos, sin formar sistema, solo tenía de especial estar en nuestro Idioma, quedaron con grande deseo de que saliese la Obra presente, manifestando con su anhelo particular, el beneficio que se sigue al Común”. *Aprobación del Lic. D. Pedro Cañaveras, Abogado de los Reales Consejos de su Magestad, e&*. Cañaveras confunde el año de impresión de la *Filosofía* de Berni, que fue 1736.

formulación pretendía ser sistemática, explicando los fenómenos dentro de los principios y métodos de un sistema determinado y, por último, la experiencia y los experimentos iban a jugar en su relato un papel fundamental, o así al menos lo proclamaba el autor. Veremos hasta qué punto se cumplieron las expectativas.

4. Antonio María Herrero: un declarado cartesiano.

Antes de pasar al examen de la obra de Herrero conviene decir unas palabras sobre este aragonés que estudió teología en Francia y adquirió el título de médico en la universidad de Alcalá. Ya en la Corte, además de médico de la reina Isabel de Farnesio (1692-1766), fue nombrado secretario perpetuo de la Academia Médico-Matritense y ejerció junto a Andrés Piquer la censura de las obras médicas que se publicaban en España⁴⁵. Herrero participó activamente en la vida cultural del país a través de sus escritos y traducciones y se adscribió sin ambages al bando de los modernos, declarándose enemigo mortal de Aristóteles. En efecto, junto con Joseph Lorenzo de Arenas, seudónimo de Salvador Mañer (1676-1751), editó el *Mercurio Literario* (1738-1740)⁴⁶, publicación de vocación periódica que sirvió a Herrero como vehículo de sus polémicas con los redactores del *Diario de los Literatos de España* y con el P. Feijoo. A su mano se debe la traducción del “diccionario de Trévoux”⁴⁷ y, en colaboración con Le Margne –otro pseudónimo de Mañer–, la publicación del papel *Estado político de la Europa* (1740). Enormemente atraído por las cuestiones relacionadas con los fenómenos físicos y por su explicación mediante causas naturales, y aspirante a una cierta notoriedad e incluso autoridad, nos ha dejado como muestra de sus inclinaciones la *Physica moderna* y varios opúsculos que llevan por título *Disertación sobre la naturaleza de los cometas*, y *Disertación meteorológica sobre el fenómeno o aurora septentrional que se descubrió en el horizonte*

⁴⁵ Los datos que se tienen de este aragonés provienen sobre su biografía proceden fundamentalmente de la *Biblioteca nueva de los escritores aragoneses* de Félix de Latassa y Ortín, *Biblioteca nueva de escritores aragoneses que florecieron desde el año 1500* (Pamplona: Joaquín de Domingo, 1801), Tomo V, 135. La información sobre Herrero se amplió en la *Bibliotecas antigua y nueva de escritores aragoneses aumentadas y refundidas en forma de diccionario bibliográfico-biográfico* de Miguel Gómez Uriel (Zaragoza: Calixto Ariño, 1884), Tomo II, 18-21, en donde se incluyen ciertas obras manuscritas.

⁴⁶ Del *Mercurio Literario*, cuyo título completo reza *Memorias sobre todo género de ciencias y artes. Colección de piezas eruditas y curiosas, fragmentos de literatura para la utilidad y diversión de los estudiosos* se tienen cinco volúmenes publicados entre 1738 y 1740. La consulta se ha realizado en la Hemeroteca Municipal de Madrid.

⁴⁷ Se trata del *Diccionario universal, francés y español, más copioso que cuantos hasta ahora se han visto, el cual contiene todos los términos usados en la lengua francesa, con las frases y locuciones propias y figuradas de todos estilos y refranes y todo lo necesario para la perfecta inteligencia de dicho idioma* (Madrid: Imprenta del Reyno, 1744). Es traducción del *Dictionnaire universel françois et latin*, publicado por los jesuitas en 1704. El diccionario tuvo numerosas ediciones.

de Madrid el 16 de diciembre de 1737; este último fue señalado como un plagio en el *Diario de los Literatos*. Latassa le atribuye también un *Discurso sobre la electricidad de los cuerpos*, vertido del francés al español. Erudito terriblemente polemista, en sus escritos mostró sus discrepancias con Piquer, Feijoo, Tosca, Martínez y otros, y de ello se dará alguna noticia. Pero antes de continuar reproduzco la siguiente nota al pie de página que aparece en *Lettres sur l'électricité* de l'abbé Nollet (1700-1770), que nos da una prueba del interés de Herrero por las novedades científicas que traía el siglo y una imagen menos desoladora de la situación de la ciencia en España de la que era moneda corriente en el país vecino: “Je prends occasion de ceci pour vous dire que nous avons actuellement à Paris M. Hortege (1753), Secrétaire de l'Académie de Physique & de Médecine de Madrid qui publia comme vous savez en 1747 une traduction de mon Essai à laquelle il joignit une histoire fort bien faite de l'Electrité ce qui donna occasion aux deux savantes Dissertations de Dom Antonio Maria Herrero, Docteur en Médecine & membre de la même Académie”⁴⁸.

Nollet menciona dos “savantes Dissertations” de Herrero que desconozco si llegaron a publicarse. El *Discurso sobre la electricidad de los cuerpos* que menciona Latassa es probablemente el *Ensayo sobre la electricidad de los cuerpos*⁴⁹, en el que si bien figura como traductor Joseph Vázquez y Morales, en realidad se trata de Joseph Ortega (1703-1761), ayudado al parecer de Herrero, como testimonia Vicente Ximeno en *Escritores del Reino de Valencia*⁵⁰. Según Nollet, Ortega es igualmente el autor de la *Historia de la electricidad* que precede al *Ensayo*.

⁴⁸ Jean Antoine Nollet, *Lettres sur l'électricité* (Paris: Guerin et Delatour, 1760), Première partie, 210-212. El texto continúa de esta guisa: “il m'a dit de vive voix ce que je savois déjà par mes correspondances & par les gens du pays qui ont fréquenté mon école combien l'Electricité a fait de progrès en Espagne depuis 6 ou 7 ans que M. d'Ulloa & George Juan y ont porté & fait naître le goût de cette étude; il m'a nommé quantité de personnes d'un rang & d'un mérite distingué qui s'occupent sérieusement de ces recherches, entre autres M. l'Evêque de Mondogredo, M. Tiburtio Aguirre Conseiller du Roi, M. Joseph Antoine Orcasitas, Chevalier de l'Ordre de Calatrave & sur tout les RR PP Jésuites, qui tiennent le séminaire des Nobles, n'ont pas manqué de joindre ces nouvelles expériences à celles qu'ils ont coutume de faire pour l'instruction de leurs jeunes élèves & cela se pratique dit-il non seulement dans la Capitale mais encore à Seville, à Barcelone & dans plusieurs autres ville du Royaume”.

⁴⁹ Jean-Antoine Nollet, *Ensayo de la electricidad de los cuerpos* (Madrid: Imprenta del Mercurio, 1747).

⁵⁰ Vicente Ximeno, *Escritores del reino de Valencia, cronológicamente ordenados desde el año MCCXXXVIII de la Cristiana conquista de la misma Ciudad hasta el de MDCCXLVIII* (Valencia: Joseph Estevan Dolz, 1749), 347: “Ya antes Don Joseph Vázquez y Morales (o por mejor decir Don Joseph Ortega, Boticario de los Reales Ejércitos; y Don Antonio María Herrero, bien conocido por su celo en adelantar las Ciencias útiles, y curiosas, verdaderos Autores de la traducción hecha en el año 1747 del libro: *Ensayos de la Electricidad de los cuerpos por M. el Abate Nollet de la Academia Real de las Ciencias de París y de la Regia Sociedad de Londres y de la Historia*”.

La *Physica* de Herrero está dedicada a D. Sebastián de la Cuadra (1687-1766), que a la sazón era Secretario de Estado en sustitución de José Patiño (1670-1736)⁵¹. La aprobación eclesiástica es de Carlos de la Reguera, S.J. (1679-1742), de la Academia Española, profesor de Matemáticas del Colegio Imperial y Cosmógrafo del Consejo de Indias. El jesuita consideraba en su escrito que la obra merecía la licencia de impresión por varios motivos: el primero, por la claridad de expresión y por la propiedad y precisión con que se explicaban los distintos sistemas que se habían inventado para explicar los fenómenos naturales; el segundo, porque trataba de materias experimentales que siempre despertaban la curiosidad y el gusto y el tercero, porque incitaba a debatir las propuestas del autor, evitando así la ociosidad de los espíritus. Como vemos, de la Reguera alababa por un lado la instrucción y deleite que podía aportar la obra tanto por su forma literaria como por su método experimental. Para el jesuita existía igualmente una razón moral que hacía aconsejable el estudio de la física: evitar la indolencia. Con todo, se mostraba escéptico respecto a las posibilidades del limitado entendimiento humano para comprender la naturaleza de las cosas; el mejor medio para conseguirlo era a través de los efectos observados, cuya explicación podía resultar engañosa cuando se deducía de principios, y más fiable cuando se estudiaba mediante experimentos. El jesuita identificaba la física moderna con la sistemática, diferenciándola de la experimental, como también haría Feijoo; esa física que formaba sistema era para el cosmógrafo igual a la de Aristóteles, pero con otras voces, un recurso obligado para un miembro de la Compañía de Jesús cuyo *Ratio Studiorum* imponía la enseñanza de la filosofía aristotélica. La aprobación del Consejo venía firmada, como ya se ha dicho, por D. Pedro Cañaveras, que no se limitó a dar su visto bueno. Primero ponderó la obra por estar escrita en castellano y por el provecho que hacía al bien común, recordando la carencia de textos de física en vernácula. De especial relevancia le parecían a Cañaveras las impugnaciones de Herrero a Tosca, Martínez y Feijoo, y no dudaba que la solidez de las argumentaciones provocaría una respuesta del benedictino, remiso a entrar en polémicas con sus adversarios. Herrero, continuaba, no titubeaba a la hora de impugnar también a autores extranjeros como el P. Regnault, Polinières o Bernouille (*sic*), “dignísimo individuo de las academias de París, Londres y Prusia”. Terminaba agradeciendo a Herrero el haber devuelto el honor a la Nación frente al descrédito en que la tenían en el extranjero por no

⁵¹ De la Cuadra era un hombre culto que apoyó a Agustín de Montiano a conseguir la protección real para la Academia de Historia en 1738 y colaboró en la fundación de la de Bellas Artes. Puede consultarse la nota biográfica de la Real Academia de la Historia en <http://dbe.rah.es/biografias/14711/sebastian-de-la-cuadra-y-llarena-o-llerena>.

“indagar por medio de los experimentos físicos, los admirables secretos de la Naturaleza”. Cañaveras se hacía eco de la preocupación en el entorno gubernamental por el estado de declive en que se encontraban las ciencias en España y por el desprecio con que se miraba desde el extranjero la escasa producción literaria española. Recordemos que en 1737 se comenzó a imprimir la primera publicación periódica, el *Diario de los Literatos de España*, con el favor de la Academia de la Historia, que había iniciado por entonces sus actividades. Un intento, según parece, de paliar la penuria intelectual imperante, propiciado desde el área gubernamental.

4.1 Declaración de intenciones. Los sentidos y el juicio.

El libro se estructura en un prólogo al lector, una introducción, los preliminares y diez discursos que ocupan 425 páginas. Contiene además cinco láminas con figuras y un índice.

El doctor aragonés era un hábil escritor de tijera, como ya había denunciado el *Diario de Los Literatos*; de hecho, su física toma abundantes préstamos del *Traité de Physique* de Rohault y de los *Entretiens physiques d'Aristide et d'Eudoxe* del P. Regnault (1683-1762)⁵², como se probará a lo largo de este escrito. El mismo subtítulo de la obra de Herrero nos remite al del jesuita francés: *Physique Nouvelle “que renferme précisément ce qui s'est découvert de plus curieux & de plus utile dans la Nature”*; la referencia no podía ser más clara. No son estos los únicos autores que consulta e inspiran al médico aragonés. Tendremos oportunidad de encontrarnos con algún otro en las páginas que siguen.

En el *Prólogo*, Herrero declaraba que exponía a la censura del lector ese primer tomo de los cinco de que constaba el proyecto de la obra. Afirmaba que no seguía ninguna opinión sino la que le parecía más probable, rechazaba radicalmente la doctrina aristotélica y se manifestaba claramente a favor de la filosofía moderna. Anunciaba impugnaciones contra Martínez, Feijoo y Tosca, y reservaba para un escrito más extenso e independiente las que pensaba realizar contra el P. Posada (¿?), de la Compañía de Jesús, que al parecer pretendía que fuera una causa general contra el aristotelismo⁵³.

⁵² Noël Regnault, *Entretiens physiques d'Aristide et d'Eudoxe*, 3ª ed. (París: Damonville, 1737).

⁵³ Probablemente Herrero se refiere al P. Lossada y a la *Physica* de su *Cursus Philosophicus* que salió a la luz en 1730. Sin embargo, Latassa incluye entre las publicaciones de Herrero una *Impugnación universal de la doctrina aristotélica*, dirigida en particular contra el P. Pasada (*sic*). Hay un Padre Francisco de Posada (1644-1713), pero no era jesuita sino dominico y no se le conoce obra alguna en favor de Aristóteles.

El tratado propiamente dicho se iniciaba con un cántico a las maravillas de la naturaleza y al espectáculo cautivador que en sus diferentes y diversas operaciones ofrecía a lo largo de la jornada diaria. La curiosidad que despertaban estas manifestaciones en el espectador, podía satisfacerse adentrándose por los caminos que la física moderna iba desbrozando de sofisterías escolásticas; una ciencia antes estéril se había convertido en una fuente de deleite al alcance de todos. Es evidente que nuestro autor pretendía hacer llegar al público una física recreativa, al uso de la que había obtenido una notable recepción en Francia, inspirándose para ello en obras de gran éxito, como las de Rohault y Regnault, que eran conocidas en determinados círculos pese a no estar traducidas. Las cuatro páginas de esta *Introducción* reproducen párrafos completos del prefacio y del discurso con los que se inician los *Entretiens* de Regnault.

En los *Preliminares*, una sección habitual en los textos de filosofía, Herrero definía lo que entendía por física: “[...] aquella ciencia que teniendo a la experiencia y a la razón por guías, felizmente nos conduce por los escondidos senos de la naturaleza, manifestándonos las ocultas causas y secretos principios que hacen parecer en ella tan admirables prodigios”⁵⁴. A pesar de esta declaración en favor de la capacidad de la física para desvelar los misterios de la naturaleza, Herrero se mostraba escéptico sobre las posibilidades reales de lograr objetivos tan excelsos pues, al igual que los filósofos de tradición escolástica, calificaba a la física de ciencia imperfecta⁵⁵. En las secciones siguientes se ocupaba, en primer lugar, del método que debía observarse en el estudio de la física, detallando una serie de consideraciones que no eran sino traducción de las primeras páginas del *Traité* de Rohault⁵⁶. Seguidamente abordaba en sendos epígrafes, lo que denominaba los vicios de la percepción y los modos de corregirlos, apartándose ahora de la letra, aunque no del espíritu, del experimentador cartesiano, para arrimarse al profesor de la universidad de París y abogado del cartesianismo Edmond Pourchot (1651-1734). En efecto, Herrero componía a partir de las *Institutiones philosophicae*⁵⁷, de notable influencia en las primeras décadas del siglo, su relato sobre los errores que

⁵⁴ Herrero, 7.

⁵⁵ Así escribe: “pues aunque después de muchos años trabajan incesantemente los más floridos ingenios en el conocimiento de la naturaleza, exceptuando algunas proposiciones que parecen exceder la línea de probables, no han conseguido más en ese punto que aventurar algunas conjeturas, que la que más pisa los umbrales de la verosimilitud (*sic*), las que se espera lleguen a la esfera de evidentes con la continuación de sus juiciosas meditaciones”, Herrero, 9.

⁵⁶ Rohault, *Traité*..., Tomo I, 1-3.

⁵⁷ Edmond Pourchot, *Institutiones Philosophicae ad faciliorem veterum ac recentiorum philosophorum lectionem comparatae*, 3ªed. (Lugduni: Antonio Boudet, 1711). Herrero consuma una amalgama en la que el mercurio procede del Tomo I, 105-118 y del Tomo II, 96 y ss.

corrompen el juicio y los medios de evitarlos, a saber: “la prevención de nuestra mente, la precipitación de nuestros juicios, la ambigüedad de nuestras expresiones, y el ciego abandono de nuestra ciencia a cualesquiera informe del sentido”⁵⁸. Prestaba especial atención a las debilidades de los sentidos, siguiendo en esto a Malebranche; Rohault, sin embargo se centraba en las formas de conocer –percepción, juicio, razonamiento y sentidos–, si bien tanto Herrero como Rohault coincidían en que era fundamental evitar prejuicios, prescindir de opiniones no justificadas y suspender cualquier afirmación sobre la que se tuviera la menor duda, en absoluta conformidad con el método cartesiano. Tras esta incursión en la correcta senda del conocimiento, las páginas posteriores trataban de precisar el significado que se iba a dar a ciertas palabras y a establecer los principales axiomas de la física, traducción literal de los correspondientes capítulos de Rohault⁵⁹. La preocupación de Herrero por la precisión terminológica tuvo igualmente su manifestación en la traducción del diccionario francés del que ya se ha hablado⁶⁰, pero sus traducciones, al menos en la *Physica*, dejan a veces mucho que desear. Las ideas, que representaban las cosas, venían encarnadas a su vez en el lenguaje y a lo largo del siglo se buscó afilarlo con precisión geométrica, quedando bien plasmadas estas propuestas, años más tarde, en la *Logique* de Étienne Bonot de Condillac (1714-1780)⁶¹.

4.2 Los discursos.

Terminada la parte proemial empezaban los discursos: los tres primeros están dedicados a los principios de los cuerpos naturales y a sus propiedades o afecciones; los tres siguientes, al movimiento, sus propiedades y leyes; el séptimo, a la dureza, blandura y resorte de los cuerpos, propiedades que intervenían en las leyes de los choques, estudiadas en el discurso octavo; los dos últimos examinaban la pesadez, el tiempo, el lugar y otras cualidades. Como podemos ver, este primer tomo se corresponde en líneas generales con

⁵⁸ Herrero, 3.

⁵⁹ Páginas 29 a 41 de Herrero, que se corresponden con los capítulos IV y V de Rohault, 23 a 32. A veces la traducción no traslada correctamente el sentido del original, por ejemplo, la interpretación del axioma octavo que se encuentra en la página 40 carece en gran medida de sentido. Dice así: “[...], si un cuerpo débil, lentamente agitado, encuentra a otro presurosamente movido ante él, no habemos de juzgar que lo ha impelido, y obligado a moverse con más velocidad de la que él tenía”. En Rohault lo que leemos es “Ainsi, si un corps qui se meut lentement en rencontre un autre en repos qu'il pousse devant luy, il ne faut pas penser qu'il l'oblige à se mouvoir plus viste qu'il va luy- mesme”, 34. En el caso francés sabemos que el segundo móvil está en reposo y se mueve tras el impacto, en el del español no se especifica esta situación, solo que el primer cuerpo encuentra a otro que se mueve a más velocidad, lo que carece de sentido.

⁶⁰ Herrero, 29, lo expresa de esta forma: “Para evitar los errores, que suele producir la ambigüedad de las palabras y la viciosa locución de los hombres, es forzoso definir las voces de que usamos, determinarles una fija significación y convenir en ella entre aquellos con quienes disputamos”.

⁶¹ Étienne Bonot de Condillac, *La Logique ou les premières developpemens de l'art de penser* (1780).

lo que se denominaba Física General, si bien el orden en que se desarrollaban los discursos no era el habitual y, a falta de lo que contuviera el tomo segundo, no se incluían las cualidades o propiedades percibidas por los distintos sentidos, mientras que se incorporaban unos cuantos párrafos sobre los elementos, materia tradicional de la física particular.

4.2.1 De la naturaleza, existencia y principios de los cuerpos.

A pesar de que los sentidos proporcionaban observaciones constantes y uniformes de los distintos entes que existían en la naturaleza, lo cierto es que no convenía dar crédito absoluto a las sensaciones, por lo que la existencia de cuerpos no podía probarse por medios naturales; solo el recurso a las verdades reveladas persuadía de que no se trataba de una ilusión. Herrero nos recordaba la dificultad filosófica que suponía probar con evidencia demostrable la existencia de los cuerpos y remitía a los comentarios de Malebranche en su *De Inquirenda veritati*⁶², dando la cita correspondiente. No se ocupaba más del problema que, sin embargo, era una pieza fundamental del pensamiento cartesiano, y al que, por ejemplo, Rohault, por nombrar a una de las fuentes de nuestro médico, dedicaba un buen número de párrafos; Herrero comulgaba más en este aspecto con Malebranche. Una vez establecido que en el mundo existían cuerpos, tocaba determinar los principios de que se componían para así poder conocer su naturaleza. Concebía que materia y forma eran los principios de los cuerpos, y que las propiedades de la materia eran la extensión, la divisibilidad, la figura y la impenetrabilidad; la extensión era la propiedad esencial de modo que la materia no era sino substancia extensa compuesta de partes o partículas, dando así fe de su compromiso con Descartes. Respecto a la materia, Herrero se dejaba guiar principalmente por Rohault, en concreto por los capítulos VI y VII del *Traité*, con ciertas omisiones y añadidos. A pesar de su animadversión hacia el aristotelismo, la materia seguía siendo pura potencia y primer sujeto del compuesto. Tras la materia llegaba el turno de la forma, a la que dedicaba un buen número de páginas en las que establecía que no era sino “[...] la textura, disposición,

⁶² Se refiere a las *Illustrationes seu explicationes ad librum De Inquirenda veritati* relativas al capítulo X del libro 1 y al capítulo 6 del libro 2. Si consultamos la cuarta edición francesa de *La Recherche de la Verité* (Paris: Palard, 1778), Tomo I, 493-501, vemos que en este apartado Malebranche se extiende en aclaraciones sobre “Qu’il est très difficile de prouver qu’il y a des corps”. En ella se sostiene que “le rapport des sens n’est jamais véritable & souvent il est faux [...] Et c’est pour cela que je dis ici, qu’il est plus difficile qu’on ne pense, de prouver positivement qu’il y a des corps, quoi que nos sens nous en assurent: parce que la raison ne nous en assure pas autant que nous nous imaginons & qu’il faut la consulter avec beaucoup d’application pour s’en éclaircir”. Para Malebranche las demostraciones cartesianas sobre la existencia de cuerpos materiales basadas en la razón no tenían evidencia suficiente, y así concluía que “Certainement il n’y a que la Foi qui puisse nous convaincre qu’il y a effectivement des corps”.

orden y combinación de las partículas de la materia”. El estímulo le venía ahora principalmente del *Diálogo de la Forma* de Martín Martínez⁶³, del que tomaba varios ejemplos que le servían para estudiar cómo las mutaciones en las partículas que componían los cuerpos cambiaban las propiedades y naturaleza de los mismos, refutando que las formas aristotélicas fueran sustanciales. A partir de estas premisas, lanzaba un ataque en toda regla contra el P. Feijoo, con el que mantendrá más de una disensión. A Herrero le gustaba exponer sus puntos de vista en lid con sus oponentes, y así el doctor Martínez tampoco se libró de su afición a la polémica, en este caso por establecer un paralelismo entre las configuraciones de la materia que daban lugar a los distintos cuerpos y las formas sustanciales de las Escuelas; Herrero construía las objeciones contra su colega en nombre de la secta cartesiana, de la que indudablemente se sentía miembro, pues decía que el doctor Martínez había levantado una “instancia contra nosotros sobre un argumento que hizo en nuestro nombre a los Aristotélicos”⁶⁴.

Los principios del ente natural inquietaban todavía a nuestros modernos, que seguían considerándolos el meollo de la filosofía natural y en consecuencia despertaban airadas reacciones de unos autores contra otros, dando lugar a disquisiciones de sabor escolástico, pese al repudio que mostraban todos hacia los que llamaban sectarios de Aristóteles. El doctor aragonés parece sentirse cómodo en el debate sobre asuntos frecuentes en los textos de la filosofía tradicional, como es el caso de la generación o corrupción de las formas, cuestión a la que dedica varias páginas⁶⁵. Aunque nada de esto preocupaba, al menos cara a su público, al jesuita de los *Entretiens*, –por traer a colación a uno de los escritores de referencia del médico–, para el autor de la *Physica moderna* y para muchos de sus compatriotas las formas constituían un punto crucial y por ello defendía con pasión que no fueran sustanciales, argumentándolo con determinación frente a reconocidos personajes de su época. Es evidente que estas refutaciones salieron de su pluma, no tendría sentido que fuera de otro modo, pero conociendo la inclinación de Herrero a saquear escritos ajenos no puedo ampliar esa certeza a los párrafos anteriores, en los que habla de las formas en general, desaparecidas por entonces de la física moderna, pero todavía vivas en España. Parece inspirarse directa o indirectamente –es decir, tomándolo de otra obra– en *The Origines of Forms and Qualities* de Robert Boyle. En honor a la

⁶³ Martínez, *Philosophia sceptica*, Diálogo III. En efecto, Herrero reproduce párrafos de este diálogo, algunas veces modificados y otras prácticamente literales.

⁶⁴ Herrero, 82.

⁶⁵ *Ibid.*, 62-87.

verdad, él mismo nos sugiere que consultemos el texto de Martínez y el de otros autores que tratan esta cuestión con mayor profundidad.

Una vez establecidos los dos principios de los cuerpos, materia y forma tal como concebía ambas, el siguiente discurso trataba de los elementos o principios segundos, materia que tradicionalmente se venía asignando a la física particular. Como no podía ser menos en un opositor a Aristóteles, Herrero comenzaba echando por tierra la teoría de los cuatro elementos. Negaba que fueran simples, ya que en las destilaciones y otras operaciones químicas aparecían multitud de corpúsculos de diferentes especies, y recordaba que no todos los cuerpos terminaban resolviéndose en ellos; tampoco aceptaba los átomos de Gassendi, entre otras razones porque suponían la admisión del vacío y que hubiera materia indivisible. La opinión que favorecía Herrero como más probable y verosímil era la de Descartes, es decir, todos los cuerpos estaban compuestos por los tres tipos de materia que aceptaban los cartesianos. En las páginas siguientes pasaba a describir los elementos considerados por los químicos, limitándose a reproducir lo que ya venía explicado abundantemente en otros textos basados en el *Cours de Chimie* de Nicolás Lémery (1645-1715)⁶⁶. Nada aportaba este discurso a lo que ya era conocido en el país por haber sido tratado por otros autores, como el ya citado Martín Martínez.

Bajo el título *De las cualidades o afecciones de los cuerpos*, abordaba Herrero las propiedades de los cuerpos naturales, cuestión importante porque de ellas se derivaban sus operaciones y efectos. En línea estrictamente cartesiana, distinguía entre las cualidades esenciales, que pertenecían al ente, y, por tanto tenían existencia propia, y las cualidades sensibles, es decir, aquellas que se percibían por los sentidos. En este caso, las sensaciones recibidas no eran sino cierto efecto que los cuerpos producían en los nervios a través de los órganos de los sentidos, pero no estaban como tales en los cuerpos que las ocasionaban, de modo que no podía decirse que el calor estuviera en el fuego, ni el frío en la nieve, ni el dolor en la aguja. En este punto parecía reinar ya un acuerdo, como hemos visto en Berni.

⁶⁶ De esta obra existió traducción temprana al español. En efecto, se publicó en 1703, de la mano de Félix Palacios, socio de la Regia Sociedad Médico-Química de Sevilla, con la aprobación de Diego Mateo Zapata. Sin embargo, no es de este impreso del que Herrero obtuvo la información que luego trasladó a su *Physica*; me inclino a creer que una vez más echó mano de Pourchot, como puede comprobarse consultando la página 166 del tomo II de *Institutiones...*, y Herrero, página 100, o los párrafos en páginas 189 a 199 del primero y de la 115 a 125. Pourchot, por supuesto, seguía a Lémery en su exposición, pero la inclusión de ciertos términos que aparecen en su texto y en el de Herrero, como por ejemplo, “colchothar”, que no he hallado en el *Curso de Química del doctor Nicolás Lémery*, sugiere que la fuente del aragonés, o una de ellas, pudiera ser una vez más el libro del profesor parisino.

La primera cualidad que planteaba era el tamaño, que relacionaba con la extensión invariable de las partes de la materia. El hecho de que el volumen aparente de un cuerpo variase en los fenómenos de rarefacción y condensación no implicaba que la extensión real del cuerpo sufriera modificaciones; solo que las partes se ensanchaban o estrechaban, de modo que el tamaño observado no era sino la extensión aparente. La explicación de Herrero es confusa, pues no hace explícita la inclusión de los poros y la materia sutil, recurso al que apelaban los cartesianos y la propia cabeza de la secta, para subrayar que la materia de un cuerpo ocupaba la misma extensión real siempre.

La figura sensible o perceptible estaba determinada por la insensible de sus partes, que eran las que conferían a los cuerpos sus propiedades. Un cambio en la apariencia exterior podía no alterar su naturaleza, mientras que ocurriría lo contrario si fueran las partículas las que mudaban de forma, en cuyo caso cambiaría la naturaleza del ente. Herrero salvaba de prisa esta cuestión que, por lo demás recibía un tratamiento convencional. Saltaba inmediatamente después al controvertido tema de la divisibilidad de la materia, asunto que enfrentaba en bandos irreconciliables a los secuaces de su término indefinido y a los de los átomos, entrando inevitablemente en la maraña del infinito. Los argumentos cartesianos que Herrero manejaba eran los acostumbrados en este tipo de discusión y seguramente eran bien conocidos, incluso con mayor profundidad y extensión, entre los eruditos que habían leído a Descartes y a Pourchot. Añadía una serie de experiencias que venían a reforzar la idea de que no había límite para la división de la materia; eran ejemplos que se repetían una y otra vez en los distintos textos y que los autores tomaban libremente unos de otros. Al menos esta vez Herrero citaba a Regnault, del que a menudo copiaba también como propias las referencias a las que el jesuita remitía. Herrero aprovechaba este capítulo para lanzar de nuevo un ataque contra Feijoo a propósito del carácter sustancial o accidental de las cualidades⁶⁷.

4.2.2 El movimiento y sus propiedades.

La materia de los discursos IV, V, VI y VIII es el movimiento y sus propiedades. Entre los dos últimos se intercala el VII, con la intención de definir lo que se entiende por cuerpos elásticos, duros y blandos y poder abordar en el siguiente los choques entre objetos. A la hora de considerar qué era el movimiento, Herrero rechazaba la definición de Descartes, que establecía que el movimiento era “la traslación de un cuerpo de la

⁶⁷ Herrero, 128-132, parece comulgar con la división cartesiana entre atributo y modo, aunque sin nombrarlos de esta manera, sino llamándolos cualidades o propiedades esenciales y accidentales,

vecindad de aquellos cuerpos, que inmediatamente le tocan, a la vecindad de otros”, y adoptaba la de una “activa traslación o tránsito de lugar en lugar”⁶⁸, insistiendo en que el cuerpo que se movía se distinguía de los de su alrededor por la acción de una fuerza que recibía y lo determinaba al movimiento, y matizando que ese tránsito era la variación en la distancia del móvil a un punto que se consideraba fijo⁶⁹. Tras la descripción de los tipos de movimiento y de sus características como la trayectoria, la velocidad y la cantidad de movimiento, que se identificaba con la fuerza, se pasaba a la descripción de la palanca y la balanza romana, así como la de otros dispositivos basados en los anteriores, ayudándose de numerosos ejemplos y siguiendo con harta fidelidad a Regnault, en lo que en realidad era una traducción del diálogo VII de los *Entretiens*. La cantidad de movimiento no debía de ser un concepto sencillo para el público general, porque Regnault, y por ende Herrero, ilustraban con ejemplos numéricos su cálculo y se explayaban en la explicación de la razón por la que se tomaba como el producto de la masa por la velocidad. Al aplicarlo al estudio de las máquinas simples, en concreto a la balanza romana, Herrero proponía una serie de casos con sus correspondientes cálculos, idénticos por otra parte a los de Pourchot. Que hubiera equilibrio o movimiento en la balanza dependía de que las cantidades de movimiento, fueran o no iguales. Muy bien no debió de entender el procedimiento el médico aragonés, o quizás tradujo descuidadamente el texto, porque donde debía realizarse una multiplicación, Herrero calculó una suma⁷⁰. En la última parte se describían distintas máquinas que no figuraban en Regnault, pero que eran el contenido habitual de los tratados de estática que se ocupaban de lo que Tosca llamaba “Maquinaria”; en este caso Herrero se apoya en la traducción de la parte correspondiente de *Expériences de Physique* de Pierre Polinière⁷¹, de cuyas láminas se copian seguramente la mayor parte de las figuras del texto español. Lo cierto es que, sin llegar a la profundidad

⁶⁸ *Ibid.*, 161-164.

⁶⁹ Los ejemplos y explicaciones siguen de cerca las del diálogo VI del Tomo I de los *Entretiens*, que a su vez toman como modelo el Pourchot, Tomo II, 231-235, pero Herrero convierte en madrileños –un árbol del paseo de la Florida y del río Manzanares, el Retiro o Recoletos– los lugares parisinos.

⁷⁰ En efecto, en página 188, párrafo 26, refiriéndose a la balanza romana dice: “un cuerpo de una libra y 11 grados de velocidad no están en razón recíproca con un cuerpo de 12 libras y 1 grado de velocidad. Teniendo este 13 grados de movimiento o fuerza, y el otro 12, porque la resistencia tiene 12 libras de masa o volumen y un grado de distancia, que hacen 13 grados de cantidad o fuerza, y la fuerza o potencia un grado, o libra de volumen, y 11 de distancia, que hacen 12 grados”. Sumando por tanto, en lugar de multiplicar. Herrero continúa aplicando la suma a su ejemplo y puede que el error provenga de la traducción de esta frase del Regnault: “[...] car les 12 degrés de masse de l'un avec un degré de vitesse ne font que 12 degrés de mouvement; les 13 degrés de vitesse de l'autre avec un degré de masse font 13 degrés de mouvement”. Al parecer, Herrero interpreta “avec” como una adición.

⁷¹ Pierre Polinière, *Expériences de Physique*, 4ª ed. (Paris: 1734), Tomo I, 1-30.

y extensión que Tosca daba a la Maquinaria en su *Compendio Matemático*⁷², Herrero trató con amplitud esta materia, seguramente porque la consideraba doctrina, confirmando de este modo su adhesión al sistema mecánico.

De las leyes del movimiento se ocupa el discurso sexto, que comienza rechazando la noción de átomos con movimiento ingénito y la doctrina epicúrea de un mundo salido del azar. El tratamiento es puramente cartesiano, siguiendo a Regnault, cuyo diálogo octavo exprime al máximo. Dios era la primera causa del movimiento y el autor de las leyes estables que lo regían y lo conservaban; causas segundas eran los ángeles y los torbellinos y causas particulares, los demás cuerpos. Las leyes generales que regían el movimiento eran las siguientes: tendencia de los cuerpos a moverse en línea recta; necesidad de una causa externa para modificar la situación de un objeto en movimiento y llevarlo a la quietud; acción proporcional a la intensidad de las fuerzas en la determinación de la trayectoria del móvil y pérdida del movimiento por comunicación. La primera y segunda ley eran consecuencia de la indiferencia de los cuerpos hacia el reposo o hacia el movimiento, a la incapacidad para tomar decisión alguna, ya fuera ponerse en marcha o pararse, cambiar de velocidad o variar la dirección. Que los cuerpos tendían a moverse en línea recta quedaba ilustrado con un ejemplo dado por Pourchot, pero el discurso completo se basaba indudablemente en el Diálogo VIII de Regnault.

El movimiento circular se producía al encontrar el móvil una sucesión de obstáculos que lo obligaban a cambiar su dirección, si bien la tendencia a la línea recta lo forzaba a apartarse del centro a cada momento, comportamiento conocido por cualquiera que hiciera girar una piedra en una honda. Esta propiedad del movimiento circular se ilustraba en la figura 1 de la plancha 5. Mediante otros ejemplos se acreditaba la relación entre la fuerza centrífuga, la proximidad al centro de giro y la cantidad de movimiento del cuerpo. En la tercera regla se daba cuenta de la composición de dos fuerzas constantes y de direcciones perpendiculares entre sí, y de la trayectoria parabólica que efectuaría un móvil cuando una de ellas variase con el tiempo. Las consecuencias de esta ley quedaban puestas de manifiesto en numerosos ejemplos suministrados por los *Entretiens*, si bien Herrero alteraba su orden⁷³. Del mismo modo, mediante la composición de fuerzas podía explicarse la reflexión de un cuerpo que chocase oblicuamente con un plano, con el

⁷² Tosca, *Compendio...*, Tomo III, 265-342.

⁷³ El movimiento de las aspas de los molinos o de los molinillos de juguete, que se ilustraba toscamente en la figura 5 de la quinta plancha; la caída de una piedra desde el mástil de un barco en movimiento, la trayectoria de una bala de cañón, y otros que indudablemente podían satisfacer la curiosidad de los posibles lectores sin fatigarlos con excesivas teorías y fórmulas matemáticas.

resultado de la igualdad de los ángulos de incidencia y reflexión. En cuanto a la refracción, es decir, la desviación de la trayectoria inicial al pasar de un medio a otro de distinta densidad, se produciría un alejamiento de la perpendicular al plano cuando el móvil entrase en un medio más denso, mientras que tendría lugar un acercamiento en el caso contrario, todo ello de acuerdo con la doctrina de Descartes. Ni Regnault, ni en consecuencia Herrero exponen de modo fácilmente comprensible la refracción, a la que las figuras de la lámina no añaden claridad por no ajustarse al texto. En cuanto a la cuarta regla, el aragonés propone una serie de observaciones cuya causa se debe precisamente a que el movimiento se pierde por comunicación, aprovechándose inmoderadamente del diálogo correspondiente de los *Entretiens*.

El discurso número VIII estudiaba en tres apartados diferenciados las leyes que regían los choques de los cuerpos, ateniéndose a que fueran duros, elásticos o blandos. Estamos ante una traducción literal de las secciones correspondientes de Regnault, desarrolladas en los diálogos X, XI y XII. El tratamiento de las colisiones era un aspecto importante de la física mecanicista, porque el movimiento se comunicaba por contacto, de ahí la búsqueda de las leyes que regían estas transferencias. Como sabemos, Descartes enunció sus leyes de impacto en los *Principia Philosophia*, aunque considerando cuerpos duros y sin tener en cuenta el sentido de las velocidades, pero sus resultados no venían acreditados por las pruebas experimentales. Si bien Huygens resolvió correctamente el problema para cuerpos perfectamente elásticos, el debate sobre los choques entre cuerpos duros siguió abierto a lo largo del siglo XVIII. En la exposición de Regnault se suponía que los cuerpos eran perfectamente duros, perfectamente elásticos o perfectamente blandos y que la cantidad de movimiento debía conservarse en la colisión. La idea básica era que la cesión de movimiento dependía de la mayor “fuerza” de un cuerpo frente a la “resistencia” que ofrecía otro. En el caso de los choques perfectamente elásticos entraba además en acción la fuerza elástica que recuperaba la forma. Así pues, la polémica entre los que postulaban la conservación de la cantidad de movimiento y los que se decantaban por la conservación de las fuerzas vivas no figuró en los textos que estamos comentando.

4.2.3 “De la dureza, blandura, resorte, ductilidad y sictilidad de los cuerpos”⁷⁴.

Herrero consideró conveniente, antes de plantear el análisis de las colisiones, intercalar un discurso sobre las propiedades de los cuerpos que intervenían en los choques. Lo hace

⁷⁴ A primera vista parece que Herrero quiera decir “fictilidad”, palabra que podría proceder del latín *fictilis*, que significa ladrillo o barro, incorporándola con un significado cercano a quebradizo como préstamo al

en el discurso VII. Con setenta y dos páginas, es uno de los discursos más extensos. La dureza se caracterizaba mediante la definición tradicional, que tomaba por cuerpos duros aquellos que resistían a la división, como el diamante, y por blandos, aquellos cuyas partes cedían al menor empuje, como la cera o el agua. En cuanto a su causa, repasaba primero la doctrina de Descartes, cuya opinión no le resultaba plenamente satisfactoria, por lo que aludía a la de Malebranche, que atribuía la cohesión de las partes a la presión ejercida sobre ellas por el aire o cualquier otro fluido que rodeara el cuerpo. A favor de esta tesis, en la literatura sobre el tema, se proponían las experiencias de los hemisferios de Guericke y los relativos a la adhesión de dos superficies planas y lisas. Herrero describía estos experimentos con cierto detalle, sin embargo remitía a unas figuras y planchas sin número, a pesar de que en la plancha número 5, fig. 6 y 7 se encontraban dibujados tanto los hemisferios como las superficies pulidas. Este descuido tampoco se corregía en la fe de erratas. Por último, pasaba a contar la versión de los epicúreos, consistente en que la dureza dependía de la mayor o menor trabazón de unas partículas en forma de ganchos, lo que le parecía la causa más probable⁷⁵, aunque dejando claro que no por ello compartía con Epicuro su teoría atómica. Mediante distintos ejemplos, presentes en muchos tratados, mostraba que la mayor o menor unión de las partículas estaba detrás de los fenómenos observados. Salvo los detalles sobre las experiencias con la máquina de vacío, el texto sigue a Pourchot, del que copia incluso la cita de Lucrecio⁷⁶. La segunda parte del discurso se dedicaba a la ductilidad, cuya causa atribuía a la figura de las partículas y a su flexibilidad. Por último, abordaba la elasticidad o resorte, un asunto que había hecho correr ríos de tinta. Comenzaba Herrero rechazando que la fuerza elástica fuera una virtud intrínseca de los cuerpos, como defendía Tosca siguiendo a Maignan y a Saguens⁷⁷; después exponía la doctrina de los cartesianos, que hacía residir el resorte en la materia sutil de los poros actuando como una cuña; seguidamente, la que atribuía la capacidad de recobrar la forma de los cuerpos elásticos a la presión del aire, reconociendo por una vez su obligación con Regnault y Polinière, de quienes copiaba, pues es de ambos de donde

castellano, o bien referirse a *siccitas*, que quiere decir sequedad o aridez y que es el término que se utilizaba en los tratados de filosofía escritos en latín. De ahí la transformación en “sictilidad” que hace nuestro autor. Me he decidido por esta segunda opción, pese a que “fictilidad” casaría mejor como propiedad contraria a la ductilidad. El autor la define como “la inflexibilidad de las partículas, ramosas y anzuelos; y porque siendo inflexibles, no cederán sin perder su unión y sin romperse”, Herrero, 271.

⁷⁵ Porque “si las partes de un cuerpo son ramosas y anzuelosas, estarán entre sí como atadas, y por tanto serán de difícil separación”, Herrero, 265.

⁷⁶ Véase Herrero, 265 y Pourchot, *Institutiones...*, II, 443.

⁷⁷ Herrero da la referencia exacta de la proposición de Tosca: *Compendium philosophicum*, Física General, libro 1, tratado 4, capítulo 2, que se encuentra en el volumen 3, indicación de que seguramente había leído la obra del oratoniano.

obtenía su información, dando incluso las misma referencias que las que aparecían en el *Entretien* noveno⁷⁸. Antes de dar su propia versión sobre la causa del resorte, Herrero ofrecía la teoría desarrollada por Jean Bernouilli en la *Addition* al *Discours sur les loix de la communication du mouvement*⁷⁹, que mereció según nuestro autor el premio de la Academia de Ciencias de París a la mejor demostración de las leyes del choque, aunque en realidad el premio fue para MacLaurin. El informe de Bernouilli atribuía el resorte al giro de la materia sutil en los poros que, al estrecharse por efecto de la compresión, la obligaban a girar a la misma velocidad, pero en círculos de menor radio, aumentando la fuerza centrífuga y provocando que se alejaran del centro, ensanchando de nuevo los poros y restituyendo la figura primitiva. Con ninguna de estas explicaciones estaba conforme el autor, que utilizaba argumentos expuestos en la *Addition* citada para rebatir las dos primeras opiniones, mientras que refutaba la de Bernouilli en razón de la porosidad de los cuerpos, pues la existencia de una gran cantidad de ellos facilitaría el paso de la materia sutil, que no quedaría constreñida en un espacio menor. El discurso finalizaba con la teoría debida a la propia invención del autor, según la cual la elasticidad de los cuerpos era ocasionada por la figura oblonga, ramosa y flexible de sus partículas, que hacía que actuaran como palancas entre sí, y para dar mayor consistencia a su hallazgo interpretaba a la luz de la misma una serie de fenómenos idénticos a los expuestos en el diálogo noveno de les *Entretiens*.

4.2.4 Gravedad.

El discurso IX se ocupa de la pesadez de los cuerpos, definida como el esfuerzo que hacen los cuerpos para bajar a un centro común. Es de notar que para nada menciona la levedad como cualidad contraria a la gravedad, ni tampoco distingue entre cuerpos graves y leves. El discurso está en buena parte tomado de los coloquios XVII y XVIII de *Les Entretiens*, si bien los primeros párrafos se corresponden con el texto de Pourchot, del que se incluye una extensa cita de Lucrecio en latín⁸⁰. Ni la virtud intrínseca –sea la naturaleza epicúrea o el apetito escolástico–, ni los vapores emanados de la tierra, como mantenían los gasendistas, eran las causas de la gravedad. Siguiendo a Descartes, consideraba más probable que la pesadez fuera debida a una causa exterior, la materia sutil, dada la indiferencia de los cuerpos al movimiento o al reposo. A partir de esta

⁷⁸ Herrero, 274. Regnault, *Entretiens...*, Tomo I, 31.

⁷⁹ Jean Bernouilli, *Discours sur les loix de la communication du mouvement* (Paris: Claude Jombart, 1727).

⁸⁰ En honor a la verdad, Herrero corrige la referencia, pues se trata efectivamente del verso 199 de *De rerum natura*, y no el 169, como señalaba el profesor francés. Purchot, *Institutiones...*, Tomo II, 322-323.

afirmación se componía el texto con los diálogos XVII y XVIII de los *Entretiens*. En el primero se proponían dos torbellinos de materia sutil, uno cuyo eje de giro coincidía con el de la Tierra y otro que tomaba la dirección norte-sur, pasando por los Polos, con lo que se explicaba la dirección hacia el centro de la Tierra de los graves. El distinto peso de los cuerpos y las velocidades que adquirirían al caer quedaban justificadas por los efectos de la materia sutil. El resto del discurso estaba dedicado a resolver una serie de problemas y paradojas aparentes relacionadas con la gravedad. Eran cuestiones que podían resultar atractivas para un lector cuyo interés por la física estuviera guiado por la curiosidad acerca de tales fenómenos⁸¹. Newton, como vemos, ni está ni se le espera en el relato.

4.2.5 Otras propiedades de los cuerpos.

El tiempo, el lugar y demás propiedades de los cuerpos son los temas tratados en el discurso décimo, último del tomo. Sobre estas dos materias, que en manos de los escolásticos habían recibido un tratamiento confuso pasaba Herrero sin detenerse siquiera a refutar a los sectarios de Aristóteles. Algo parecido hacía respecto del vacío, del que solo decía que no podía darse en la naturaleza; no se demoraba en otras consideraciones ni experiencias más que para afirmar que Dios tenía la capacidad de producirlo. Él mismo reconocía la ligereza con que había despachado estos asuntos.

Estudiaba a continuación la porosidad y diafanidad de los cuerpos, basadas ambas en la presencia de poros llenos de materia sutil. Se inclinaba a admitir que los cuerpos fueran porosos por la unión de las partes que los formaban, que eran de distinta naturaleza, figura y tamaño y que por tanto no se ajustaban perfectamente unas a otras, dejando huecos; los fenómenos de rarefacción, condensación y compresión también parecían dar la razón a la porosidad de los cuerpos, así como la corrupción, que no era otra cosa que la separación de los corpúsculos del ente por introducción de una materia que lo corrompía. Traía a colación una serie de experiencias, casi todas extraídas del cuarto coloquio de Regnault. La propiedad de algunos cuerpos de ser diáfanos en mayor o menor grado, es decir, de dejar pasar la luz estaba también vinculada a la porosidad. Las primeras líneas sobre la transparencia de los cuerpos están tomadas una disertación publicada en la *Histoire de l'Académie Royal des Sciences* en la que se expone brevemente la teoría de Huygens⁸²,

⁸¹ Dos paredes perpendiculares al suelo y separadas por una distancia ¿serían estrictamente paralelas? ¿por qué no se caía la torre de Pisa? ¿tendría la cabeza hacia abajo o bien los pies un hombre en las antípodas? ¿cuál era la razón de que los gatos cayeran de pie? Algunas de estas preguntas aparecen también en el texto de Andrés Piquer o en las obras de Feijoo, pues tomaban como referentes a los mismos autores y manejaban los mismos libros.

⁸² La teoría del físico holandés se exponía en la parte correspondiente a la historia, en un apartado de Dióptrica que trataba de la refracción de un tipo de talco, *HARS* (1710), 121-125:123-124.

según la cual la diafanidad de los cuerpos se debía, bien a estar llenos sus intersticios de materia etérea que transmitía el movimiento ondulatorio de la luz, bien a ser sus partes tan elásticas que eran capaces de vibrar como la materia etérea. Herrero admitía la primera alternativa, siempre que los poros y partes del cuerpo estuvieran alineados, aunque no era necesaria una rectitud geométrica; no le convencía que la elasticidad de las partículas transmitiera la vibración, y ponía como contraejemplos que algunos cuerpos elásticos, como el acero templado o los juncos, no dejaran pasar la luz, cuando además había cuerpos diáfanos como el cristal que sin embargo eran quebradizos y nada flexibles. Tanto si la luz era una emisión de efluvios como si se trataba de una vibración, la hipótesis más ajustada y convincente era definitivamente la primera⁸³. Teniendo en cuenta la trayectoria del médico aragonés, no parece creíble que todo esto procediera de su propia cosecha, me inclino preferentemente a creer que haya confeccionado su texto a partir de alguna de las publicaciones extranjeras que manejaba para redactar *El Mercurio Literario*.

Con este discurso termina el Tomo I, que abarca según el autor la Física General, aunque es consciente de que se ha dejado algunas secciones en el tintero, pues él mismo nos dice que: “si se echase menos en él alguna cosa, espérese en los restantes, que con la brevedad posible se darán al público, si este merece agradarle, como el Autor solicita”⁸⁴.

4.3 Un proyecto inacabado.

Hemos visto que Herrero manejaba textos ajenos y que a menudo transcribía apartados enteros, sobre todo los de carácter más técnico; no siempre se conformaba con una traducción literal, sino que, fiel a su estilo, disimulaba la apropiación mediante la organización y combinación de párrafos de distintos autores, la elección de ejemplos o la colocación de las citas. Sabía engarzar lo ajeno con lo propio, añadiendo algún argumento personal, pues no se le pueden negar unos ciertos conocimientos, principalmente los relacionados con la filosofía tradicional y con la de Descartes. No desvelaba sus fuentes –muchas de las citas al pie están copiadas de alguno de los volúmenes de los que se valía. Rohault, Pourchot y Regnault, reconocidos partidarios de la filosofía cartesiana son los autores que con mayor frecuencia fusila. Dicho lo cual, hay desde luego en Herrero una

⁸³ “Si un cuerpo tiene muchos poros, y rectos, si la luz consiste en efluvios, que despide el cuerpo luminoso, siendo sutiles, podrán pasar por ellos, sin la menor interrupción; y si la luz consiste en un ondulatorio movimiento del éter, de quien están llenos todos los poros de los cuerpos, se conoce la facilidad con que en ellos podrán continuarse sus undulaciones”, Herrero, 409. Ni “ondulatorio” ni “undulaciones” aparecen en el *Diccionario de Autoridades*, tampoco “ondulatorio” ni “ondulaciones”. Feijoo defiende en CE I, C XXXIII, 296, la introducción de nuevas voces en el castellano; en concreto habla de “undulación”. Herrero se le adelanta unos años.

⁸⁴ Herrero, 415.

elaboración personal que se concreta en la estructura y orden de los discursos, en la elección de los temas, en la elaboración del índice de las cosas contenidas en el volumen o en las impugnaciones que hace de ciertos autores, guiadas por su afán de notoriedad y su espíritu polémico. Por otra parte su método, que hoy consideraríamos plagio, se encontraba enraizado en las prácticas literarias de la época —ya hemos visto la deuda de Berni con Tosca y Martínez, por ejemplo—, poco inclinadas a rendir el tributo al que eran merecedores los autores originales que se tomaban como referencia; de hecho, los argumentos, las experiencias, los datos, las citas, se repetían una y otra vez, como hoy en día se repiten los enunciados de los problemas en los manuales escolares y universitarios. No ocurría lo mismo en Francia: tenemos un ejemplo en la denuncia de Polinière a un autor que le había copiado algunas láminas y páginas de sus textos⁸⁵. Sánchez Blanco considera que el “método expositivo racionalista de Christian Wolf tiene en Herrero uno de sus primeros adeptos”⁸⁶, pero teniendo en cuenta los préstamos que toma, parece más sencillo atribuir su exposición a un seguimiento de la línea marcada por los cartesianos franceses.

Las planchas vienen firmadas por “D. Luis Herrero”, lo que nos lleva a conjeturar que los dibujos sean de la mano del abogado Luis Herrero y Rubira, (1716-1769), hermano de nuestro doctor y más conocido por los apellidos del padre —Herrero de Tejada. Según Gómez Uriel, Luis Herrero escribió *Arte de pintura* mientras residía en Madrid, en el año de 1738, el de la publicación de la *Physica*. No debió de imprimirse, porque no se da la referencia del impresor, algo que Gómez Uriel sí hace con otras producciones del abogado⁸⁷. Como su hermano, Luis se interesó según el citado testimonio por los fenómenos físicos; de hecho, publicó un *Discurso histórico filosófico experimental sobre los terremotos*, recogido también por Aguilar Piñal, que es la única obra de Don Luis que figura en su entrada correspondiente⁸⁸. También le asigna Gómez Uriel un breve tratado sobre el arte de trabajar los vidrios para la óptica. Todos estos datos, a los que podemos añadir que en los catálogos consultados relativos a grabadores del siglo XVIII no se ha

⁸⁵ “Quoique le Privilège du Suppliant ait été enregistré tout au long sur le Régistre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris, & qu'il ait été rendu public de façon que personne ne le pouvoit ignorer; néanmoins ***, sous prétexte de donner au Public une Explication des Instrumens qu'il fabrique, s'est donné la liberté de piller le livre du Suppliant en une infinité d'endroits”. Polinière, *Expériences...*, I.

⁸⁶ Francisco Sánchez-Blanco, *La mentalidad ilustrada* (Madrid: Taurus, 1999), 217.

⁸⁷ Gómez Uriel, *Biblioteca...*, Tomo II, 21. Sobre este *Arte de pintura* dice Luis Herrero: “Instrucciones y reglas para aprender fácilmente a pintar sin maestro, al óleo, al fresco y de miniatura, con las advertencias para hacer y preparar todo género de colores, y aun arancel de los precios de las drogas y materiales de colores. Escribió esta obra en 1738, residiendo en Madrid”.

⁸⁸ Aguilar Piñal, *Bibliografía de autores españoles del siglo XVIII* (Madrid: CSIC, 1981-2001), Tomo V, 450.

localizado el nombre de Herrero, dan un cierto peso a esta suposición, más si se tiene en cuenta que el hecho de no constar impresor parece darle a la obra una factura circunscrita al ámbito privado y familiar, a lo que hay que añadir que el autor antepone “Don” a su nombre. Por lo demás, el dibujo no es de buena factura, la disposición de las figuras peca de falta de proporción y de orden y las letras no están bien colocadas, por lo que las planchas no resultan de gran ayuda para entender el texto con el que se corresponden. La mayoría de los dibujos son idénticos a los de las láminas del tomo I de las *Expériences de Physique* de Pierre Polinière, y otros parecen inspirados en el libro primero de Regnault y en los del tomo segundo de Pourchot, hecho que corrobora el conocimiento que Herrero tenía de esas obras.

Podemos preguntarnos qué aportaba el libro de Herrero al panorama cultural español. En él no se hace mención alguna a la filosofía newtoniana, que el aragonés desconoce por completo y que tampoco parece ser considerada digna de mención por los aprobantes, satisfechos con el texto de Herrero por exponer “todos los sistemas” que pretendían explicar la naturaleza. La máxima virtud de la *Physica* herreriana es al mismo tiempo su peor defecto: el uso de la tijera para componer unos discursos que presenta como propios, cuando en realidad los ha tomado prestados de los autores franceses. Si se hubiera limitado a traducir los *Entretiens*, por ejemplo, hubiera hecho llegar al público español una física recreativa y cartesiana de indudable éxito en Francia; pero Herrero pretende hacer pasar por suya una física compuesta de retales a la que no ha sabido o no ha podido dar unidad y coherencia. Tan pronto se interesa por la fundamentación del conocimiento, siguiendo a Malebranche, como por los métodos adecuados en el estudio de la física valiéndose de Rohault; abomina de la física aristotélica, pero sigue encadenado a las disputas sobre la forma; no estamos ante un tratado filosófico, pero tampoco ante uno de física al estilo de los franceses; poca cabida tienen los experimentos en su física experimental, carente de la eficacia y vigor que concede su práctica. Es evidente, sin embargo, que presenta un modelo de exposición de los elementos de la física que se aparta de los tradicionales en España: se inclina claramente, con pocas excepciones, por la visión cartesiana de la naturaleza y rechaza el eclecticismo imperante en buena parte de los eruditos españoles; evita enredarse en cuestiones espinosas, como la del infinito o el lugar, disquisiciones filosóficas que seguramente no eran atractivas para sus hipotéticos lectores; concede un peso importante al estudio del movimiento, y explica los distintos tipos de máquinas, algo que habitualmente formaba parte de las matemáticas, pero no de la física; enuncia la ley de inercia y describe las leyes de impacto. Recordemos que ni

Tosca, ni Berni dedican a la maquinaria sección alguna en sus obras filosóficas. Lo que hace desmerecer su trabajo es que no procede de una comprensión y asimilación propias, sino que resuelve sus inquietudes picoteando de sus distintas fuentes. Su propuesta es de difícil tipificación, pues no es exactamente un texto recreativo, al estilo de Regnault, ni un tratado de física en la línea de Rohault, ni tampoco una filosofía natural al uso, por más que parezca sentirse cómodo en las cuestiones filosóficas y argumente contra Feijoo y Martínez como un escolástico⁸⁹. El orden de sus discursos no sigue el modelo tradicional que se ha visto en Berni: los elementos se insertan en la composición de los cuerpos, el lugar y tiempo aparecen al final. La obra no tuvo continuidad, y de ella no se hicieron más ediciones o reimpresiones. No ocurrió lo mismo con otros tratados: el *Compendium Philosophicum* de Tosca se reeditó varias veces, a pesar de que su física hacía tiempo que había sido superada —en este caso hay que tener en cuenta que era un manual utilizado en algunas universidades; de la *Philosophia Sceptica* de Martínez, escrita en vulgar y de temática similar a las de Berni y Herrero, aunque perteneciente a un género literario distinto, se hicieron dos reimpresiones, lo que demuestra que había un público lector interesado en estas materias. Es posible que el prestigio del que gozó Martínez, autor bien valorado por sus escritos y médico reconocido, ayudara al éxito de su libro, mientras que Herrero era por entonces un joven de veinticuatro años que buscaba hacerse un sitio en el medio cultural madrileño. Si, como dice en el *Prólogo*, la continuidad del tratado dependía del recibimiento que tuviera entre el público⁹⁰, y fue esa la razón de su suspensión, la empresa no debió de cubrir las expectativas del autor aragonés, hombre inquieto y amante de la novedad que se embarcó en numerosas aventuras literarias y pronto se dio a conocer en el ambiente erudito de la capital: el mismo año en que se estampaba la *Physica*, salió el primer volumen del *Mercurio Literario*, por poner un ejemplo de sus múltiples intereses. La terminación de su *Physica*, por mucho que Herrero recurriera al préstamo o al plagio de otros autores, requería indudablemente un considerable esfuerzo, tanto económico como de composición y, dado que el autor solía costear los ejemplares, es de suponer que las ventas no le proporcionaron las ganancias que compensaran el esfuerzo de la ingente tarea. También pudo ocurrir que Herrero cambiara de opinión respecto a lo que había mantenido previamente, o que le pareciesen más atractivas otras cuestiones particulares de la física que estaban entonces

⁸⁹ Herrero, 66-87.

⁹⁰ “En cuatro Tomos más que prometo publicar en breve, he ceñido el asunto de esta Obra, la que si lograrse tu pareció, procuraré ilustrar y añadir, para que nada. quede que apetecer a tu curiosidad”. *Prólogo* al lector.

en boga, como los fenómenos eléctricos. El motivo que se ha venido aduciendo para explicar que solo se publicara el primer tomo y no los cuatro restantes ha sido su orientación cartesiana, cuando esta estaba en declive y se iba imponiendo la física newtoniana⁹¹. Ciertamente así era en países allende los Pirineos, pero las múltiples ediciones de los *Entretiens* parecen desmentir que el público se cansara de los cartesianos y se lanzara a los brazos de los newtonianos. No era este el caso de España, en la que la filosofía natural no se había liberado del todo del estrecho corsé aristotélico, por más que los *novatores* hubieran plantado en el país las semillas de la modernidad. Baste recordar lo que se ha dicho sobre el texto de Berni. El conocimiento de la naturaleza seguía siendo conceptual y libresco, pese a que se reivindicara la experiencia; las batallas de antiguos y modernos se libraban en torno a los principios del ente natural; las disputas seguían teniendo un sabor escolástico; los autores que se citaban hacía décadas que estaban muertos; la física de raíz cartesiana que se practicaba en Europa no contaba aquí con autores, demostradores o divulgadores propios; el conocimiento matemático era raquítico y, por supuesto, en el espacio público no había lugar para Newton y sus opiniones, salvo las tímidas menciones que al autor inglés hubiera hecho por entonces Feijoo. El texto de Herrero no cumplía con lo afirmado por el jesuita Carlos de la Reguera en la aprobación eclesiástica: no todos los sistemas que se habían inventado venían descritos, pues el de Newton estaba totalmente ausente, no sabemos si por desconocimiento, dadas las fuentes manejadas, o por no ser considerado estrictamente filosófico. Los debates se centraban en otros filósofos, y en otros temas más afines a la filosofía natural tradicional que a la física matemática o experimental: el aducir como argumento los resultados de ciertos experimentos no convertía su obra en un texto de física experimental.

La *Physica* de Herrero introducía con todo novedades: estaba escrita en vernáculo; apostaba por aspectos recreativos; se dirigía al gran público, pues no pretendía ser un manual universitario, ni tampoco estaba destinada exclusivamente a las bibliotecas de los doctos; relataba experiencias y experimentos en favor de sus afirmaciones, y manejaba datos relativamente recientes. No parece sin embargo que tuviera incidencia entre los curiosos y eruditos; de hecho, no he encontrado referencias contemporáneas a la *Physica*

⁹¹ “[...] entre otras razones porque su orientación netamente cartesiana fue muy pronto superada por las ideas de Newton”. Tomo esta frase de la *Gran Enciclopedia Aragonesa*, pero aparece en artículos y referencias sobre el autor, por poner un ejemplo, en Antoni Nomdedeu Rull, Sandra Iglesia Martín, «Diccionario histórico del español moderno de aparatos de física experimental: documentación de los términos del Siglo XVIII», *Asclepio*, 65 (2) (julio-diciembre 2013), 1-13: 5, doi:<http://dx.doi.org/10.3989/asclepio.2013.20>

de Herrero, salvo una mención en el *Diario de los Literatos* en la que se promete un análisis pormenorizado de la obra, propósito que los *diaristas* no pudieron llevar a cabo por la abrupta finalización a que se vio abocada la publicación. Si tenemos en cuenta el éxito del *Traité* de Rohault, que conoció traducciones al latín y al inglés y numerosas reediciones durante las tres primeras décadas del XVIII, o el de *Les Entretiens* del Regnault, autores en los que se inspira Herrero, no creo que podamos achacar a su cartesianismo que su *Physica* quedara inconclusa. El silencio sobre este tratado de Herrero no se extiende sin embargo a otras de sus producciones y así le veremos polemizar con Feijoo o con los *diaristas* a cuenta de ciertos fenómenos naturales⁹². Puede que el carácter sistemático que Herrero quiso dar a su *Physica* no encajara en un escenario dominado por una marcada aversión a los sistemas, me refiero claro entre los modernos, pues los seguidores de las Escuelas se aferraban decididamente a los suyos. En el título de la obra se mencionaba que se trataba de un volumen sobre física experimental, pero Herrero no llegaba a precisar el sentido que daba a esa expresión, ni qué entendía por experiencia o experimentos. La diferencia con los autores franceses que escribían sobre el tema es meridiana⁹³. Por otra parte la práctica de la física experimental no estaba al alcance de un amplio sector del público destinatario; faltaban instrumentos, espacios, demostradores, tradición y conocimientos matemáticos elementales. Recordemos que el propio doctor manejaba erróneamente algunos conceptos. Si comparamos la *Physica moderna* con las obras de Rohault o Regnault, observamos que en el primer caso el texto funcionaba como complemento de las prácticas experimentales que se llevaban a cabo entre un público dispuesto a pagar por las charlas que recibía; en el caso del jesuita francés, hay que tener en cuenta que la forma dialogada de los *Entretiens* confería a la física una cara afable, amena, apta para el esparcimiento de los lectores curiosos. Herrero, presumiblemente, no contaba con un público tan cultivado como el parisino, pero además su libro tenía el serio inconveniente de pretender tener la consistencia de un tratado de filosofía natural –la presentación de las distintas explicaciones o la refutación de las opiniones de sus contemporáneos, por ejemplo– y apostar al mismo tiempo por una física experimental en la que no estaba lo suficientemente instruido, dando a ese revoltijo de

⁹² El nombre de “diaristas” se da a los redactores del *Diario de los Literatos de España*.

⁹³ Veamos como lo expresa Pierre Polinière: “il s’agit de connaître et examiner des effets que nous sens nous font appercevoir et d’en rechercher les causes”. Y continuaba sobre las experiencias: “Ce n’est pas ici un amas d’observations de différentes espèces, qui sont inutiles, confus, amusant seulement, sans dessein et sans conséquences. Ce sont des matériaux, recherchés avec choix, préparés et arrangés avec méthode, et qui peuvent être considérés comme les fondements d’une Physique exacte”, Polinière, *Expériences...*, Tomo I, Prefacio y Advertencia.

géneros de difícil digestión la forma de una escritura que resultara en una lectura deleitable. Las pretensiones literarias de Herrero se estrellaban contra el muro de su conocimiento superficial, compuesto de retales adquiridos en los mercadillos de segunda mano de la física. Por otra parte, el estilo poco cuidado, la sintaxis a menudo torpe, los numerosos galicismos y la falta de consistencia de unas propuestas mal asimiladas pueden explicar su escasa repercusión; desde luego, su *Physica* no podía competir con la ligereza y amenidad de los discursos de Feijoo. En el panorama editorial español fue un intento malogrado que quizás no encontró su nicho; su obra intentaba acomodarse a la normativa de los textos de filosofía natural que se daban en España, pero incorporando novedades discursivas extraídas de las publicaciones extranjeras que había conocido.

5. La física a mediados de siglo: *Física moderna, racional y experimental* (1745) de Andrés Piquer.

Pasados siete años desde la aparición de la *Physica moderna* de Antonio María Herrero, otro médico, Andrés Piquer Arrufat (1711-1772), catedrático de anatomía de la Universidad de Valencia y socio honorario de la Real Academia Médico-Matritense, lanzó al mercado el primer tomo en cuarto de su *Física moderna, racional y experimental*⁹⁴. En el *Prólogo*, el autor advertía de que su libro tenía como destinatarios a todos los interesados por los fenómenos de la naturaleza, si bien estaba dirigido en particular a los médicos. Las leyes de peso, equilibrio y movimiento, que regían el orden de los seres sensibles, eran igualmente aplicables al estudio del cuerpo humano y constituían una introducción, si no necesaria, al menos provechosa para aquellos que quisieran instruirse en la medicina mecánica; de hecho, tenía la intención de escribir un curso de medicina moderna siguiendo estas propuestas, para las que el cuerpo humano era asimilable a una máquina compuesta de otras más simples. El segundo tomo que anunciaba, en el que pensaba tratar de los minerales, los seres vivos y los cielos, no se llegó a publicar, a pesar de que al parecer lo tenía bastante avanzado⁹⁵. La filosofía mecánica de Piquer responde a la forma canónica establecida en el programa de Boyle, en el que la materia estaba formada por corpúsculos caracterizados por su tamaño, figura y movimiento, evitando

⁹⁴ Andrés Piquer, *Física moderna, racional y experimental* (Valencia: oficina de Pascual García, 1745). Las referencias se han tomado de la edición de 1780, de idéntico contenido que la de 1745, cuya digitalización por la BNE no es completa.

⁹⁵ Vicent Peset, *Gregori Maïans i la cultura de la Il·lustració* (Barcelona: Curial, 1975), capítulo III, 271, nota al pie 5.

pronunciarse sobre cuestiones comprometidas, como la división de la materia o la existencia del vacío⁹⁶.

La obra estaba dedicada a D. Blas Jover Alcázar, del Consejo de Castilla y fiscal en el Supremo de la Cámara. Jover, buen amigo de Gregorio Mayans, había ocupado previamente el cargo de juez ordinario y ministro en la Audiencia valenciana. La aprobación eclesiástica de D. Joseph Climent, presbítero y catedrático de Filosofía de la Universidad de Valencia, ponía el acento en la desconfianza con que muchos veían en España cualquier novedad, algo que aplaudía cuando se trataba de asuntos de fe y de religión, pero que reprobaba cuando afectaba a otras materias. En particular, de la obra de Piquer afirmaba que era la primera física moderna completa elaborada en España. De ella ensalzaba la utilidad y deleite que procuraba, el método apropiado, el estilo conciso, y el lenguaje puramente español. Seguidamente el doctor Joseph Nebot i Sans, abogado de los Reales Consejos, procedía a dar su juicio en un minucioso examen. Al igual que el presbítero, consideraba que la obra era útil y necesaria, no solamente por su objeto, sino también por el método y el lenguaje empleados. La física podía auxiliar a la jurisprudencia al mejorar la preparación de los peritos y dotar a los abogados de una mayor capacidad para detectar equivocaciones o errores de juicio en los testimonios de los testigos. Era también un instrumento valioso a la hora de determinar si sucesos tenidos por milagrosos admitían una explicación mediante causas naturales; recordemos que la prueba capital para demostrar las virtudes cristianas del siervo de Dios residía en constatar que por su intercesión se habían producido uno o varios milagros⁹⁷. La física experimental no se oponía a la Teología, resultaba amena de la mano de autores como el P. Regnault o el P. Eduardo Corsini (1702- 1775) y explicaba las causas de ciertos efectos y fenómenos que la filosofía aristotélica era incapaz de esclarecer. Entre las cualidades del libro destacaba el lenguaje puro y expresivo, sin la afectación de que pecaban las obras de algunos médicos, en las que abundaban las “palabras bárbaras, latinas y francesas (habiendo propias)” y se hacía caso omiso de la gramática⁹⁸. La ignorancia y atrevimiento de los

⁹⁶ Véase al respecto, Daniel Garber, *Remarks on the Prehistory of the Mechanical Philosophy*, en Daniel Garber, Sophie Roux (eds.), *The Mechanization of Natural Philosophy* (Springer Dordrecht, 2013), 3-26.

⁹⁷ Nebot subrayaba que esta misión correspondía a la física experimental, y no a la aristotélica. Para dar mayor peso a su alegato, remitía al lector al texto sobre los procesos de beatificación y canonización del Papa Benedicto XIV, compuesto cuando aún era el Cardenal Próspero de Lambertini (1675-1758).

⁹⁸ Oigamos sus palabras sobre la falta del “buen gusto de la verdadera elocuencia, usado también en sus cartas, aprobaciones y libros de afectadas y pomposas frases, impropias traslaciones, alegorías mal seguidas y peor aplicadas, de voces y títulos ruidosos, huecos y altisonantes, de autoridades latinas entretreídas en el romance, de Autores que por la mayor parte no han visto y de lugares comunes para afectar erudición, lo que sirve de risa a los entendidos, siendo lo peor el ser tan difícil el remedio de este daño, por ser tan general”.

practicantes de la medicina en materia de matemáticas, física o iatromecánica era también objeto del reproche de Nebot. El abogado había redactado unos años antes, concretamente en 1736, la aprobación de la obra de Antonio Bordazar *Proporción de monedas, pesos y medidas*, en la que hacía una encendida defensa de las matemáticas, sin las que, afirmaba, estudiar la naturaleza era perder el tiempo, ya que para la física era “bien notoria su utilidad, pues comprende diferentes materias, que aun por eso, se llaman físico-matemáticas, y sus efectos no se pueden explicar sin las reglas de aquella”⁹⁹. Continuaba después llamando ciencia perfecta a las matemáticas, primera entre todas, a excepción de la Teología. Nebot citaba los *Elementa matheseos universae* de Christian Wolff (1679-1754) y la *Oratio de usus ratiocini Mechanici in Medicina* de Herman Boerhaave (1668-1738), con cuya visión mecánica del cuerpo humano comulgaba. Veremos que Piquer también es partidario de la medicina mecánica y mantiene una posición similar a la de Nebot respecto a la utilidad de las matemáticas, si bien ambos se refieren a las matemáticas mixtas, o ciencias físico-matemáticas, y no a las matemáticas puras; de hecho, Piquer se hace eco de los comentarios del marqués de St. Aubin contra la utilización del álgebra y el cálculo infinitesimal en las ciencias físicas.

Esa insistencia en el lenguaje, en el léxico y en el estilo, tanto del presbítero, como del abogado y del mismo Piquer, no nos debería sorprender si tenemos en cuenta la participación de D. Gregorio Mayans en la elaboración de la obra. Piquer y Nebot pertenecían al círculo de Mayans y mantuvieron con él una intensa correspondencia que ha sido estudiada por Vicent Peset, a quien debemos también un estudio sobre la relación entre Piquer y el erudito¹⁰⁰. El conocimiento que tanto Nebot como Piquer tienen de Boerhaave y Wolff seguramente proviene de sus indicaciones y de sus contactos con corresponsales y libreros extranjeros, que les facilitaban el acceso a las obras.

5.1 Tratado primero: Física en general. Experiencia y razón.

El texto se estructura en cinco tratados, a saber: el primero, de la física en general y su utilidad y modo de aprenderla; el segundo, de los principios del ente natural; el siguiente, del movimiento; el cuarto, de los elementos y el último, de las piedras. El primer tratado es de carácter proemial. En su capítulo inicial se definía la física como la ciencia que se ocupaba de los entes visibles, de sus principios constitutivos, de las leyes que los gobernaban y de los efectos que producían, subrayando que su fin era el conocimiento de

⁹⁹ José Nebot, aprobación de la obra de Antonio Bordazar, *Proporción de monedas, pesos y medidas* (Valencia: Antonio Bordazar, 1736), VIII.

¹⁰⁰ Peset, *Gregori Maïans...*, 227-289.

Dios. En los siguientes párrafos se repasaba someramente las distintas etapas de su desarrollo. Piquer achacaba a los comentaristas musulmanes de Aristóteles las “vanas sutilezas” con que se había llenado la física de “nuevas entidades”, convirtiéndola en “una ciencia pueril y contenciosa”¹⁰¹. La renovación de esta ciencia, continuaba, había llegado de la mano del canciller Bacon y su método experimental, y había sido continuada por Descartes y Gassendi, aunque siguiendo rumbos distintos: Descartes, mediante un sistema nuevo; Gassendi, depurando de errores la filosofía de Epicuro. Más recientemente había aparecido el sistema de Newton, opuesto al cartesiano y tenido en gran aprecio por los muchos seguidores que tenía en Inglaterra¹⁰². Piquer, según decía, no militaba en ninguno de estos sistemas, se declaraba ecléctico y tan solo estaba conforme con las conclusiones de la física experimental, insistiendo a menudo en la primacía de la experiencia¹⁰³. Para formarse su propia opinión, tendría en cuenta sus observaciones y razonamientos, tomando de los diversos autores lo que le pareciera más convincente; como vemos, una declaración de eclecticismo común a los modernos españoles. En el capítulo segundo defendía la utilidad de la física en materias tan variadas como la teología, la jurisprudencia, la agricultura, las diversas artes y, por supuesto, en la medicina, pues “empieza el Medico donde acaba el Físico”¹⁰⁴. Los procedimientos de los físicos experimentales constituían el asunto del tercer capítulo, en el que se resaltaba la importancia de repetir los experimentos, combinarlos entre sí y realizarlos con sumo cuidado, atendiendo a todas las circunstancias, incluso a las más insignificantes. El ejercicio metódico de la observación era lo que diferenciaba a los físicos experimentales de los que alegaban un conocimiento empírico para el ejercicio de ciertas artes, como las de los saludadores o los zahoríes. Piquer advertía de los errores que provocaban los sentidos, la precipitación en el juicio y los prejuicios, así como el hecho de no tener en cuenta la proporción que debían tener las causas con los efectos, aportando numerosos ejemplos, tomados la mayoría de la práctica médica. Piquer no comentaba en esta obra el significado que daba al experimento y a la experiencia; lo hará dos años más tarde en su *Logica moderna*¹⁰⁵. La física experimental, tal como la concibe Piquer, tiene una fuerte

¹⁰¹ Piquer, 3.

¹⁰² [Newton] “logra muchos sectarios en su nación, que acaso han hecho política en seguir, y ensalzar la filosofía Neutonianana”, *Ibid.*, 4.

¹⁰³ “[...] que en la naturaleza no se ha de fingir ni pensar, sino hallar por experiencia lo que esta puede y ejecuta; [...] solo debe aprobarse aquel sistema que sea conforme a la experiencia y ajustado a la razón”, *Ibid.*, 94.

¹⁰⁴ *Ibid.*, 6.

¹⁰⁵ “El experimento es el hecho que observamos con los sentidos; en el examen de este puede haber engaño:

orientación baconiana: de la repetición de experimentos realizados apropiadamente, de la acumulación de datos, pueden deducirse construcciones teóricas, leyes, pautas; es decir, surge ese conocimiento racional y cierto al que llama experiencia¹⁰⁶. El punto de vista de Piquer sobre la experiencia no se encuentra muy alejado del de Berni, tiene todavía un sabor aristotélico: no es necesario que los experimentos a que se refiere sean trabajosos y difíciles, basta contemplar los simples, los comunes, los uniformes, los perpetuos¹⁰⁷. Sin embargo, a diferencia de Berni, incluye en su obra la descripción de experimentos y de instrumentos, con sus correspondientes figuras, previniendo contra la precipitación y la inadvertencia en la deducción de conclusiones¹⁰⁸. En el cuarto y último capítulo de este *Tratado* se describía el papel que tocaba jugar a la razón, entendida como la capacidad de discernir entre lo verdadero y lo falso. Experiencia y razón eran ambas necesarias para establecer verdad alguna; la primera, sin la segunda, se quedaba en una práctica empírica, como la de los curanderos, un ejemplo interesado que le afectaba en su condición de médico. Para reforzar la capacidad del juicio Piquer recomendaba estar instruido en las reglas de la lógica, pero no en aquellas llenas de juegos de palabras y cuestiones vanas, sino en las que enseñaban a evitar el error. El recién publicado libro del P. Regnault era una guía sólida y suficiente para adentrarse en la física¹⁰⁹, pero el que estuviese interesado en la lógica en general podía acudir al “anónimo *Autor del Arte de pensar*”¹¹⁰, y a Muratori en su excelente tratado sobre el *Buen gusto*¹¹¹. El ejercicio de la crítica y la filosofía moral ayudaban a perfeccionar el juicio en general, pero las matemáticas eran especialmente efectivas en el estudio de la física, pues “cuantos progresos se han hecho

la experiencia es el conocimiento racional que tenemos de una cosa por repetidos experimentos. De aquí se sigue, que con dos o tres experimentos no siempre hay experiencia, es menester a veces hacer muchos, repetirlos en distintas ocasiones y lugares, combinarlos, y asegurarse de los sucesos, y después de todas estas averiguaciones se logra aquel conocimiento que llamamos experiencia. Esta, si es racional es certísima, porque si es racional se funda en experimentos hechos con toda exactitud”, Piquer, *Logica moderna, o Arte de hallar la verdad y perficionar la razón* (Valencia: Joseph Garcia, 1747), 72.

¹⁰⁶ “Por esta razón encargan todos los Físicos Experimentales, que no se establezcan sistemas sin haber primero recogido un gran número de experimentos; máxima que observa la sapientísima Academia Parisiense, empleada hasta ahora solamente en juntar y combinar muchas observaciones, para establecer con el tiempo algún sistema apreciable”. Piquer, 30.

¹⁰⁷ *Ibid.*, 16.

¹⁰⁸ El modelo a seguir es el de Boerhaave: “Por lo contrario observando Boherave (*sic*) con gran cuidado estas cosas, y combinando todos los experimentos añadiendo una razón bien instruida en el modo con que obra la naturaleza, dijo: “He visto, y aprendido con observaciones repetidas con cuanta temeridad se desprecian en el uso de los experimentos químicos aquellas cosas que ocultamente se mezclan en la operación”. Y concluye, que con ningún experimento se había justamente probado hasta ahora la transmutación del agua en tierra”. *Ibid.*, 290.

¹⁰⁹ Se refiere a *Logique en forme d'entretiens ou l'Art de trouver la verité* (Paris, 1742).

¹¹⁰ Se trata de la *Logique ou l'Art de penser*, de Antonine Arnauld y Pierre Nicole publicada por primera vez en 1662 sin nombre de autor.

¹¹¹ Piquer, 17.

en la Física Moderna en estos tiempos, deben una buena parte a la Matemática”¹¹². Ahora bien, para Piquer las matemáticas adecuadas no eran el álgebra ni la geometría sublime. Las herramientas necesarias para el estudio de la naturaleza eran las que se englobaban bajo la rúbrica de Matemáticas aplicadas o Ciencias físico-matemáticas, es decir, la Estática, la Óptica, la Hidráulica, la Mecánica o la Astronomía; las demostraciones tan difíciles de l’Hôpital o de Bernouilli habían servido poco para adelantar en física, y Descartes y Newton habían complicado cosas fáciles con sus elaborados cálculos¹¹³. En esto, como en tantas otras cuestiones, Piquer sigue a St. Aubin¹¹⁴, denostador implacable de la introducción de la matemática abstracta en la física. Para Piquer las cosas naturales debían explicarse principalmente por la experiencia, mientras que las matemáticas se explicaban totalmente por la razón. No es de extrañar, según el testimonio del P. Burriel, que alguien bien versado en las matemáticas avanzadas como era Jorge Juan pusiera reparos a las afirmaciones de Piquer y a su visión del papel de las matemáticas en la física¹¹⁵. Poco se conocían en el país los adelantos que se habían hecho en el campo de las matemáticas; la formación en esta disciplina dejaba mucho que desear e imposibilitaba, no ya para comprender la capacidad de las nuevas formulaciones que servían para resolver los problemas físicos, sino siquiera para vislumbrar algo de su potencia. Dudo mucho que Piquer estuviera familiarizado con los elementos del cálculo o con las ecuaciones diferenciales; como era habitual en la España de la época, los escritores que se referían a estas materias solían hablar por boca de otros; se apropiaban de las opiniones más acordes con sus propios pareceres, basando su juicio, no en las obras originales o en las disertaciones de las academias, sino en textos aparecidos en los periódicos, o en autores que, como St. Aubin, abordaban osadamente todo género de saberes. No se olvidaba Piquer de las Artes mecánicas –incorporadas a las ciencias baconianas–, pues contribuían a una mejor comprensión del funcionamiento de la naturaleza. En cuanto a la conciliación de la física con la religión, su posición no difería

¹¹² *Ibid.*, 19.

¹¹³ “la resolución de los infinitamente pequeños, y muchas otras averiguaciones de esta especie, son poco correspondientes para explicar las operaciones de la naturaleza”. *Ibid.*, 19.

¹¹⁴ Gilbert Charles Le Gendre (1688-1746), marqués de St Aubin, *Traité historique et critique de l’opinion* (Paris: Briasson, 1741) Tomo V, 26: “[...] il s’agit de garantir les arts et les sciences d’une corruption presque générale que la géométrie transcendente y introduit, comme nous le remarquons en plusieurs endroits de cet ouvrage”. Pero mientras que St. Aubin conocía el cálculo diferencial, aunque desconfiaba de sus fundamentos, no creo que Piquer lo manejara. Consulta <http://hdl.handle.net/2027/ucm.5325861579>.

¹¹⁵ Carta del P. Burriel a Mayans, *Epistolario* II, 102, sobre la visita al primero de Jorge Juan: “Hemos hablado de Piquer, cuya Phisica lee él ahora y dice que siente que tan buen ingenio no haya estudiado la Geometría sublime y visto a fondo a Mr. Newton para muchas cosas y para no hacer caso de S. Aubin, que él dice ser el Feijoo de Francia, esto es erudito superficial”, en Peset, *Gregori Maïans...*, 280,

de la mantenida generalmente en España: las verdades que postulaba como tales la Iglesia estaban por encima de lo que pudiera sostener la ciencia, si bien las doctrinas de los Santos Padres y ciertos pasajes de las Escrituras admitían interpretación y no se debían tomar como artículos de fe, perspectiva idéntica a la mantenida por Feijoo, como se verá en el próximo capítulo. Las autoridades que citaba a favor de esta opinión eran el abad Calmet, San Agustín y Melchor Cano, entre otros. Proporcionaba entonces una serie de ejemplos del sentido figurado en que habían de tomarse los textos sagrados. La religión tiene una presencia permanente en su obra, como la tenía también en las de muchos de sus contemporáneos. Era piedra de toque inapelable a la hora de admitir o rechazar una doctrina.

5.2 Los sistemas: Descartes, Gassendi y Newton.

En el tratado segundo se exponían en primer lugar las opiniones de los filósofos modernos sobre los principios del ente natural. Piquer comenzaba con una descripción de la doctrina cartesiana de las tres clases de materia a partir de los párrafos comprendidos entre el 43 y el 53 de la tercera parte de los *Principios de Filosofía*, a los que Piquer hacía alusión explícita. No mencionaba los torbellinos, pero señalaba que Descartes negaba la posibilidad del vacío y otorgaba a la extensión la esencia de los cuerpos. A continuación, enumeraba los argumentos habituales contra el sistema cartesiano, en particular le reprochaba que sus principios fueran apriorísticos y producto de su invención, por más que pudieran dar razón de algunos efectos. Para quien deseara conocer las objeciones de otros autores, recomendaba la *Censura de la Filosofía Cartesiana* de Daniel Huet (1630-1721), el *Viaje al mundo de Cartesio*¹¹⁶, y el discurso 13 del tomo primero del *Teatro Crítico*. Especialmente jugosos y, como él mismo dice, poco comunes, debieron parecerle a Piquer dos argumentos contra las doctrinas de Descartes. El primero era de Archibaldo Pitcairn (1652-1713), del que transcribía un párrafo en el que rechazaba la materia sutil e indirectamente el *plenum*, basándose en la ley de inercia¹¹⁷. El segundo, tomado del *Traité*

¹¹⁶ Se trata de *Voyage du monde de Descartes*, del P. Gabriel Daniel (1649-1728). Se publicó por primera vez en 1690 y su última edición es de 1739.

¹¹⁷ Archibald Pitcairn, *Elementa medicinae physico-mathematica* (Venecia: Antonio Bortoli, 1733), *Elementorum medicinae, Liber primus*, 2. Pitcairn realizaba su argumentación basándose en que, de existir la materia sutil, dos esferas del mismo tamaño tendrían igual cantidad de materia, pues la materia sutil llenaría los poros de ambas, y, en consecuencia, opondrían igual resistencia al movimiento. Aplicando este razonamiento al aire y al mercurio deducía que no se produciría la caída de graves. Para Pitcairn, dos esferas del mismo tamaño, una de madera y otra de hierro tendrían la misma masa y por tanto el mismo peso, admitiendo la hipótesis cartesiana. La definición de Newton de cantidad de materia o masa como “la medida de la misma originada de su densidad y volumen conjuntamente” carece de precisión y tuvo que ser depurada con el tiempo. Si bien Newton en la definición primera del libro primero de los *Principia* nos dice

de l'opinion del marqués de St. Aubin — escritor de cierto predicamento entre los eruditos españoles, pues es mencionado, entre otros, por el P. Feijoo— ponía reparos a los torbellinos con los que Descartes pretendía explicar la gravedad y la disposición planetaria en torno al Sol¹¹⁸.

Tras el turno de Descartes se sintetizaban los aspectos más relevantes del atomismo de Gassendi, centrando la cuestión en la materia primera como principio único y universal, de cuya división se obtenían los átomos —partículas insensibles, sólidas e indivisibles de distinta figura, peso y magnitud, dotadas de movimiento intrínseco, es decir de actividad propia. De sus distintas combinaciones se seguían la corrupción y la generación, de manera que no cabía hablar de formas sustanciales entitativamente distintas de la materia. El pensamiento gassendista se ilustraba con los ejemplos habituales de este tipo de obras, convertidos a estas alturas en modelos estándar. Piquer añadía que la filosofía de Gassendi admitía el vacío, y que la esencia de la materia consistía en la impenetrabilidad. En la impugnación del gassendismo no se muestra Piquer tan rotundo como en la del cartesianismo; supone que las más de las veces las refutaciones contra el atomista estaban guiadas por los prejuicios y pasiones, y porque se confundía su doctrina con la cartesiana. Coincidió con los redactores del *Diario de los Literatos de España* en que los que criticaban la filosofía moderna se referían la mayor parte de las veces a la cartesiana, sin tener en cuenta otros sistemas que también eran modernos. Para los *diaristas*, la inquina contra la filosofía moderna había que atribuirle a la ignorancia de las obras de los autores originales y a cuatro opiniones contrarias tomadas de cualquier tratado escolástico¹¹⁹.

Llegados a este punto, Piquer introducía el sistema filosófico de Newton —de cuya fama se hacía eco—, glorificando a su autor como uno de los más ilustres filósofos de todos los tiempos, al que seguían una gran parte de los modernos. Para dar testimonio de la general veneración y de la opinión elogiosa que merecía Newton, Piquer citaba a

que esa masa o cantidad de materia es proporcional al peso, como ha deducido de sus experimentos con el péndulo, las diferencias entre cantidad de materia o masa y peso no estaban claras en la época. Por eso Pitcairn da para las dos esferas la misma cantidad de materia, porque la materia sutil llena en cualquier caso los poros. De todos modos, aunque la edición consultada de la obra de Pitcairn es de 1733, el texto original es muy anterior. Pitcairn fue un médico escocés amigo de David Gregory y partidario de una física matemática cuyo modelo sería la astronomía.

¹¹⁸ St. Aubin razonaba que la explicación de Descartes sobre la gravedad se basaba en que la enorme velocidad con que giraba la materia sutil en el torbellino terrestre, obligaba a las partículas más graves a acercarse al centro. Pero Descartes utilizaba igualmente la fuerza centrífuga para explicar cómo los planetas se alejaban del torbellino solar. St. Aubin, *Traité...*, Tomo V, 187-189. El autor del *Traité* exponía a continuación su versión del origen de los vórtices y su hipótesis sobre la constitución del Sol y de su sistema planetario.

¹¹⁹ Piquer, 35, reproducía el párrafo de la página 78 del tomo sexto del *DLE*.

Feijoo, a Fontenelle –en su elogio fúnebre del gran matemático–, a Rollin; transcribía las palabras encomiásticas de todos ellos y daba cuenta del tributo que su nación le había rendido con unas exequias fúnebres dignas de los más nobles individuos de Inglaterra¹²⁰. El mito del genio sublime iba siendo aceptado por seguidores y oponentes, a la par que su ciencia subía a las más altas cimas del Olimpo. Nuestro autor recordaba que sin embargo, la filosofía del caballero inglés era poco conocida en España.

A pesar de que Newton no se ocupó gran cosa de los principios de los cuerpos materiales, aunque sí de la naturaleza de la materia en las famosas *Queries*, Piquer introdujo en este capítulo las líneas generales del sistema newtoniano, probablemente para exponerlo en paralelo con los dos sistemas más conocidos en nuestro país. El autor de los *Principia* seguía el método analítico y no establecía hipótesis *a priori*, sino que estudiaba los movimientos, de cuyas leyes extraía un único principio, la gravedad, de la que se derivaba la idea de la atracción. La causa de una y otra era desconocida. Para Newton los espacios celestes estaban vacíos y en ellos no había sustancia etérea que sostuviera a los planetas, sino que permanecían en su curso debido a la gravedad hacia el centro de su órbita. Newton explicaba los principales fenómenos de la naturaleza a través de demostraciones matemáticas que Piquer omitía por la dificultad de su estudio para los principiantes, arrogándose un conocimiento del que seguramente él mismo carecía, pues en caso contrario no hubiera aceptado tan apresuradamente las opiniones de St. Aubin, como bien había señalado Jorge Juan. Piquer utilizó las reseñas de *Acta Eruditorum* para exponer las objeciones a la atracción¹²¹, centradas en la introducción de cualidades ocultas y en la ausencia de explicación mecánica, añadiendo los argumentos del P. Regnault de que los astros caerían hacia el Sol. Nada sin embargo decía sobre la incompatibilidad de la teoría gravitatoria con los sistemas no copernicanos.

5.3 Principios compositivos de la materia. La opinión del autor.

Antes de presentar algunas reflexiones sobre los sistemas filosóficos descritos y de ofrecer su propio sentir al respecto, Piquer terminaba este capítulo del segundo tratado exponiendo los cinco principios químicos, interesándose en ellos desde el punto de vista

¹²⁰ Se refiere a Charles Rollin (1661-1741), cuyo *Traité des Études* alcanzó un notable éxito. El párrafo puede consultarse en el volumen II, p. 461, de la edición de 1741. https://books.google.es/books?id=D6Y_AAAAcAAJ&printsec=frontcover&dq=éditions:ONvxEiofWt4C&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwikltWpzPrgAhXyzoUKHRzvDDQQ6AEIMTAB#v=onepage&q&f=false [Consulta 11 de marzo de 2019] En la página anterior se reproduce el texto de Fontenelle que figura en la obra de Piquer, por lo que es más que probable que lo tomara directamente de este autor francés.

¹²¹ Piquer reproduce las impugnaciones recogidas en la reseña que se hizo en *Acta Eruditorum* de 1710, 412 de la obra de John Freind *Praelectiones chymicae*.

médico. Discrepaba de aquellos que los tenían por cuerpos simples, así como de los seguidores de la iatroquímica, lo que no le impedía reconocer la utilidad que las operaciones y experimentos tenían en el arte de la medicina¹²². Tras una incursión en las propiedades de las sales y de los ácidos, Piquer se lanzaba en el siguiente capítulo a comparar los tres sistemas que había descrito anteriormente. Criticaba el racionalismo de Descartes; mostraba una mayor conformidad con Gassendi aunque sin concederle su *placet* –pues no le convencía que los átomos tuvieran movimiento propio y tamaño y formas distintas–, y alababa a Newton por prescindir de la búsqueda de las causas, aunque le recriminaba la voluntariedad de sus principios, el mecanismo de la atracción y su excesivo uso de la geometría, que en su opinión servía poco para explicar los fenómenos naturales. Contra los sistemas cartesiano y gassendista el reparo se centraba en que no habían sido establecidos sobre experiencias incontestables. Para resumir y organizar sus reflexiones transcribía, con alguna que otra supresión, una larga parrafada de St. Aubin en la que se comparaban los sistemas de Descartes y Newton. St. Aubin, pese a su escepticismo crítico, mostraba una clara preferencia por su compatriota y lamentaba el aplauso y el entusiasmo que la física newtoniana provocaba, no solo entre sus seguidores, sino incluso entre los que, sin entender las oscuras razones y difíciles matemáticas de los *Principia*, defendían sus conclusiones en un acto de papanatismo (St. Aubin V: 559). Piquer añadía que no quería erigirse en juez de estas dos filosofías y dejaba al lector que juzgara de la bondad de cada una, leyendo las opiniones que irían apareciendo a lo largo de su obra.

En forma de proposiciones, siguiendo el método geométrico que ya había empleado entre otros Tosca, Piquer nos da a conocer su pensamiento a continuación. Destaca, como buen ecléctico, que no milita en ningún sistema, aunque en todos encuentre algunas verdades que bien organizadas y combinadas, puedan resultar útiles. Por lo que se refiere a la materia, que es lo que permanecía en los cambios, juzgaba que era extensa, impenetrable e indefinidamente divisible por el entendimiento, aunque no lo fuera físicamente, dejando abierta la cuestión que había provocado encendidas disputas¹²³. Las

¹²² Pues “son sumamente útiles los descubrimientos que se han hecho en las virtudes de los medicamentos por la resolución Química”, Piquer, 44.

¹²³ La divisibilidad de la materia se conjeturaba de una serie de experiencias que eran bien conocidas, pues circulaban en los diversos escritos que trataban de estas cuestiones. Algunas de ellas fueron recogidas, entre otros, por Tosca en su *Compendium philosophicum*, como es el caso de la asignada al P. Lanis. Piquer lo llama Lana, igual que Corsini, de donde toma el ejemplo del microscopio que aumentaba veintisiete millones de veces. Piquer, 56 y Corsini, *Institutiones Philosophicae ad usum scholarum piarum* (Venetis: Typographia Balleoniana, 1743) Tomo II, 303. Están igualmente en las *Entretiens* de Regnault, Tomo I, 11-

diferencias entre los cuerpos procedían, no de unas formas sustanciales distintas de la materia, sino de las diversas combinaciones de las partes que los formaban y del movimiento a que estaban sujetas. El problema que Piquer planteaba era cómo caracterizar el modo y la causa que hacían que las partes de la materia se combinaran entre sí. No le satisfacía que la unión fuera producto de la forma de anzuelo de las partículas, como sugería Gassendi, o que tuviera que ver con la explicación cartesiana, que atribuía la unión a la quietud de las partes, ni que fuera consecuencia de la presión externa que se ejercía sobre ellas, como opinaba Malebranche. Su posición era favorable al “aceite elemental”, es decir, a “cierta materia pegajosa, que enreda, enlaza y ata entre sí las partes de la materia”¹²⁴, subrayando que distinguía entre la íntima unión de las partes, en cuyo caso se componía un todo caracterizado por propiedades que le diferenciaban de cualquier otro, y la mera contigüidad, en la se daba únicamente una trabazón por contacto físico, como era el caso de los artefactos humanos. En resumen, los principios del ente natural eran la materia y la combinación y movimiento de sus partes; no había formas sustanciales en los seres naturales, excepto en los humanos, que se diferenciaban de los restantes cuerpos por poseer una forma sustancial espiritual: el alma. Piquer no era atomista, pues no le parecía un supuesto sólido la existencia de puntos materiales indivisibles que, tocándose unos a otros en toda su sustancia, formasen un cuerpo extenso; hablaba simplemente de “partecillas”. Por otra parte, el hecho de que la materia tuviera extensión e impenetrabilidad no significaba para Piquer que estas cualidades fueran su esencia, como lo eran para Descartes y Gassendi respectivamente. De todos modos, no le parecía una cuestión relevante, porque lo fundamental era conocer las características y propiedades sensibles de los cuerpos, y no su esencia. Las especulaciones sobre la esencia habían dejado de interesar a los físicos por entonces, y Piquer se adscribía a esa tendencia. En esa misma dirección pragmática, dejaba para la metafísica las consideraciones ontológicas. El físico había de ocuparse solo de lo que era perceptible en los cuerpos, y estos quedaban determinados y eran conocidos y diferenciados por sus propiedades sensibles.

En la cuestión de materia y forma se muestra de acuerdo con Descartes y Gassendi, como él mismo reconoce, pero había llegado a las mismas conclusiones por la vía de la experiencia obtenida a través de las percepciones sensibles, mientras que los filósofos

16. Herrero también menciona algunas de ellas. Como ya se ha dicho en otro lugar, eran ejemplos típicos que figuraban en multitud de textos.

¹²⁴ Piquer, 78.

franceses habían partido de principios racionales *a priori*. Piquer concede capacidad probatoria a la vía experimental y no a la racional: “Acaso estas pruebas parecerán débiles a los Aristotélicos, pero siendo experimentales, son más eficaces, que cualesquiera otras, porque en la Física vale más un experimento, que muchas razones abstractas, cuáles son las que usan estos Filósofos para probar sus formas”¹²⁵. Sin embargo matiza su conformidad: las leyes del movimiento y las combinaciones de la materia explican la conservación de los seres ya producidos y también la generación de nuevas entidades a partir de aquellos, pero no pueden dar cuenta de las creaciones *ex novo*, que son exclusivamente obra de Dios. Para obtener una idea del mundo y del orden reinante en él, expresado en las leyes de la naturaleza, Piquer toma como guía el relato del Génesis. Bien entendida, nos cuenta, la narración sagrada es conforme a la experiencia¹²⁶.

Piquer prosigue después clasificando los cuerpos en simples, organizados y mixtos. Los primeros exhiben una naturaleza igual, uniforme y sin mezcla de otros; son incorruptibles e ingenerables, como la materia celeste, los astros y planetas, los cuatro elementos, la luz y el aceite universal. A estos cuerpos simples, soporte de los demás, los dotó Dios de unas leyes que regularan sus movimientos y responden por tanto a un diseño divino. Los cuerpos organizados son los animales y las plantas, cuya ordenación es debida directamente a la mano del Creador; los mixtos se forman de la combinación o concurso de las materias elementales, de forma análoga a como se componen los cuerpos artificiales creados por el hombre, salvo que la combinación en los entes artificiales no es más que un contacto físico sin unión verdadera, mientras que el enlace de las partes en los cuerpos naturales es íntima, dictada por las leyes del movimiento de la naturaleza¹²⁷. En resumen, solo a los mixtos era aplicable la actuación del movimiento en su formación.

¿Son fiables las informaciones de nuestros sentidos? Para Piquer estaba claro que la precipitación del juicio conducía al error, pero las ideas de las cosas –que no son sino las percepciones primeras que se presentan al entendimiento –se correspondían con las cosas, luego los cuerpos tenían existencia real, y no representaciones que Dios hacía en el alma, posición cercana a la de Berni. El argumento definitivo que aportaba Piquer era que el cuerpo de Cristo existía realmente en la Eucaristía¹²⁸. Siendo así, la extensión no podía ser la esencia de la materia. Este tipo de razonamientos religiosos son frecuentes en la

¹²⁵ *Ibid.*, 70.

¹²⁶ *Ibid.*, 94.

¹²⁷ *Ibid.*, 85.

¹²⁸ *Ibid.*, 81.

obra de Piquer, como es el caso, unos párrafos más adelante, de las pruebas a favor de la existencia e inmortalidad del alma racional, donde remite al lector a las obras de Pourchot, Duhamel o Corsini.

5.4 Tratado tercero: el movimiento. La gravedad. Los fluidos.

El tratado tercero examina el movimiento, su naturaleza, propiedades y causas. En sucesivos capítulos se tratan las máquinas, luego los graves y los fluidos y, por último, las aplicaciones a la medicina. Piquer atribuía al movimiento el mantenimiento del orden del mundo y las principales operaciones de la naturaleza, funciones que se realizaban mediante las leyes inviolables dadas por el Creador, que solo Él tenía capacidad para alterar. La naturaleza del movimiento le resultaba difícil de precisar; por un lado, la conocida definición de Descartes no le resultaba convincente y reproducía las objeciones habituales contra ella¹²⁹; prefería definitivamente la dada por Gassendi como “tránsito de un cuerpo de un lugar a otro”, evitando profundizar en conceptos tan inasequibles como los de lugar y tiempo, y admitiendo implícitamente el vacío gassendista. Reconocía la dificultad de caracterizar el movimiento, preguntándose qué se añadía al cuerpo, al lugar que dejaba y al lugar que ocupaba –pues ya existían estas cosas antes de que se produjera el tránsito–, concluyendo que el movimiento no era sino una manera de ser del cuerpo, un modo del mismo, añadiendo que “las maneras de ser de las cosas no se distinguen de ellas mismas”, es decir, el movimiento no era una entidad independiente del móvil¹³⁰. Por

¹²⁹ “Traslación de un cuerpo o una parte de materia de la cercanía de los cuerpos que inmediatamente le tocan, y se consideran como quietos, a la cercanía de otros”, *Ibid.*, 101. Hasta los cartesianos más fervientes habían desechado esta definición, como ya se ha visto en el apartado correspondiente a Herrero, que se basa en el P. Regnault.

¹³⁰ *Ibid.*, 103. En apoyo de su opinión citaba a François Bernier (1620-1688), y, en efecto, el autor de *Abregé de la philosophie de Gassendi* (1678), en el primer tomo, 294-295, trataba esta cuestión, exponiendo así mismo los sofismas de Zenón para negar el movimiento. También para Tosca, *Compendium...*, II, 331, estaba claro que el movimiento era un modo del cuerpo: “Nam motus non est entitas distincta á mobili, sed est modus mobilis, id est, mutatio illius, seu translatio ex loco in locum”. Piquer contaba la conocida impugnación de Diógenes, que le parecía mucho más eficaz que los argumentos de Aristóteles. Recordemos que durante un tiempo la cuestión problemática fue la consideración del movimiento bien como entidad independiente del móvil que consistía en una sucesiva adquisición de formas, *fluxus formae*, bien como dependiente del móvil, como forma que fluía (*forma fluens*) representada por los sucesivos sitios que ocupaba el móvil. En la física aristotélica el movimiento natural era un proceso durante el cual el cuerpo se encontraba en potencia y al alcanzar el reposo se encontraba en acto, es decir, el movimiento tenía una finalidad, que era alcanzar su lugar natural. El movimiento violento rompía ese estado de equilibrio al desplazar al cuerpo de ese lugar natural. Así, por ejemplo, una bala de cañón continuaba su recorrido durante un cierto tiempo porque el aire actuaba de motor, pero ese mismo aire ofrecía resistencia y terminaba por detener al móvil. Jean Buridan en el siglo XIV propuso la teoría del *ímpetus*, teoría que gozó del suficiente crédito como para ser utilizada en el XVII por numerosos autores, como Galileo, Gassendi, Torricelli o Borelli. El tratamiento de Descartes es complejo y evolucionó con el tiempo. Así, en *Le Monde*, cap. VII, define el movimiento local como aquello por lo que “los cuerpos pasan de un lugar a otro, ocupando sucesivamente todos los espacios intermedios” y el reposo como “cualidad atribuida a la materia mientras

otra parte, los cuerpos eran indiferentes al reposo y al movimiento y pasaban de un estado a otro por la intervención de una causa externa¹³¹. El movimiento que estudia Piquer es siempre el local, al que reduce todos los admitidos por los peripatéticos. Nuestro autor no se olvida de la división tradicional del movimiento en natural y violento, para aclarar inmediatamente que todos son naturales¹³², aunque debidos a una causa externa. Con otras palabras, negaba que los cuerpos tendieran por su propio carácter a su lugar natural.

En el capítulo cuarto trataba de las afecciones del movimiento, es decir, de la velocidad, la determinación y la cantidad de movimiento, que definía como “la fuerza con que un cuerpo se mueve y hiere a otro”¹³³, y que venía medida por el producto de la masa por la velocidad. A continuación se describían ciertas máquinas, destacando su interés y utilidad para los seguidores de la medicina mecánica. Estos dos capítulos siguen en su estructura y contenidos al séptimo *Entretien* de Regnault que, como hemos visto, sirvió también de guía a Herrero. El tratado de Piquer no era tan extenso en cuanto a la maquinaria como el de su compañero de profesión; se limitaba a la palanca, la romana, las poleas y los tornos, remitiendo al lector interesado en ampliar sus conocimientos a Tosca y a Wolff¹³⁴.

permanece en un lugar, mientras que el movimiento es la cualidad atribuida a la materia mientras cambia de sitio”. Movimiento y reposo desde estos puntos de vista son cualidades de la materia. Más adelante, en los *Principia Philosophicae* da dos definiciones de movimiento, una correspondiente a lo que llama el sentido común, y la auténtica. De acuerdo con la primera el movimiento es la acción por la cual un cuerpo pasa de un lugar a otro (Principio 24), porque ordinariamente pensamos que “cada movimiento es causado por una acción y una cesación de acción en el reposo”, es decir, Descartes rechaza que el paso del movimiento al reposo no suponga una acción. En el segundo sentido sería la “traslación de un cuerpo desde la vecindad de los cuerpos que se encuentran en contacto con él y en reposo, a la vecindad de otros” (Principio 25). En este segundo caso tenemos un movimiento relativo a los objetos próximos en reposo. Luego puede darse reposo respecto a ellos —un individuo sentado en el banco de un barco— y sin embargo, movimiento respecto de la costa. La concepción cartesiana rompe con la idea aristotélica descrita más arriba, el movimiento y el reposo son estados del cuerpo, y les concede el mismo valor ontológico: “«*que le mouvement & le repos ne sont rien que deux diverses façons dans le corps où ils se trouvent*», en *Principia*, 2ª parte, art. 27. Descartes mantiene una posición nominalista y distingue entre el movimiento, que es transferencia, y la fuerza o acción que transfiere, que no es movimiento, de modo que éste está siempre en el móvil, no en el agente motriz. La causa primera de la acción es Dios, las causas segundas son la expresión de la primera. La confusión de términos y conceptos fue endémica a la mecánica de la época y hasta que no se clarificaron los conceptos de masa y fuerza no fue posible construir una mecánica coherente, distinguiendo claramente el *impetus* de la inercia de la materia. Véase Alan Gabbey, «New doctrines of motion», en Daniel Garber and Michael Ayers (eds.), *The Cambridge History of seventeenth century philosophy* (Cambridge: Cambridge University Press 1998), 649-679.

¹³¹ Piquer, 120.

¹³² “Todos los movimientos que estos hacen en el Universo son conformes a las leyes generales, que para su conservación estableció el Criador; y no pudiendo las causas naturales exceder, ni oponerse a estas leyes, no pueden producir movimiento, que no sea natural en los cuerpos”, *Ibid.*, 105.

¹³³ *Ibid.*, 108.

¹³⁴ El estudio de las máquinas, la “machinaria” que llama Tosca, se encuentra en el Tratado IX del tercer volumen del *Compendio Matemático* (1727). La referencia a Wolf entiendo que es al volumen segundo de sus *Elementa matheseos universae*, capítulo XV, dedicado a las máquinas simples.

Seguidamente, Piquer formulaba las cuatro leyes consabidas de la cinemática cartesiana que ya se han visto en la sección correspondiente de la *Physica* de Herrero. El punto más destacable de su exposición es su insistencia en la necesidad de una causa externa para explicar la caída de graves. La indiferencia de los cuerpos al movimiento o al reposo, a la que Newton llamaba fuerza de inercia, “expresión más propia para confundir que para explicar la naturaleza”¹³⁵, requería de un agente exterior. En efecto, la inercia newtoniana era un término confuso, pues se asociaba a la *vis insita* o *vis inertia*, relacionada proporcionalmente con la masa¹³⁶. Esta fuerza, que mantenía los cuerpos en el estado en que se encontraban, no tenía los efectos de la fuerza impresa, es decir, no producía aceleración y contradecía la primera ley newtoniana que establecía que un cuerpo no podía cambiar su estado de reposo o de movimiento rectilíneo y uniforme si la resultante de las fuerzas era nula. A pesar de todo, el término siguió siendo utilizado en la física del XVIII. No obstante lo anterior, creo que la crítica de Piquer no procede sino de St. Aubin, que dice: “Newton appelle force d’inertie un principe passif par lequel les corps persistent dans leur mouvement ou dans leur repos [...] terme bizarre qui n’est pas en physique plus utile que le principe de privation d’Aristote”¹³⁷.

La descripción del movimiento circular dio pie a Piquer para presentar la teoría de los torbellinos, si bien de forma harto simplificada, valiéndose seguramente de St. Aubin¹³⁸. Piquer traía a colación que Newton negaba el pleno y se había posicionado en contra de los torbellinos: para el caballero inglés el movimiento circular de la Luna se debía a la atracción. La información se ampliaba mencionando los intentos de Privat de Molières por conciliar los sistemas de los dos grandes filósofos¹³⁹, aunque sin especificar en qué

¹³⁵ Piquer, 120.

¹³⁶ La física tradicional establecía que si se dejaba de aplicar una fuerza a un cuerpo en movimiento, este buscaría su lugar natural y quedaría en reposo. Kepler modificó ese enunciado en el sentido de que la cesación de la fuerza originaria en cualquier caso que el cuerpo se pararía debido a una cualidad de la materia a la que llamaba inercia. Newton fue más lejos y consideró que la inercia era lo que mantendría a un cuerpo en su estado de reposo o de movimiento uniforme, identificando la *vis insita* o *vis inertia* con la masa. Esta fuerza no era una fuerza impresa que podía producir una aceleración. Véase I. Bernard Cohen, «Newton’s concepts of force and mass», en I. Bernard Cohen y George E. Smith (eds.), *The Cambridge Companion to Newton* (Cambridge: Cambridge University Press, 2002), 57-84: 60-62.

¹³⁷ (St. Aubin V: 177). El marqués consideraba que en la materia residía una fuerza real que producía un movimiento efectivo en cuanto el cuerpo no estaba sometido a fuerzas que le constreñían, de modo que el estado natural de los cuerpos era el movimiento y no el reposo.

¹³⁸ La lámina correspondiente a los torbellinos es idéntica a la que figura en el tomo V del marqués, página 186. Pero no solo eso, en ambos textos se atribuye la invención de los torbellinos a Descartes, negando que se puedan encontrar antecedentes en la Antigüedad. *Ibid.*, 124, St. Aubin, 187.

¹³⁹ “Mr. Privat de Molières, de la Academia Real de las Ciencias, trabajó en conciliar ambos sistemas, y sin oponerse a las observaciones fundamentales de Neuton, renueva los torbellinos con una explicación ingeniosa. Pero en lugar de componer estas contiendas, no ha logrado sino irritar más los dos partidos, dejándolos poco satisfechos con sus novedades”, Piquer, 124.

consistían dichos intentos. Más adelante, en los corolarios, se describían los movimientos de reflexión y refracción de acuerdo con la doctrina de Descartes, aunque he de advertir que, erróneamente, se exponía que el paso de un medio a otro más denso obligaba al móvil a acercarse a la perpendicular, y viceversa. Finalmente, mediante las reglas del movimiento que se habían propuesto, se presentaban situaciones de la vida cotidiana cuyo comportamiento resultaba de la aplicación de aquellas; una vez más eran ejemplos tomados probablemente del P. Regnault. Nada nuevo se aportaba a lo que ya había publicado Herrero; las leyes de impacto no figuraban, sin embargo, en la *Física* de Piquer.

El movimiento de los graves terrestres constituía la materia del capítulo VII, reproduciendo en gran parte el tratado X del *Compendio Matemático* de Tosca. Se utilizan las mismas definiciones y proposiciones, aunque redactadas con menor precisión¹⁴⁰; del coloquio XVII de los *Entretiens* también se extrajeron algunas informaciones. Piquer dice de la gravedad que es la “fuerza con que un cuerpo puesto en el aire se mueve hacia la tierra”¹⁴¹, añadiendo que venía medida por la cantidad de movimiento, forma aceptada en general como expresión de la fuerza. Reiteraba que la gravedad era extrínseca al móvil, distanciándose de aquellos que la tenían por propiedad innata de los cuerpos. Por otra parte también identificaba la gravedad con el peso, que era un concepto estático; de ahí que las proposiciones que enunciaba condujeran necesariamente a una cierta incoherencia, vistas desde nuestros conocimientos de hoy en día¹⁴². La falta de precisión en los términos y en los conceptos daba lugar a escenarios paradójicos en los cuales dos cuerpos de distintas masas tenían al mismo tiempo igual y distinta gravedad. Piquer

¹⁴⁰ Así, define gravedad absoluta y gravedad específica, diferencia entre materia grave y materia etérea imponderable, establece lo que llama centro de gravedad del cuerpo, centro de graves y línea de dirección. Define el centro de gravedad como “aquel que hay dentro del mismo cuerpo grave, que le divide en partes de igual gravedad o peso, de modo que estando pendiente el cuerpo de aquel punto, las partes estarán en equilibrio, sean o no de una misma magnitud”, *Ibid.*, 131. La definición de Tosca es mucho más precisa: “centro de gravedad de un cuerpo grave es aquel que está dentro o fuera de dicho cuerpo, a cuyo contorno todas las partes del mismo cuerpo tienen momentos iguales”, Tosca, *Compendio...*, IV, libro V, p. 145. Es decir, en este caso se insiste en la idea de equilibrio basada en la igualdad de los momentos más que en la de igualdad de pesos.

¹⁴¹ Piquer, 132.

¹⁴² Piquer razonaba que a igual cantidad de materia (supongo que está implícito este dato en su información), un cuerpo que ocupara un volumen mayor, en su caída hacia tierra perdería más cantidad de movimiento por su mayor contacto con las partículas del aire o de otro medio, luego deducimos que de acuerdo con su definición de gravedad como producto de la masa por la velocidad, sería menor la gravedad del cuerpo más voluminoso o, como diríamos ahora, menos denso. Ahora bien, si la gravedad se identificaba también con el peso, los dos cuerpos anteriores tendrían al mismo tiempo, igual y distinta gravedad. La misma contradicción encontramos cuando habla de que en la máquina neumática todos los cuerpos tienen la misma gravedad, indicando que caen con la misma velocidad; pero entonces, objetos de distintas masas tendrían también igual y distinta gravedad, *Ibid.*, 130 -134. Piquer retomaba el argumento de Pitcairn para explicar que dos cuerpos de igual volumen no tenían siempre la misma cantidad de materia grave, pues los poros de uno de ellos podían estar llenos de materia etérea, que era ingrávada.

reconocía que los cuerpos se aceleraban en la caída, de lo que habría que concluir que la gravedad iba creciendo a medida que los cuerpos se acercaban al suelo y, si se igualaba peso con gravedad, resultaría que el peso de los cuerpos dependería de su velocidad. La realidad es que los conceptos de fuerza, masa y peso se entrecruzaban y resultaban sustituibles unos por otros según las circunstancias, faltos como estaban de una concepción y definición estricta, al menos entre nuestros eruditos.

En los apartados siguientes se sostenía que el movimiento de los graves era acelerado y se formulaba la ley de Galileo, haciendo ciertas salvedades en cuanto a su comprobación empírica. En todo ello se apoya de nuevo en Tosca, aunque sin dedicarle la misma extensión que la que tenía el Tratado X del *Compendio*¹⁴³. A Piquer no le satisfacía que los seguidores de Galileo recordaran que sus cálculos solo eran exactos en el vacío, porque lo que la física tenía que analizar era lo que realmente ocurría en la caída de graves, y esta tenía lugar en presencia del medio¹⁴⁴. Piquer no tenía en cuenta que prescindir del medio y hacer abstracción de ciertas particularidades, era lo que había permitido obtener leyes físicas expresadas matemáticamente. Por otra parte, no aplicaba la misma medida a los experimentos, cuya realización rara vez tenía lugar en las condiciones naturales: a menudo diseccionaban los fenómenos manteniendo constantes ciertas variables, requerían de instrumentos y aparatos complejos, y no reproducían exactamente lo que ocurría en la naturaleza. Antes de dar por acabado este tema, se exponía una serie de proposiciones relacionadas con el equilibrio y se recogían algunos efectos curiosos de la gravedad entresacados de distintas obras, aunque seguramente su fuente en este caso fuera el abate Pluche, al que cita explícitamente¹⁴⁵.

¹⁴³ Véase, *Compendio...*, V, Tratado X, Libro II. Piquer cuenta que el P. Riccioli había confirmado los cálculos de Galileo, pero no así los PP. Milliet Dechales, y Joseph Tertio de Lanis, de la Compañía de Jesús. Tampoco St. Aubin estaba de acuerdo con el pisano.

¹⁴⁴ “Lo que hay de cierto en esto es, que el movimiento de los Cuerpos graves se acelera en la caída, que el medio resiste mucho a esta aceleración, y que esta es tanto menor, cuanto el aire está más pesado. Los seguidores de Galileo dicen, que sus cálculos son solo exactos prescindiendo de la resistencia del medio; pero como esta en el presente estado es imprescindible, por eso son poco sólidas sus observaciones. La Física útil debe descubrir el movimiento de los cuerpos según la correspondencia que actualmente tienen entre sí, y no según su posibilidad; y siendo cierta la existencia del medio, y necesaria su resistencia a los graves, deben las máximas para ser útiles acomodarse a esta situación, y correspondencia de los cuerpos”, Piquer, 138.

¹⁴⁵ Estos efectos se basaban en la conocida ley que establece que para que un cuerpo situado sobre una base esté en equilibrio la línea de dirección ha de caer dentro de la base. Piquer la enunciaba, pero la demostración, que tomaba de Tosca, no estaba bien explicada, y la figura a la que remitía no se correspondía bien con el texto. Puede que se basara en Noël-Antoine Pluche (1688-1761), *L'espectacle de la nature, ou Entretiens sur les particularités de l'histoire naturelle qui ont paru les plus propres à rendre les jeunes gens curieux et à leur former l'esprit*, 9 vols. (Paris: 1732-1742). El jesuita Esteban Terreros y Pando (1707-1782) realizó una traducción al castellano en 1753.

Nada de newtoniana tenía la presentación que Piquer hacía de la gravedad. Para empezar, recalca que se iba a ocupar exclusivamente de lo que ocurría en la Tierra, dejando de lado lo relativo a los cuerpos celestes; contra la opinión de los newtonianos, le parecía más razonable que no fueran estos ni graves ni leves, sino que estuvieran sostenidos por el torbellino, cuyo centro ocupaban. Según Piquer, esta suposición se acomodaba al sistema de Tycho Brahe, olvidando interesadamente que el sistema de los torbellinos cartesianos suponía decididamente el de Copérnico. Al menos nos deja constancia de que lo que reivindicaban los discípulos de Newton era que la atracción era una ley universal que afectaba por igual a los astros y a los cuerpos terrestres¹⁴⁶.

En el capítulo octavo comenzaba el estudio del movimiento de los fluidos, que definía como aquellos cuerpos cuyas partes se dividían sin resistencia sensible y resultaban fácilmente separables, acomodando su forma a la de su continente. Piquer se refiere en realidad únicamente a los líquidos, como se infiere de los ejemplos que propone. Ni Berni ni Herrero abordaron esta cuestión, que ya era objeto habitual de los textos franceses de física, aunque en España la materia se asignaba tradicionalmente a las matemáticas mixtas. En primer lugar se establecía que la fluidez dependía del movimiento continuo hacia todas partes de las partículas, invocando a favor de esta opinión los ejemplos de las disoluciones y de las tinturas, o el de la solidez del agua al congelarse. Se continuaba con el peso de los fluidos y con la presión que ejercían sobre la base de los recipientes que los contenían, subrayando que dicha presión dependía de la altura de la columna sobre el fondo; seguidamente se enunciable la ley de los vasos comunicantes; por último, se proporcionaban algunas aplicaciones de la presión hidrostática, así como ejemplos curiosos y observaciones cotidianas cuya explicación dependía de ella. Piquer se limitaba a presentar las propiedades principales de la hidrostática y la hidráulica, que eran las ciencias matemáticas que se ocupaban de estas cuestiones; ahora bien, dado que muchos de estos fenómenos interesaban también a la física, consideraba conveniente que los lectores tuvieran algunas nociones de estos asuntos. No olvidaba Piquer que su tratado se dirigía en especial a los médicos, y así dedicaba el capítulo décimo a las aplicaciones de la doctrina del movimiento de los fluidos a la medicina, proclamando una vez más su compromiso con la visión mecánica del cuerpo humano, que asemejaba a una “*máquina hidráulica-pneumática*”¹⁴⁷.

¹⁴⁶ Piquer, 131.

¹⁴⁷ “Ya hemos dicho, que la vida consiste en un movimiento de los sólidos, y fluidos, que componen la fábrica del cuerpo humano; y la salud en un movimiento reglado, y uniforme: y estando estos sujetos a las

Cabe señalar que en relación a la elevación de líquidos por los tubos capilares, Piquer citaba la opinión de Newton, que atribuía el fenómeno a la fuerza de atracción del vidrio. La experiencia en que se basaba Newton consistía en sumergir por sus extremidades dos láminas paralelas de vidrio, separadas entre sí por una centésima de pulgada; el agua subía por el espacio entre las láminas, alcanzando la altura de una pulgada. El párrafo en que Piquer narraba esta experiencia era una traducción del correspondiente de la de la *Query* 31 de la *Óptica*¹⁴⁸, lo que no quiere decir que lo haya tomado directamente de la obra; más plausible parece que provenga de una fuente secundaria, probablemente italiana, pues es insólito que hable de onzas, unidad de peso, y no de pulgadas. La aparente incongruencia se aclara cuando nos remitimos al *Diccionario de Autoridades* que recoge el término onza como una “especie de medida del Estado de Milán, donde dividen la onza en 12 brazas”, siendo la braza una unidad de longitud¹⁴⁹. En la tercera lámina de la obra figura un sifón anatómico cuya descripción y dibujo están tomados de los *Elementa* de Wolff, como el mismo nos dice: “Propondré su fábrica del mismo modo que la trae su autor”(Piquer: 153). Piquer hace referencia al filósofo alemán en diversas ocasiones, lo que indica que conocía la obra de primera mano.

El tratado finalizaba con los capítulos en los que se estudiaban las causas del movimiento y de la gravedad. Piquer defendía que la causa principal y primera del movimiento era Dios pero, a diferencia de algunos cartesianos, sobre todo de Malebranche, consideraba que las causas segundas eran causas eficientes y no solo ocasionales, matizando que su acción venía regulada por las leyes de conservación establecidas por el Creador, lo que limitaba la capacidad del alma racional y de los ángeles para producir movimiento. Nuestro autor se enfrascaba en este punto en una digresión, ampliamente documentada, sobre la posibilidad de que los ángeles o el diablo pudieran

leyes del movimiento de los cuerpos, que hemos explicado, parece preciso que un buen Médico sepa la correspondencia que tienen entre sí, y las propiedades, y reglas de los movimientos de la máquina humana”. *Ibid.*, 163. La mención a la máquina hidráulica-pneumática viene en la página 167.

¹⁴⁸ “If two plane polished Plates of Glass be laid together, so that their sides be parallel and at a very small distance from one another, and then their lower edges be dipped into Water, the Water will rise up between them [...] If the distance be about the hundredth part of an Inch, the Water will rise to the height of about an Inch; and if the distance be greater or less in any Proportion, the height will be reciprocally proportional to the distance very nearly”. Isaac Newton, *Opticks: or a treatise of the reflection, refractrions, inflections and colours of light* (London: Williams Innys, 1730), 366.

¹⁴⁹ “Neuton lo atribuye a la fuerte atracción del vidrio, y en confirmación trae otros experimentos con que manifiesta, que dos láminas de vidrio distantes entre sí la centésima parte de una onza, colocadas de modo, que siendo paralelas las dos caras, sus extremidades toquen el agua, esta sube una onza, cuyo efecto no puede atribuirse a otra causa, que a la atracción que hace el vidrio, la que es mayor, o menor, según la distancia de las láminas entre sí”, Piquer, 158.

mover y trasladar los cuerpos, tema del que se ocupará en otra obra¹⁵⁰. ¿Cuál es pues la causa del movimiento? Si bien no admite la doctrina de los escolásticos sobre el impulso como cualidad que adquiere el cuerpo, le parece sin embargo muy verosímil que sea la materia etérea sutil, agitada por Dios, la que comunica el movimiento. Esta materia imperceptible explicaba muchos efectos observados, como los que se atribuían al vacío en el barómetro o en la máquina neumática; además, daba cuenta del movimiento de los fluidos y de las operaciones químicas, como fermentaciones, putrefacciones o vaporaciones¹⁵¹. Realmente la disertación de nuestro autor tenía mucho más de divagación filosófica y erudita, al estilo tradicional, que de texto de física experimental. Es indudable que se encontraba más cómodo con esas especulaciones que con las prácticas experimentales.

Sobre la causa del movimiento de los graves, Piquer exponía las opiniones más conocidas. La gravedad, dependiente de la cantidad de materia, era según los newtonianos una propiedad intrínseca de los cuerpos, si bien para propio Newton solo un principio activo cuya causa se desconocía; los cartesianos atribuían la gravedad al movimiento circular de la materia etérea y a la virtud centrífuga que la obligaba a empujar a los graves hacia el centro; para Gassendi la causa estaba en una especie de atracción magnética que la Tierra ejercía sobre los cuerpos mediante un mecanismo por el que nuestro planeta exhalaba unos átomos en forma de anzuelo que enganchaban los cuerpos y les obligaba a descender; el P. Regnault proponía dos torbellinos de materia etérea cuyas direcciones eran perpendiculares: uno estaba alineado con el eje terrestre y el otro con el diámetro ecuatorial, de modo que la composición de las dos fuerzas centrípetas dirigía al grave en diagonal al centro de la Tierra; el P. Corsini, tras impugnar los principales sistemas filosóficos, concluía que la causa del movimiento de los graves era la voluntad divina. La teoría cartesiana se explicaba con mucho detalle, incluso se remitía a la figura 2 de la segunda lámina para su mejor entendimiento¹⁵². Con razones varias se dedicaba Piquer a desmontar, una tras otra, las doctrinas expuestas: a los newtonianos les censuraba volver

¹⁵⁰ Se trata de *Discurso sobre la aplicación de la Filosofía a los asuntos de Religión* (1757) que fue contestado airadamente por Antonio María Herrero en su *Examen del discurso del doctor Andres Piquer sobre la aplicación de la Philosophia a los assumptos de Religion: en varias cartas, donde se trata del poder natural de los buenos, y malos Angeles para mover los cuerpos* (1760). Trata igualmente en esta disertación de la brujería y de los sortilegios, recomendando al lector interesado las obras de los cardenales Lambertini y Turrecremata, del abate Calmet, de los médicos Hoffman y Tozzi y el tratado sobre la magia del Padre Benito Pererio.

¹⁵¹ Piquer, 180.

¹⁵² Piquer reproduce con cierto detalle la explicación de los cartesianos basada en una hipotética división de la materia etérea que rodea la Tierra en pirámides. Véase, por ejemplo, Rohault II, 134-136.

a las cualidades ocultas; contra los cartesianos, esgrimía que su teoría suponía la imposibilidad del vacío –algo que Descartes no había probado, sino establecido de antemano– y el sistema de Copérnico, a más de aducir que la doctrina no concordaba con el hecho comprobado de la menor gravedad en el Ecuador¹⁵³; criticaba a los gassendistas por equiparar la Tierra a un imán, y tomaba el partido de St. Aubin contra Regnault¹⁵⁴. La opinión que como propia ofrecía a continuación se basaba en el *plenum*, en la presión de la materia sutil y en las propiedades de los fluidos. No parecía importarle que una de las objeciones que había levantado contra los cartesianos fuera precisamente que afirmaran la inexistencia del vacío: para Piquer, también el espacio estaba lleno, pero esa tesis era una consecuencia de los experimentos, mientras que para Descartes era un resultado de la razón¹⁵⁵.

5.5 Los elementos y sus meteoros.

En el Tratado IV se estudian los elementos y los fenómenos asociados a cada uno de ellos. Es el de mayor extensión de la obra, pues ocupa prácticamente la mitad del volumen. Piquer se detiene en temas de interés para la medicina y entretiene a sus lectores con asuntos a los que Feijoo también prestó atención; de hecho, las referencias al Rvdo. Padre Maestro y al jesuita Regnault son numerosas. La presencia de noticias tocantes a la ciudad de Valencia –condiciones atmosféricas, vientos, clima, aguas, tierras– aporta una información nada desdeñable sobre el medio en que se desarrollaba la vida en la ciudad, y el buen conocimiento que de ella tenía Piquer.

Los elementos se definían como cuerpos simples, necesarios para mantener el orden del universo, especificando que sus partes tenían la misma figura y propiedades que el todo y estaban intrínsecamente unidas¹⁵⁶. Estas características las cumplían los elementos tradicionales –fuego, aire, agua y tierra–, pero también la luz, la sal y el aceite. La sal era una materia primitiva, que no tenía que ver con las sales que los químicos descubrían mediante el fuego o que aparecían en la resolución de los mixtos. Se trataba de un elemento formado por partículas simples, agudas y penetrantes, que servía de base a las

¹⁵³ Algunas de estas razones estaban expuestas en (Corsini II: 388-394). Sabemos, porque el mismo Piquer lo cuenta, que era uno de los autores que había leído.

¹⁵⁴ “[...] si se advierte que siguiendo las mismas leyes del movimiento, el cuerpo grave no podría ser dirigido a la tierra, sino moverse por una línea horizontal tirada del ángulo de cortadura de Paralelo y Meridiano”, Piquer, 186. El texto de St. Aubin reza así: “Mais suivant cette hypothèse les corps massifs, au lieu de tomber, décriroient une ligne droite, horizontale, et tirée du milieu de l’angle que fait la section du méridien et du parallèle” (St. Aubin V: 484),

¹⁵⁵ *Ibid.*, 188 -189.

¹⁵⁶ *Ibid.*, 193.

sales naturales y artificiales. Al igual que los demás elementos, estaba esparcida por el agua, el aire y la tierra¹⁵⁷. En un par de páginas se describían algunas de las experiencias recogidas en la disertación de Hoffman sobre el origen de las sales¹⁵⁸, mencionando la relación que podían tener con algunas dolencias. El aceite elemental, base de los aceites naturales y artificiales, no debía confundirse con el azufre que obtenían los químicos: era “un cuerpo fluido, cuyas partecillas eran ramosas, simples y pegadizas”¹⁵⁹, caracterización que según nuestro autor bastaba para distinguirlo de cualquier otro elemento, imagino que por su propiedad aglutinante, responsable, según decía, de la adherencia del agua a las paredes del vaso, de la resina de los árboles, de la unión de las partes de las piedras y de un sinfín de fenómenos¹⁶⁰. A continuación, Piquer estudiaba los cuatro elementos tradicionales, sus propiedades y los meteoros asociados a ellos.

Piquer comienza con el fuego, dedicando a este elemento casi la mitad de las páginas del tratado; le sigue en extensión la sección en que se ocupa del agua. El fuego y el agua eran responsables de la mayoría de las operaciones químicas, de ahí su importancia en los escritos de los distintos autores que se mencionan en la obra, influida en las partes más técnicas por los *Elementa chemicae* de Boerhaave, con cuyas opiniones respecto al fuego estaba de acuerdo Piquer. Respecto a este primer elemento se enunciaban una serie de proposiciones que atendían a los distintos fenómenos observados: se ilustraban con observaciones comunes y con algunas experiencias más elaboradas, avaladas unas y otras por un listado de reconocidos autores –Boyle, Homberg, Musschenbroek, Gravesande. En el siguiente capítulo se trataban el calor y la frialdad, sensaciones relacionadas con la cantidad de calor contenida en los cuerpos, cuya medida podía realizarse por medio del

¹⁵⁷ A este respecto cita la *Tabla de Esmeralda*, de la que dice: “El Autor del libro intitulado Tabla de esmeralda, que falsamente se cree ser Hermes, habla de esta sal en estos términos: “Cayó del Cielo a la tierra. Su padre es el Sol, llevola el viento en su seno, su nutriz es la tierra”, &c.”, *Ibid.*, 195.

¹⁵⁸ Se trata de la *Dissertatio Physico-Chymia Experimentalis de Generatione Salium* (1693) de Friedrich Hoffman (1660-1742).

¹⁵⁹ Piquer, 197.

¹⁶⁰ La inclusión de la sal y el aceite universal entre los elementos puede que haya sido inspirada por Boerhaave, aunque el médico holandés no los considera tales. Piquer cita a favor de su tesis el siguiente párrafo de *Elementa Chemiae*: “En verdad la contemplación de las cosas demuestra que hay naturalmente unos cuerpecillos totalmente inmutables por cualesquiera causa hasta ahora observada *cuando se hallan solos*, o porque el Autor de la naturaleza les ha dado una textura mucho más sólida que el diamante, de modo que no pueden dividirse en menores partes, ni mudarse su figura; o porque los hizo tan sutiles, que las fuerzas de los otros no pueden ejercitarse en ellos. Siempre que la resolución de los compuestos ha llegado a tal punto que se haya hecho la división hasta estos tenuísimos elementos, se han prescrito los límites para poder dividir más”, *Ibid.*, 196. En efecto, puede consultarse en Hermann Boerhaave, *Elementa Chemiae* (París: Guillaume Cavalier, 1733), Tomo I, 40. En realidad, Boerhaave estaba hablando de los átomos, últimos componentes de la materia. Lo que sí es cierto es que Boerhaave dedica cierta extensión a un aceite que mantiene unido con los cuerpos el *Espíritu Rector* de los alquimistas. Véase *Elementa Chemiae*, Tomo I, 41-44.

termómetro. A la descripción e historia de este instrumento se consagraban varios párrafos, con la recomendación de la lectura de Teichmayer para saber de su construcción. Antes de ocuparse de los meteoros ígneos y de los fuegos subterráneos, Piquer presentaba las propiedades de los fósforos y algunas de las formas de obtención de los artificiales, explayándose en la explicación de la fosforescencia que aparecía en los barómetros¹⁶¹.

En el siguiente capítulo se estudiaban las propiedades y cualidades del agua, pero el texto se centraba en cuestiones que afectaban a la vida y a la salud de los seres humanos. Piquer dedicaba varios apartados al mar, en especial al flujo y reflujo y a sus causas. En primer lugar ofrecía una traducción de la opinión de Descartes, tal como estaba expuesta en la cuarta parte de los *Principios de la Filosofía*¹⁶², pero por si lo dicho por el pensador francés no estuviera suficientemente claro, Piquer procedía a detallar en varias páginas, ayudado de una figura, el funcionamiento de la teoría; los torbellinos, principalmente el lunar, jugaban en ella un papel fundamental. Solo unas pocas líneas se asignaban a la doctrina que hacía radicar los efectos observados en la atracción de la Luna y el Sol. Se dejaba para el segundo tomo, al examinar los movimientos celestes, una exposición más exacta de la gravitación, con la que discrepaba nuestro autor, como bien se encargaba de recalcar¹⁶³. En las siguientes secciones aparecían los meteoros acuosos, los pozos y fuentes, y las aguas medicinales, cuestiones que estaban relacionadas con la salud y la enfermedad, y por tanto eran de gran interés para los médicos. En relación con la formación de la Tierra y el diluvio universal se traían a colación las obras de Thomas Burnet (1635?-1715) y John Woodward (1665-1728), y la del “anónimo autor el *Espectáculo de la Naturaleza*”¹⁶⁴.

Sobre el aire, Piquer pasaba más rápidamente. Indicaba que era un fluido elástico y pesado, propiedades estas que quedaban de manifiesto mediante el barómetro y la

¹⁶¹ Piquer, 257-258 cita, en relación con la fosforescencia del barómetro, la crítica de Johan Bernouilli a Johann Liebknecht, diciendo que se encuentra en el tomo segundo de su *Opera omnia*, edición de Ginebra de 1742.

¹⁶² Se trata del principio 49 de la cuarta parte de los *Principios de la Filosofía*. Piquer hace constar su fuente.

¹⁶³ “Los Neutonianos explican este fenómeno por la mayor, o menor atracción que hace la Luna sobre las aguas. Suponen que la tierra gravita sobre la Luna, y la Luna sobre la tierra. Suponen también que el Sol gravita sobre la tierra, y esta sobre el Sol. Añaden que las fuerzas del Sol, y la Luna son mayores cuando están en conjunción, o oposición. Finalmente que por esta gravedad se atraen mutuamente la tierra, y la Luna. De aquí concluyen, que el flujo, y reflujo suceden por las atracciones de la Luna, y del Sol, variando sus fuerzas, según la situación, postura, y distancias de estos Astros entre sí y con la tierra. [...] Es ciertamente extraña, y agradable la satisfacción con que miden estos Filósofos las fuerzas de una gravedad que no pueden probar, los cálculos embarazosos que emplean para una atracción que no se puede comprender, y la multitud de demostraciones geométricas que proponen para comparar los seres que aún se han de descubrir”, Piquer, 308.

¹⁶⁴ *Ibid.*, 330-332.

máquina neumática. Ambos instrumentos venían dibujados en los grabados que se encontraban al final del libro, y se daban descripciones detalladas de su construcción y manejo, así como de las observaciones obtenidas mediante su utilización. A continuación comenzaban las disertaciones correspondientes a la atmósfera y a los vientos y a sus efectos sobre el cuerpo humano. Piquer recordaba la importancia que tenía el registro de datos relativos a las enfermedades y a su relación con los cambios atmosféricos para la práctica médica, lamentando la muerte del doctor Francisco Fernández Navarrete (1680.1742), “diligente observador de esas mutaciones”¹⁶⁵. Solo unas pocas páginas recogen las propiedades de la tierra.

Cierra este primer tomo el Tratado de las Piedras, en el que se incluye un capítulo sobre el imán y sus efectos, explicados mediante la hipótesis cartesiana, mejorada posteriormente por Huygens: la materia magnética circulaba por los canales del interior del planeta, que se asimila a un gigantesco imán.

5.6 La circulación del conocimiento en la obra de Piquer: influencias y apropiaciones.

El texto que estamos analizando no es estrictamente una obra original en cuanto a sus contenidos, ni Piquer lo pretendía, pues él mismo cuenta que se había basado en otros autores. Su aportación reside en la elección de los temas que trata, lo que supone el abandono de otros habituales en las obras tradicionales: incorpora la maquinaria, la descripción de instrumentos y algunas operaciones químicas, dejando de lado el tiempo, el lugar o el continuo; prescinde de la división en física general y particular y así, tras el tratado del movimiento aborda el examen de los elementos; también a su mano se debe la organización de la información mediante proposiciones numeradas, que permite la remisión de unas a otras, facilitando de este modo la lectura. Por otra parte, sus conocimientos sobre el medio físico de la ciudad en que vivía eran indudablemente producto de su propia erudición. En rigor no estamos ante un tratado académico, aunque esa fuera en parte la intención de Piquer; tampoco podemos decir que sea meramente una obra de divulgación. El estilo y la narración están muy cuidados, así como la estructura y organización de los contenidos¹⁶⁶. Hay numerosas referencias a una pléyade de autores,

¹⁶⁵ “Es deseable, que los Médicos se apliquen a formar las historias de semejantes calenturas, señalando el carácter especial que en cada año, o en muchos juntos las distingue. Y me duelo que nos haya quitado en España una recopilación de las que se padecen en toda la Península la muerte de D. Francisco Fernandez Navarrete, diligente observador de todas estas mutaciones, y sus efectos”, *Ibid.*, 389.

¹⁶⁶ En la correspondencia con Mayans pueden estudiarse las consultas que le hace Piquer sobre términos y expresiones y los argumentos que uno y otro aportan a la cuestión.

si bien se echa en falta que no siempre se dé una cita explícita, como ya era costumbre en las ediciones extranjeras de las obras que manejaba nuestro escritor. Parece evidente que Piquer conocía los *Elementa Chemiae* de Boerhaave y los *Elementa Philosophia naturalis experimentalis* (Jena 1717, 1733) de Hermann Friedrich Teichmeyer (1685-1744), autores a quienes nombra en más de una ocasión y en diferentes contextos en el Tratado de los Elementos. Reproduce párrafos enteros de los *Principios de la Filosofía* de Descartes, e incluso utiliza la figura que acompañaba a su explicación del flujo y del reflujo del mar. Las referencias a Eduardo Corsini y al P. Regnault son frecuentes, y casi siempre encomiásticas. No oculta su fervor por St. Aubin, hombre de intereses variados, que se declaraba escéptico moderado en el prefacio de su *Traité*, una obra cuyo principal defecto reside en las numerosas digresiones que llevan de un tema a otro, convirtiendo cada capítulo en un cúmulo de páginas en que las ideas brotan a menudo sin orden ni continuidad. Un largo párrafo de Bernardino Ramazzini (1633-1714) tomado de *De fontium mutinensium admiranda scaturigine* (Padua: 1733) se reproduce en el capítulo sobre el origen de los pozos y las fuentes¹⁶⁷, y no es la única vez que asoma el nombre del médico italiano. Al tratar del diluvio y de las teorías de la Tierra de Thomas Burnet y John Woodward se basa en el *Dictionnaire historique, critique et, chronologique de la Bible*, del abate Agustin Calmet (1672-1757). Sabemos por la correspondencia entre Juan Nebot y Gregorio Mayans que Piquer se había aprovechado de las obras del abate Pluche¹⁶⁸. No faltan tampoco referencias a autores bien acreditados entre los eruditos españoles: hablo de Francis Bacon, de Robert Boyle, de Pierre Gassendi –con el que probablemente Piquer estaba familiarizado a través del *Abregé de la philosophie de Gassendi* escrito por su discípulo François Bernier (1625-1688), pues lo menciona en tres ocasiones–, o de los PP. Maignan y Saguens, a cuyas obras remite al lector. La nómina de autores que aparece en la *Física* de Piquer es copiosa; posiblemente extrajera parte de la abundante información de fuentes secundarias y de publicaciones periódicas, como las *Memorias de Trévoux*, las *Acta Eruditorum* o las *Memorias de la Academia Real de Ciencias*¹⁶⁹.

¹⁶⁷ Piquer, 342.

¹⁶⁸ Peset, *Gregori Maïans ...*, 280.

¹⁶⁹ Piquer preguntó a Mayans si la Biblioteca Real recibía dichas *Memorias*, a lo que el erudito valenciano respondió afirmativamente, facilitándole incluso un contacto en Madrid que podía proporcionarle algunas copias. Peset, *Gregori Maïans...*, 273. Por otra parte Piquer hace mención explícita de las Actas de Leipzig, 39-40.

Los autores españoles tienen igualmente una presencia relevante en la obra. Los nombres del P. Tosca, el P. José de Acosta (1540-1600), el doctor Martínez, el P. Antonio José Rodríguez (1703-1777) –autor de *Palestra Crítico-Médica* (1734)–, Eugenio Nicolás de Guzmán y su *Escudo atomístico*¹⁷⁰, o Vicente Olmo (1611-1696), entre otros, y sobre todo el de Benito Feijoo son invocados en los lugares oportunos. Al *Teatro Crítico* remite Piquer en distintos lugares de su obra, en asuntos tan diversos como las reglas para el ejercicio de la crítica¹⁷¹, la utilidad de la física en los asuntos de religión o mayormente en el tratado de los elementos, al plantear la causa de algunos fenómenos fácilmente observables por el común de los mortales, como los relativos a la congelación o al rayo, o a la imposibilidad de transmutación de unos elementos en otro¹⁷². Piquer se refiere siempre al benedictino con palabras de admiración, lo califica de “eruditísimo”. Esta devoción no se traduce en acuerdo con todas sus opiniones, aunque hay un permanente reconocimiento de su magisterio, algo que debió de irritar a Mayans. La proyección del *Diario de los Literatos* en la cultura española se deja también sentir en Piquer, quien comparte con los *diaristas* su visión de la pobreza de los estudios matemáticos en nuestro país y su protesta ante la identificación que muchos hacían de la física moderna con la cartesiana¹⁷³.

No deja de sorprender en este contexto de circulación de libros y lecturas la clamorosa ausencia de Antonio María Herrero, autor que necesariamente había de conocer Piquer. Unos años antes se había anunciado la publicación de su *Physica* en la *Gaceta* de Madrid; su nombre aparecía como colaborador, junto con Salvador Mañer, en la redacción del *Mercurio Literario* (1738) y su *Diccionario universal, francés y español* (1743) estaba ya en manos del público. Además había mantenido sonadas polémicas con el *DLE*, que lo

¹⁷⁰ Eugenio Nicolás de Guzmán, *Escudo atomístico en que se propugna la philosophia platónica de nuestro príncipe Maygnan* (Madrid: 1719). La obra es un alegato contra las *Formas ilustradas* de Juan Martín de Lesaca.

¹⁷¹ Piquer recomienda la lectura de del discurso de Feijoo titulado *Regla matemática de la Fe humana* TC V, D I, donde el prolífico ensayista aconseja el *Examen de los errores populares* de Thomas Browne (1605-1692), Piquer, 18. Creo que se refiere a *Pseudodoxia Epidemica, or, Enquiries into Very many Received Tenets, and commonly Presumed Truths*, publicada entre 1646 y 1672. A este libro hace referencia Feijoo en TC VII, D III, 85. Tanto Feijoo como Piquer escriben el nombre del británico como Brown. Feijoo cuenta que hay un compendio del mismo en las Actas de Leipzig, suplemento 279, Tomo I, de dónde seguramente ha obtenido la información.

¹⁷² TC V, D XIV, *Intransmutabilidad de los elementos*.

¹⁷³ “Quéjense los autores del Diario de los Literatos de España del poco método que se halla en muchos escritos Españoles; y creo que esto nace del poco estudio que se hace de las Matemáticas en esta Península. [...] Y cuantos progresos se han hecho en la Física Moderna en estos tiempos, deben una buena parte a la Matemática. En esto convienen los mejores Físicos, y Médicos de la Europa”, Piquer, 9. Esta aprobación de las matemáticas viene matizada posteriormente. En cuanto a la identificación de la filosofía moderna con la cartesiana en la página 35, reproduce literalmente un párrafo del *DLE*, que se puede encontrar en el volumen VI, 78.

había acusado de plagio, y con el P. Feijoo, a costa de diversos fenómenos, entre los que cabe señalar el relativo a la patria del rayo. Destaco ambos sucesos porque Piquer los recoge en su libro, pero no hace mención alguna a Herrero. En efecto, en el Tratado IV, al comentar ciertos fenómenos relacionados con el elemento fuego, como las auroras boreales, recomienda la lectura de los *Entretiens* del P. Regnault, que “las hallará con mucha claridad y hermosura explicadas, y traducidas de los Coloquios Físicos del P. Regnault en el tomo quinto del Diario de los Literatos de España, artículo sexto”¹⁷⁴, pasando por alto que con esa traducción los redactores del *Diario* pretendían desenmascarar a Herrero acusándolo de plagio y haciendo ver que su *Disertación meteorológica* poco tenía de original. En cuanto a la patria del rayo, la discusión entre Herrero y Feijoo se centraba en si el rayo se formaba en las nubes y bajaba hasta el suelo o si lo hacía en el lugar donde se producía el estrago, es decir, donde se notaban sus efectos. Feijoo había expresado su opinión en el discurso noveno del tomo VIII del *Theatro Critico*, y Herrero no había tardado en refutarla en un artículo aparecido en el *Mercurio Literario* titulado *Carta philosophica sobre la patria del rayo*¹⁷⁵. El Rvdo. Padre volvió con nuevas razones a sostener su tesis en el suplemento al *Theatro critico* de 1739, aunque sin darse por aludido por Herrero, al que ni siquiera nombraba. Piquer se mostraba totalmente de acuerdo con Feijoo, y reproducía parte de su discurso¹⁷⁶, haciendo caso omiso de las objeciones de su colega. Es posible que no las conociera – la difusión del *Mercurio Literario* seguramente fue restringida –, pero me resulta difícil de creer que no hubiera oído al menos hablar de las otras publicaciones de Herrero, o que hubiera pasado por alto la polémica con los *diaristas*. Sin embargo, ya se ha visto que en la aprobación de Climent se habla del libro de Piquer como el primero en tratar de modo completo la física moderna en español, obviando la existencia del libro de Herrero. El mismo Piquer escribe que “Más no hemos visto hasta ahora la Física experimental de los Modernos escrita en lengua común, ni con la extensión necesaria para instruirse en ella”¹⁷⁷, dando por hecho que la suya era la primera que cumplía con estas características, a pesar de estar todavía incompleta. Hasta los títulos tienen en común términos como moderna y experimental. El silencio de Piquer sobre Herrero es llamativo, pero

¹⁷⁴ Piquer, 269.

¹⁷⁵ *Mercurio Literario*, Tomo I,

¹⁷⁶ Piquer, 266.

¹⁷⁷ *Ibid.*, Prólogo.

ciertamente no único, como ya se ha comentado anteriormente; de hecho solo el *DLE*, que yo sepa, se hace eco de alguna de sus producciones y no para elogiarlas precisamente.

La *Física* de Piquer no fue recibida con la misma indiferencia que la de Herrero. Cuenta Vicent Peset que en Valencia fue elogiada por simpatizantes y oponentes de la física moderna, que en Madrid fue acogida con entusiasmo por Cervi, y que el padre Burriel la había recomendado a sus amigos, muchos de los cuáles la habían comprado. No todo eran parabienes: Jorge Juan, por ejemplo, ponía reparos por el desconocimiento de la obra de Newton y de su geometría sublime, así como por el caso que Piquer había prestado a los escritos de St. Aubin¹⁷⁸. Y Mayans se quejaba en una carta de que en ese primer tomo hubiera muy poco de historia filosófica y de los distintos sistemas y principios físicos. Para uno era demasiado poco moderna, y para el otro demasiado poco clásica¹⁷⁹. El hecho de que una obra en realidad tan superada en otros países fuera bien recibida en el mundo cultural español es una prueba evidente del “state of the art” en que se encontraba la física en el país, bastante alejado de lo que ocurría en otras naciones. El propio Piquer consideraba que el título de moderna era apropiado¹⁸⁰. No estará de más recordar que Joaquim Ibarra realizó una reimpresión en 1780, justificándola en la demanda del público¹⁸¹. En esta reimpresión se suprimieron la aprobación de Climent y el juicio de Nebot y tan solo se enmendó el uso del idioma. Todavía apareció una tercera reproducción, idéntica a la de Ibarra, a cargo de Blas Román. No aparece en ella fecha de publicación, tan solo se dice que es la tercera edición, luego ha de ser posterior.

5.7 Mucho Descartes y poco Newton.

¿Hasta qué punto era moderna esta obra, en el sentido que le daba Piquer? Realmente no encontramos, respecto de la gravedad, del flujo y reflujo o del imán, los tres fenómenos que él mismo nombra, nada que no hubiera sido dicho anteriormente en España, o que no

¹⁷⁸ Peset, *Gregori Maïans...*, 280.

¹⁷⁹ Carta de Mayans a Piquer, 21 de agosto de 1745. Biblioteca valenciana digital. <https://bivaldi.gva.es/en/corpus/unidad.do?idCorpus=20000&idUnidad=47781&posicion=1>.

¹⁸⁰ porque “realmente son nuevas en mi física las explicaciones de la causa de la gravedad de los cuerpos, del flujo y reflujo, de las operaciones del imán, aunque muchas otras sean antiguas. Es también nuevo el método y el lenguaje [...] Porque en España se ignora, muchos desean saberla y no hallan modo de instruirse, otros la aborrecen, conque así que oirán decir que ha salido una física *moderna*, esta sola circunstancia la hará más deseable”, Carta de Piquer a Mayans, 12 de mayo de 1745. Biblioteca valenciana digital.

<https://bivaldi.gva.es/en/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=47776>.

¹⁸¹ “[...] poco antes de morir pensaba [Piquer] reimprimir la Física, que publicó todavía joven en 1745, en los mismos términos que había ilustrado y enmendado las Obras de Medicina y Lógica, respecto al mayor adelantamiento que con su continuo estudio había adquirido en los veinte y siete años que corrieron desde la primera edición, siendo suma la falta de sus ejemplares, y el ansia con que se buscaban cada día mayor por la escasez de ellos y más exorbitante el precio a que se paga”.

circulara en obras venidas del extranjero. No sabemos si pensaba incorporar la electricidad al segundo tomo. Son las teorías cartesianas, derivadas de los *Principios de Filosofía* y de las explicaciones y ampliaciones de sus discípulos, las que están mejor representadas en su obra, sobre todo en los capítulos dedicados al movimiento y sus leyes¹⁸². Con todo Piquer evita cuidadosamente toda tentación de comprometerse con la materia sutil cartesiana o con los torbellinos; basta consignar esta cita: “Yo me aprovecho algunas veces de lo que enseña Cartesio, y no le sigo en cuanto a sus elementos ni en cuanto a los torbellinos”¹⁸³, sin embargo está conforme con el *plenum* y muestra su admiración por las ingeniosas explicaciones cartesianas del flujo y reflujo y de las propiedades del imán. Es indudable que Piquer estaba mucho mejor informado de la física cartesiana que de la newtoniana, a la que acaso accedió a través de relatos divulgativos, como el de St. Aubin. Para Piquer, Newton era el inventor de un sistema nuevo que hacía responsable de los movimientos y de las principales operaciones del universo a la gravedad, es decir, a la atracción mutua entre los cuerpos. Mediante el recurso a la gravedad, Newton explicaba las revoluciones de los planetas en un espacio vacío, sin ninguna materia etérea y, por extensión, postulaba una fuerza de atracción, de causa desconocida, que estaba detrás de numerosos fenómenos¹⁸⁴. La aportación de Piquer al conocimiento de la física newtoniana fue muy limitada, en realidad no contaba más que unas pocas generalidades y ni siquiera enunciaba la ley de atracción. Feijoo, y el P. Sarmiento ya habían explicado en qué consistía la fuerza que regía el movimiento de los planetas y las variables de las que dependía. Puede que algo más se hubiera extendido Piquer en el segundo tomo al abordar el sistema del mundo; ciertamente mencionó a ciertos autores que habían aplicado la doctrina newtoniana a otras ramas de la ciencia, como los médicos John Freind (1675-1728), Jakob Keill (1673-1719) y Richard Mead (1673-1754)¹⁸⁵. El sistema de Newton llegaba pues a España también a través de las obras de medicina consultadas por nuestros galenos, muchos de los cuales sostenían la concepción del cuerpo humano como máquina hidráulico-neumática, de donde resultaba

¹⁸² Piquer no estaba de acuerdo con la definición cartesiana de movimiento, porque decía que provenía de las máximas del método y de las meditaciones, pero aceptaba las reglas cinemáticas al ser producto de la experiencia, Piquer, 101.

¹⁸³ *Ibid.*, 4.

¹⁸⁴ *Ibid.*, 37.

¹⁸⁵ “Según este sistema explica Freind todas las operaciones más principales de la Química. Jacobo Keill, no solo sigue, más con todas sus fuerzas pretende establecerle en el tratado de la *Economía animal*. La disertación de Mead: *Del imperio del Sol y de la Luna*, no puede entenderse sin las leyes de la gravedad y atracción Newtonianas. Así con la breve explicación, que hemos dado, de este sistema, será fácil la inteligencia de muchos tratados, que sin ella serían incomprensibles”, *Ibid.*, 39.

imprescindible el estudio de los movimientos de los fluidos, un tema que los seguidores del sistema de Newton abordaban desde la perspectiva de la atracción.

Piquer declaraba su neutralidad en la valoración de los sistemas cartesiano y newtoniano –“No quiero constituirme Juez de la comparación”¹⁸⁶–, al igual que St. Aubin decía que dejaba al lector que determinara por sí mismo la verosimilitud de las opiniones de las doctrinas de Descartes y Newton. Sin embargo, esta declaración venía tras un largo párrafo que reproducía las opiniones del marqués al respecto, que si bien eran críticas con las dos filosofías, eran con todo más favorables a su compatriota. St. Aubin no ocultaba lo que tomaba como errores de uno y de otro, pero quedaba meridianamente claro al lado de quien estaba¹⁸⁷. Aparte de este inciso, a lo largo de su escrito nuestro autor no dejaba de aportar argumentos y opiniones contrarios a ambos. Para empezar, objetaba que se basaran en ideas puramente voluntarias, lo que equivalía a decir que no provenían sino de la imaginación o de la invención de sus autores. A ellos contraponía la labor de los físicos experimentales, como Boyle y Boerhaave, que recogían observaciones, las combinaban entre sí y las hacían servir de base de sus razonamientos¹⁸⁸. La atracción era denostada por boca de los autores de la reseña de las *Praelectiones chymicae* de John Freind aparecida en las *Actas de Leipzig* de 1710 –página 412– de la que reproducía un largo párrafo¹⁸⁹. Más peligroso le parecía a Piquer la matematización de la filosofía natural, la introducción de los cálculos y de la geometría sublime en la física¹⁹⁰. El hecho de que ambos sistemas dieran por sentado el de Copérnico jugaba también en su contra y, en el caso de Descartes, la difícil conciliación con el misterio eucarístico implicaba un

¹⁸⁶ *Ibid.*, 52.

¹⁸⁷ “Cartesio intenta hacernos conocer la naturaleza. Isaac Neuton conoce perfectamente al entendimiento humano, siempre dispuesto a admirar lo que no entiende. Cartesio trabajó en ilustrar el entendimiento: Neuton merece el nombre de Tenebroso, dado en otro tiempo a Heráclito. La Filosofía Cartesiana ha desterrado las cualidades ocultas; la Filosofía Neutoniana las ha reproducido, no para aplicarlas, como los antiguos a realidades, sino para atribuir las al vacío y a la nada; no para explicar, como los antiguos, las causas particulares desconocidas, sino para hacer un principio general. Cartesio busca las causas físicas en las leyes generales y uniformes de un artificio mecánico. Neuton por propiedades desconocidas, por entidades, que ni son espíritus ni cuerpos, introduce una Filosofía, que a la verdad no es a propósito para explicar las causas de los efectos naturales, sino para dedicarse a las divinaciones, la magia y a los cuentos de los hechiceros”, *Ibid.*, 52.

¹⁸⁸ *Ibid.*, 8.

¹⁸⁹ *Ibid.*, 39-40.

¹⁹⁰ “Y ciertamente hubieran puesto esta Ciencia en grande exaltación Cartesio y Neuton, si no la hubieran llenado de cálculos aun para explicar las cosas más fáciles”, Piquer, 19. Piquer mostraba su amplio acuerdo en este punto con St. Aubin, detractor implacable de la utilización de la geometría de los infinitos en la investigación de la naturaleza y, en general de toda la filosofía newtoniana: “Les calculs de Newton portent à faux, et je ne crois pas que dans ses principes Mathématiques, dans son système du Monde, dans son Optique, dans ses équations infinies, dans ses fluxions, dans ses séries, dans sa chronologie, il ait rencontré une seule vérité”. Saint-Aubin V, 561.

problema añadido¹⁹¹. La siguiente frase resume su posición frente a estos sistemas: “ya que si se da lugar en la Física a admitir todo lo que parezca a algunos ingenios conveniente, sin consultar la experiencia, tendrán lugar las atracciones de Neuton, los vacíos de Epicuro, los elementos Cartesianos y el mundo astronómico de Copérnico”¹⁹².

El cartesianismo, en sus distintas formas, impregna en cualquier caso la *Física* de Piquer. Regnault es cartesiano, como Fontenelle o Duhamel; Pourchot y Malebranche son los autores a los que sigue Piquer en relación con el papel que juegan los sentidos en la adquisición del conocimiento y el autor de la *Recherche de la verité* es citado con frecuencia. No solo Descartes es mencionado más veces que Newton, también sus teorías merecen una extensión mayor. En el capítulo en que se tratan las causas de la gravedad, son las opiniones de Descartes las que reciben mayor atención, mientras que los newtonianos son despachados en un par de líneas con la acusación de que recurren a cualidades ocultas. Piquer, cuando trata del flujo y reflujo del mar, transcribe el texto de Descartes de los *Principios de la Filosofía*, inserta en las láminas la figura correspondiente y desmenuza con sus propias palabras lo que el autor del *Método* quiso decir. A la versión de los newtonianos, basada en la mayor fuerza gravitatoria sobre la Tierra cuando el Sol y la Luna están en conjunción o en oposición, no le concede sin embargo más de media página, en la que se incluye el rechazo contundente a la gravedad en que está basada la doctrina de Newton. Menciona la descomposición de la luz, atribuyendo su descubrimiento a Newton, cuando era un fenómeno bien conocido desde mucho antes¹⁹³.

Nos preguntábamos en páginas anteriores por la modernidad de la obra de Piquer. No lo es tanto en la parte dedicada al movimiento, si tenemos en cuenta los contenidos, que ya eran conocidos por los literatos, por más que a diferencia de Herrero comente alguna cosa sobre el sistema de Newton. Sin embargo, el tratado de los elementos introduce al lector en la orientación experimental de Boerhaave y proporciona una extensísima bibliografía, amén de la descripción de instrumentos: el termómetro, la máquina de vacío

¹⁹¹ El rechazo al sistema copernicano se muestra en diversas partes del texto. Así, por ejemplo, dice en la página 185: “También es de notar, que este sistema de la gravedad, le funda sobre el movimiento diurno de la tierra alrededor del Sol, conformándose con el sentimiento de Copérnico, y siendo el sistema Copernicano inadmisibile entre los Católicos, y opuesto a la verdadera Física como después veremos, explicar por él la gravedad de los cuerpos, es explicar una cosa verdaderamente real, por otra puramente imaginaria”.

¹⁹² Piquer, 236.

¹⁹³ “aunque Neuton halló rayos de diferentes colores, pero no ha descubierto diversas partes, que compongan la luz”, Piquer, 194. La descomposición por el prisma era bien conocida, el experimento crucial de Newton se basó en la colocación de un segundo prisma.

o el barómetro, del que dice que “apenas hay curioso que no tenga en su casa el barómetro para conocer las mudanzas del aire”¹⁹⁴, indicativo de la existencia de una sociedad dispuesta a hacerse con y a utilizar determinados artefactos, mediante los cuales aparecían entidades nuevas, como la temperatura o la presión atmosférica. Sí lo es a mi entender en la presentación del texto, que se estructura en proposiciones, corolarios y escolios, siguiendo el método matemático de Christian Wolff que precede a su *Compendium elementorum matheseos universae in usum studiosae iuventutis* (1742)¹⁹⁵. Con esto no quiero decir que Piquer se haya servido necesariamente de esa obra, o que sea el primero en presentarla de esta forma en nuestro país. Tosca, por ejemplo, exponía su filosofía en forma de proposiciones e insertaba algún que otro corolario. Pero en Piquer llama la atención la sistemática organización geométrica de su escrito y, dado que menciona él mismo al filósofo alemán, podemos suponer que había estudiado su obra. Su tratado ofrece además algunos puntos novedosos respecto a lo que se había hecho anteriormente en el país. No divide la física en general y particular, evita entrar en disquisiciones sobre temas propios hasta el momento de la filosofía natural, como por ejemplo la infinita divisibilidad de la materia, el tiempo y el lugar, todos ellos relacionados con el continuo y el infinito, intratables desde los supuestos de la época; tampoco se entretiene en atacar la filosofía aristotélica, como si ya no fuese el adversario que había que derribar, y cuando opina de Aristóteles no suele ser para denostarlo, sino más bien para conjurar su autoridad en materias que no daban lugar a controversias. Concede un lugar relevante al esclarecimiento de ciertos fenómenos mediante experiencias y en algunos casos describe minuciosamente con medidas y cantidades algunos experimentos provenientes de la química¹⁹⁶. El tratado del movimiento incluye las máquinas simples, al igual que Herrero, pero no las leyes del impacto. Es de notar que el tratado de los elementos es el más extenso, ocupa casi la mitad del libro, testimonio de la importancia que Piquer concedía a la composición de los entes materiales. Su afinidad con la química es desde luego mayor que con la mecánica propiamente dicha, pese a ser un defensor en el momento de escribir la obra de la iatromecánica; de hecho, en Newton ve un filósofo “poco solícito de examinar los principios insensibles de las cosas”¹⁹⁷, mientras que nuestro autor concede a esos principios una relevancia significativa.

¹⁹⁴ Piquer, 378.

¹⁹⁵ *De methodo mathematica. Comentatio brevis.*

¹⁹⁶ Piquer, 255-258.

¹⁹⁷ *Ibid.*, 37.

6. Recapitulación: ¿Física moderna? A modo de conclusión.

Hemos recorrido tres obras escritas en vernáculo que tratan del estudio de la naturaleza y que fueron publicadas entre 1738 y 1745. Son sin duda un buen reflejo de la situación de la física en España pasado ya el primer tercio del setecientos. Los autores entienden por física el estudio de los entes y fenómenos naturales, y todos coinciden en que experiencia y razón son los medios adecuados para conocerlos; también se manifiestan como partidarios del sistema mecánico, ya que aceptan la composición corpuscular de la materia y el movimiento local como el responsable de las operaciones de la naturaleza. Sin embargo, mientras que la Física de Berni forma parte de un tratado general de Filosofía, en las obras de Herrero y Piquer se presenta como un ámbito de conocimiento autónomo: la física experimental, al darle una denominación, quiere tener unas características que le concedan una entidad propia; por eso en el título de sus obras subrayan esa condición. Es desde luego un paso adelante en la paulatina transformación de la filosofía natural en una rama específica del conocimiento que tomará preferentemente la forma de física experimental. Filosofía natural y física experimental, aunque todavía con estrechos contactos, van divergiendo, pues se fundamentan en diferentes principios, métodos y procedimientos de aprobación, y también en cuanto a los objetos de que se ocupan.

La estructura canónica del tratado de Berni seguirá marcando los modelos de exposición –división en física general y física particular, con sus apartados correspondientes–, pero ninguno de los dos médicos se atiene fielmente al patrón. Bien es cierto que solo la *Física* de Berni está completa, pero ya se ha visto como Herrero introduce una sección de choques entre cuerpos y otra de maquinaria –entes artificiales creados por los humanos– y Piquer las propiedades de los fluidos, cuestiones que tradicionalmente figuraban en los tratados de matemáticas mixtas, pero que se incluían ya en otros países en los de física. En el caso de los tres autores estudiados este alejamiento de la tradición escolástica, si bien con distinta intensidad, se pone de manifiesto en el uso de la vernáculo, el público al que se dirigen, la fundamentación de sus conclusiones en la razón y la experiencia y los autores a los que recurren. Observación y razón son los medios para conocer los entes naturales y el conocimiento se obtiene de la experiencia, cuyo significado tiene todavía una tintura aristotélica.

A estas alturas del siglo se comienza a hablar de la física newtoniana como doctrina rival de la cartesiana, aunque sea en forma de generalidades imprecisas. No hay referencias a Newton en la obra de Tosca o de los *novatores*; el texto de Berni no aporta

nada nuevo; el de Herrero aprovecha párrafos enteros de Rohault y del padre Regnault y no hace mención alguna de Newton; la física de Andrés Piquer está esencialmente orientada por el cartesianismo y, como la de Herrero, bebe abundantemente en textos franceses, pero tiene la virtud de exponer algunos aspectos del sistema newtoniano y de poner a disposición del público el conocimiento de las operaciones químicas. No hay todavía newtonianos en España como los había en otros países—Feijoo se declara newtoniano en las *Cartas Eruditas*, pero es un newtonianismo poco operativo, de cultura general en el mejor de los casos—, como tampoco hay quien se declare plenamente cartesiano, salvo Herrero. Descartes es mejor conocido, entre otras razones por la intensidad de la influencia francesa en forma de obras, periódicos y contactos. Habrá que esperar a la publicación de las *Observaciones astronómicas* de Jorge Juan (1713-1773) para disponer de un tratado en el que se exponga con competencia la física orientada por la aproximación newtoniana¹⁹⁸. No quiero terminar este párrafo sin resaltar la tutela y el estímulo ejercido por Gregorio Mayans en la elaboración de las obras de Berni y Piquer.

La filosofía cartesiana, a fin de cuentas, se ocupaba de los asuntos tradicionales de la filosofía natural; su física no solo pretendía describir el cómo, sino también la esencia de los entes naturales y las causas de las operaciones de la naturaleza. La filosofía de Newton dejaba de lado muchas de las cuestiones que preocupaban a los filósofos, como los principios del ente natural, que tanto significaban para los modernos españoles, y se concentraba en averiguar el funcionamiento de las leyes generales del universo, dándoles una formulación matemática y, por tanto cuantificable, predecible y constatable. En el retrasado escenario científico del país, resultaba mucho más ajena que la cartesiana, la cual podían refutar o admitir con argumentos y conceptos bien integrados en sus concepciones de la naturaleza, a más de ser bastante mejor conocida por la potente influencia de la cultura francesa en nuestro país. A todo esto hay que añadir que la insuficiencia de conocimientos matemáticos y la escasa raigambre de prácticas experimentales —denunciadas, entre otros por los *diaristas*— constituían un lastre a la hora de comprender y desarrollar la metodología que los seguidores de Newton habían expuesto en sus obras, por no hablar del abordaje directo de los *Principia*. Además, los temas tratados en dicha obra tenían que ver con la mecánica o la astronomía y no eran aplicables a la concepción de la filosofía natural que imperaba entre los españoles. Hay

¹⁹⁸ Jorge Juan, *Observaciones Astronomicas y Phisicas hechas de orden de S. Mag. en los Reynos de Peru de las cuales se deduce la Figura y Magnitud de la Tierra y se aplica a la Navegación* (Madrid: Juan de Zuñiga 1748).

que tener en cuenta que la reacción enardecida contra la tradición se tradujo en una desconfianza profunda hacia cualquier sistema, fuera este el de los cartesianos o el de los newtonianos, y en una percepción favorable de la ciencia experimental como contrapeso a las abstracciones y sofisterías del escolasticismo. Piquer, ya lo hemos visto, y otros con él, proponía como principios rectores de la indagación de la naturaleza la observación, la experimentación y la razón, de modo que una acumulación suficiente de observaciones y experiencias, junto a la combinación de las mismas y la vigilancia de las circunstancias, condujeran a la formulación de leyes que reflejaran el orden del universo. Aunque su experiencia estuviera tintada de aristotelismo, Piquer se muestra como más moderno que Berni en la consideración que otorga al experimento, con indicaciones de la metodología para llevarlo a cabo y la descripción de algunos instrumentos que ya eran del dominio común.

La religión, o más bien, la ortodoxia representada por las Escrituras, es uno de los elementos que Piquer, como sus contemporáneos, tiene en cuenta a la hora de evaluar la verosimilitud de una opinión filosófica; la Biblia, y la Iglesia como su intérprete, se convierten de este modo en el banco de pruebas final. No se transige cuando se trata de ciertos temas sobre los que la Iglesia ha dado su dictamen, y no se acepta que se pueda admitir el sistema heliocéntrico o el movimiento terrestre en aras a la presunción de que las Escrituras hablan acomodándose a la inteligencia y a la comprensión común.

La organización de los textos difiere entre sí. Berni lo hace en forma de libros que luego se disponen en capítulos; Herrero en discursos, como lo estaba haciendo Feijoo en su *Theatro*; Piquer, en tratados. Los tres autores apuntan a un público amplio, pero es evidente que los dos catedráticos de la Universidad de Valencia aspiran a que sus obras tengan cabida en los estudios universitarios: la disposición en libros y tratados así parece indicarlo. Sin embargo, todos siguen un esquema parecido: una introducción o parte proemial en la que se realizan una serie de consideraciones sobre la naturaleza de la física y sus métodos, acompañadas por una explicación sobre cómo obtener el conocimiento y los vicios que hay que evitar, algo en lo que Berni se había extendido previamente en el libro dedicado a la lógica. Tema este del problema del conocimiento, sus limitaciones y fundamentos, recurrente en la filosofía de los siglos XVII y XVIII. Al igual que hace Jacques Rohault en su *Traité*, proponen el abandono del seguimiento de los antiguos, la separación de la metafísica, la utilización conjunta de la razón y la experiencia. Les preocupaba indudablemente los fundamentos del conocimiento –los tres arguyen sobre el papel de los sentidos y de la razón y los errores en las percepciones y en los juicios.

Piquer ofrece un texto formalizado, como corresponde a fin de cuentas a un catedrático que se dirige, entre otros, a sus colegas y alumnos; Herrero, al adoptar la forma de discurso, apunta a un público general, en la línea de Regnault o del mismo Feijoo. Ninguno practica la forma de diálogo o conversación, tan cara a los franceses, y que había sido utilizada por Regnault, Fontenelle o Pluche y, en España, por el doctor Martínez¹⁹⁹. Mientras que el texto de Berni sigue la forma tradicional de presentación –planteamiento de una proposición en forma interrogativa, respuestas de distintos filósofos, objeciones del autor a los anteriores y propuesta propia – el programa de Herrero, pese a su enredada sintaxis, es mucho más directo, restando carácter académico a su escrito. Piquer, que se preocupa por ofrecer una cuidada redacción, sigue en parte el diseño de Berni en cuanto discute las doctrinas de los diferentes filósofos y termina ofreciendo su propio pensamiento razonado.

Aunque se reconoce el papel de las matemáticas en el estudio de la naturaleza, como ya había señalado Tosca y como habían cultivado algunos jesuitas, no entra en sus consideraciones que la abstracción de la geometría tenga respuestas a las preguntas que sobre los entes naturales se formulan. Las matemáticas mixtas, a fin de cuentas, se ocupaban de muchos de los asuntos que correspondían a la filosofía natural, aunque desde la perspectiva de la medida y la cuantificación, dejando de lado las esencias y las causas. No conceden el mismo valor a las matemáticas puras, a las que niegan legitimidad en materias físicas.

El peso de algunas cuestiones esenciales para los modernos españoles, como la composición de los entes naturales, son todavía del máximo interés para nuestros autores, que dedican un buen puñado de páginas a expresar sus opiniones al respecto. Estos asuntos habían perdido actualidad en otros países, pero la tradición seguía teniendo una gran influencia en los eruditos nacionales. Todos rechazan la forma material sustancial y hacen depender las propiedades que diferencian a los seres naturales y las transformaciones que se observan en ellos de la disposición de las partes y de su movimiento, aceptando en líneas generales el programa mecánico; los dos médicos apuestan fuertemente por la física experimental, al menos intelectualmente, como camino idóneo para el estudio de la naturaleza, pero no saben trasladar a sus textos el conocimiento profundo que dan la práctica de experiencias, la utilización de

¹⁹⁹ “El diálogo, según Mayans es “una conversación fingida con verosimilitud y decoro, a fin de enseñar agradablemente”, *Retórica, lib. V, cap. VI*. En Francisco Aguilar Piñal, «Introducción» a Manuel Lanz de Casafonda, *Diálogos de Chindulza* (Universidad de Oviedo: 1972), 20.

instrumentos, el diseño de los mismos, el registro de datos, la elaboración de hipótesis o la obtención de conclusiones. Sus obras siguen teniendo un intenso sabor libresco, producto de su falta de formación en las actividades experimentales y, en el caso de Herrero, de una apresurada y mal digerida lectura de textos ajenos. Piquer, en este aspecto, es mucho más concienzudo y metódico, y sabe relacionar los conocimientos adquiridos en los libros con su formación como médico y con su entorno. Ni Herrero ni Piquer pretenden que sus textos sean unas “lecciones” al estilo de las afamadas de Rohault, Desaguliers o Nollet; sin embargo, sus títulos, en los que explícitamente figuraba la palabra experimental, destacaban la voluntad de configurar un campo de conocimiento diferenciado. Observamos una conciencia de los nuevos rumbos que disociaban la filosofía y la física y una voluntad de apostar por ellos. El hecho de que no se completaran los proyectos de Herrero y Piquer nos impide acceder a una parte importante de los contenidos asociados a la filosofía natural, fundamentalmente a los de física particular, donde la orientación experimental estaba más afianzada, pero dudo que hubieran aportado los procedimientos y la metodología que estaban implícitamente sancionados entre los practicantes extranjeros, dicho lo cual no se puede negar una cierta progresión desde la obra de Berni a las de los dos galenos, y de la de Herrero a la de Piquer. Por poner un ejemplo, Piquer dispone de un termómetro para medir la temperatura, mientras que Berni se conformaba con hablar de grados cualitativos de calor. La reivindicación de la física experimental se basaba en su mayor capacidad para obtener aplicaciones útiles, más no dejaba de expresarse por medio de individuos que, en realidad, no estaban curtidos en sus prácticas; sus conocimientos provenían de lecturas y, a lo sumo, de algún que otro manejo de instrumentos sencillos, como el termómetro o el barómetro; puede que incluso hubieran realizado experiencias con la máquina neumática. Con todo, trasladaban que los dispositivos instrumentales y su manejo proporcionaban información sobre el comportamiento de la naturaleza y ayudaban a entender y explicar algunos de sus fenómenos.

El principal problema de los textos que se han analizado, sobre todo los de Herrero y Piquer –que son los que se presentaban como novedades en el mercado editorial– es que sus autores no habían asimilado más que elementos dispersos de la nueva física. En el caso de Herrero su afición a la tijera daba lugar a unos discursos poco sistemáticos, guiados por sus apresuradas lecturas; en ellos aparecía, por ejemplo, la teoría de los choques –tomada de Regnault– junto con divagaciones y argumentaciones filosóficas. Herrero tenía buen olfato, sabía del éxito del P. Regnault en Francia y amparándose en el

atraso de la sociedad española en materias científicas, emprendió la tarea de hacer un refrito con elementos tomados del jesuita y de otros autores. Probablemente confiaba en que la física recreativa de los *Entretiens*, convenientemente adobada con sus aportaciones personales, sería una primicia bien recibida por el público. Piquer, que a diferencia de su colega hacía profesión de ecléctico, seguía ocupándose no obstante de exponer los sistemas; su concepción de la física experimental tiene todavía una fuerte connotación empirista que le resta capacidad investigadora.

El sustrato de lo que nos cuentan Herrero y Piquer en sus correspondientes volúmenes era ya bien conocido en los círculos culturales del país y defendido en muchos de ellos, como prueba el éxito del P. Feijoo o la operación de poner en marcha el *Diario de los Literatos de España*. Herrero se embarcó en la aventura de su *Physica* alentado seguramente por la falta de escritos sobre este tema en castellano, viendo en ello una oportunidad para darse a conocer en el mundo de los literatos; Piquer era ya un médico reputado cuando su *Física*, arropada por personalidades como Mayans o Burriel, y presentada como un programa de renovación sólido, salió de la imprenta. La realidad es que tanto la obra de uno como de otro adolecen de muchos defectos, incorporan pocas novedades reales y están todavía atrapadas en el campo de la filosofía tradicional y constreñidas por el de la religión, si bien no se puede negar el mayor cuidado de Piquer en la composición y redacción de su escrito. Las lecturas de las que echaban mano no podían suplir la carencia de un conocimiento matemático aceptable o la incompleta y a menudo deficiente asimilación de las teorías y opiniones que circulaban sobre la explicación de los fenómenos naturales. Con todo, los compendios de Tosca proporcionaban al estudioso que se atreviera con ellos una formación mucho más sólida, independientemente de los juicios que sostuviera el sacerdote.

Apreciamos por tanto entre los modernos una serie de intereses compartidos relativos a las operaciones de la naturaleza: opiniones orientadas por los mismos autores, lecturas comunes, posturas similares en cuanto a la aceptación de las distintas teorías, reflexiones análogas sobre los modos de acceder al conocimiento. Existe una recepción, un intercambio, una amplificación que pone el foco en determinadas preguntas y en las consiguientes respuestas. Algunos episodios de este tipo se han visto a lo largo de estos párrafos. No solo se da una correlación de unos escritores con otros; también observamos cómo aparecen los mismos autores extranjeros en las referencias de los españoles. No aludo a los filósofos más conocidos —Bacon, Descartes, Gassendi, Newton, Boyle ...— sino a una serie de nombres a los que remiten los publicistas del *DLE*, el P. Feijoo o

Piquer. Médicos como Ramazzini, Vallisneri (1661-1730), Baglivio o Scheuzer; jesuitas como el P. Regnault; polígrafos como St. Aubin –muy celebrado por Piquer y autor de notable éxito²⁰⁰–, Corsini, Pourchot, etc. No deja de sorprender en este contexto de circulación de libros y lecturas la clamorosa ausencia de Antonio María Herrero, autor que necesariamente había de conocer Piquer.

¿Quiere esto decir que hay que negar cualquier valor a la aparición de estas obras en el panorama cultural español? Ni mucho menos. Para empezar, responden a la aspiración de hacer accesible a una mayor parte de la población los dones del espíritu, como muy bien expresa Mayans en el *Prólogo* de la *Filosofía* de Berni. Añadamos que aportaban información de obras y autores extranjeros que no estaba al alcance de todos. Señalaban además las cuestiones y fenómenos que interesaban a los estudiosos y ponían cuidado en encontrar las palabras justas que tradujeran adecuadamente los conceptos. Ni Herrero ni Piquer completaron sus respectivos proyectos, y al parecer tampoco hubo un clamor para que lo llevaran a cabo. Vistos desde la distancia de casi tres siglos, nos enseñan que asuntos como la composición y esencia del ente natural iban perdiendo relevancia a medida que la física se orientaba a desentrañar el *cómo* y no el *qué*.

Existía en ciertos medios una insatisfacción profunda sobre el estado de la ciencia en España, pero la denuncia de esta situación no terminaba de traducirse en modificaciones significativas, y los tímidos intentos de renovación resultaban insuficientes las más de las veces; no se daban las condiciones sociales favorables a una cultura científica moderna, faltaban instituciones, y la continuidad de las iniciativas reformadoras impulsadas desde el área gubernamental dependía de las intrigas cortesanas. Las obras de los autores estudiados son producto de la situación de la física en España y, aunque trataban sin duda de responder al deseo de saber de los curiosos, exponer la preocupación por el estado de las ciencias y letras en España y proponer la modernización del campo científico, su formación resultaba insuficiente y anticuada, dando lugar a una dependencia de los escritos extranjeros que se traducían con frecuencia en una copia literal de párrafos enteros desarticulados. Faltó un apoyo gubernamental sostenido que culminara en la reforma de la enseñanza y en el establecimiento de instituciones similares a las que existían en Francia, pero también una voluntad organizativa que se exteriorizara en sociedades y agrupaciones públicas como las que se dieron en la segunda mitad del siglo.

²⁰⁰ Su *Traité* tuvo 51 ediciones entre 1741 y 1758.

¿Una física moderna? ¿Una física experimental? Realmente ni una cosa ni otra. Los autores, en parte, no siguen los presupuestos de la escolástica, pero es desde luego una física anclada en Descartes, en Gassendi, en Boyle, nada actualizada, que desconoce o no concede importancia a las investigaciones que se realizan en otros países, pese a tener a su disposición publicaciones periódicas como las *Memorias de la Academia Real de Francia* o las *Acta Eruditorum*. Las tradiciones intelectuales eran en gran medida el marco de referencia, el contacto con el ejercicio experimental prácticamente nulo, el conocimiento de las matemáticas escaso, las enseñanzas impartidas en las universidades anacrónicas, la actividad científica muy limitada. Tarea titánica la de condensar en unas pocas líneas los desarrollos producidos en varias décadas; nuestros autores no eran titanes.

Frente a la tradición escolástica, dominante en la vida cultural de las primeras décadas del siglo, las propuestas de los *novatores* supusieron un cambio de orientación, actitudes y valores hacia el estudio de la naturaleza y los modos de filosofar. A esta corriente intelectual podemos adscribir a Berni; más problemático resulta hacer lo mismo con Herrero y Piquer que, compartiendo las mismas preocupaciones filosóficas que aquellos, muestran una inclinación más acusada hacia lo que denominan física experimental. Los títulos de sus obras inciden en ese aspecto y, aunque no resultan homologables a las que se escribían en otros países, constituyen un intento de renovar la filosofía natural e identificar un ámbito de conocimiento: introducen temas que no figuraban en los textos tradicionales españoles, como las máquinas, o las propiedades de los fluidos, propios de las matemáticas mixtas; describen instrumentos y experimentos; se presentan además como obras autónomas, no insertas en un tratado general de filosofía.

El hecho de que las obras que se han analizado estén escritas en vernáculo declara el deseo de hacer llegar a un público general unos conocimientos que habían estado reservados hasta entonces solo a unos cuantos. Feijoo había despertado seguramente ese apetito en muchos de sus lectores, pero ahora se presentaban sistematizados, en el caso de Piquer, y con un propósito instructivo y recreativo en Herrero.

Descartes y Gassendi seguían siendo los filósofos de referencia, pero Newton conseguía un cierto protagonismo en la obra de Piquer. Desfilan por las *Físicas* de los dos médicos un importante número de autores; a los más conocidos por nuestros literatos añadían autores como Boerhaave, Wolff, Huygens, Bernouilli, Corsini o Musschenbroek, aunque, en algunos casos, sin un buen conocimiento de sus obras.. Las publicaciones periódicas –tanto las nacionales como las extranjeras– jugaron en aquel periodo un papel

importante en la circulación del conocimiento, del que se apropiaban los lectores españoles de acuerdo con sus inquietudes y su formación.

En resumen, pese a la consciencia que existía en ciertos sectores de la precariedad de la ciencia en España, no se logró revertir el atraso y así nos encontramos a mediados de siglo con unas obras que se dicen de “física experimental”, pero que tenían más de librecas que de experimentales: faltaban instrumentos, instalaciones, conocimientos matemáticos, establecimientos educativos que respondieran a los nuevos desarrollos producidos en las ciencias; la formación de las élites y de las clases dirigentes era anticuada y deficiente; las iniciativas económicas empresariales eran prácticamente inexistentes y los valores que recorrían la estructura social suponían una rémora. En estas condiciones la información recibida no podía ser apropiada más que dentro de un sistema que precisamente repudiaban.

CAPÍTULO II: Feijoo y su influencia en la opinión pública. Su labor pedagógica.

1. Introducción.

La dilatada carrera literaria de Feijoo en el tiempo (1726-1760), permite analizar los cambios que, a lo largo del siglo, experimentaron las concepciones sobre la física, sus métodos y sus posibilidades de explorar el mundo natural. La enorme popularidad de sus escritos, el eco que tuvieron en la sociedad, –manifestado en la multitud de sus seguidores y de sus adversarios– lo convirtieron en una figura capital a la hora de poner el conocimiento de la naturaleza en la plaza pública. Feijoo logró hacer de la física moderna sujeto de opinión entre amplios sectores de la sociedad. Las polémicas que rodearon a sus discursos, las opiniones que se vertieron sobre sus conocimientos, nos ayudan a entender el caldo intelectual de la época: las adhesiones y rechazos que levantaron sus escritos y las nuevas doctrinas revelan los intereses, las contradicciones y las aspiraciones de los diversos grupos que pugnaban por ejercer la ascendencia cultural y obtener el beneplácito del público, con los réditos políticos consecuentes. Feijoo fue un activo agente y un elemento articulador de la incipiente “esfera pública” de la que se valió la monarquía borbónica para crear un estado de opinión favorable a sus planteamientos transformadores¹. Si bien la información que proporcionaba el beneditino pecaba a veces de superficial y poco contrastada, venía arropada en un estilo y lenguaje accesibles y atractivos, como reconocía la *Censura* al primer tomo de su *Theatro*: “El estilo es noble, castizo, delicado, igualmente distante de la bajeza de expresiones humildes, que de la pueril y ridícula afectación de pomposas voces sonantes. [...] Lo que más celebro en el estilo, es aquel corriente natural y sin tropiezo, con que se encuentra dicho, y dicho con el modo más hermoso, todo cuanto quiere”².

La labor intelectual de Benito Feijoo (1676-1764) ha sido ampliamente reconocida, sin que por ello se hayan obviado sus debilidades, puestas a menudo de manifiesto por algunos de sus contemporáneos. La bibliografía sobre su persona y sobre su obra es abrumadora y no ha dejado de ser ampliada y revisada en relación con los distintos

¹ Noelia García Díaz, caracteriza la esfera pública española en sus inicios como un espacio de opinión fomentado desde el poder político, de modo que no se le pueden asignar los rasgos característicos de la “esfera burguesa” de Jürgen Habermas. Y ello por varias razones: la escasa autonomía de la poco desarrollada clase burguesa y el hecho de que la modernización fuera impulsada por el Estado. «Benito Jerónimo Feijoo in the Initial Stages of the Spanish Public Sphere. Some considerations», en David Jiménez Torres, Leticia Villamedina González (eds.), *The Configuration of the Spanish Public Sphere* (New York: Berghahn Books, 2019), 44-69.

² El P. Antonio Sarmiento, en la *Censura* al primer tomo del *Theatro critico*.

ámbitos del saber que trató el Rvdo. Padre Maestro. Se le ha atribuido un papel preponderante en la difusión de las doctrinas de Newton en España³, incluso una primacía que ha sido disputada por algún que otro estudioso en favor de su amigo y correligionario, el P. Martín Sarmiento (1695-1772)⁴; pero Sarmiento no publicó en vida más que la *Demonstracion critico-apologetica del Theatro critico* y la aprobación a la *Ilustración apologetica* de Feijoo⁵ y, por tanto, su influencia entre el público general no puede compararse con la de su cofrade, por más que Fray Martín ejerciera su magisterio y autoridad a través de la tertulia que mantenía en su celda y de su correspondencia epistolar⁶.

Los objetivos de este capítulo son varios. En primer lugar, determinar la evolución del pensamiento de Feijoo desde el *Theatro critico* (1726-1740) a las *Cartas eruditas* (1742-1760), pues se corresponden con periodos históricos en los que la situación de las actividades relacionadas con lo que llamo genéricamente física habían cambiado sustancialmente en España. En segundo lugar, estudiar su papel como catalizador de un espacio de debates relacionados con la ciencia. En tercer lugar, evaluar críticamente la labor de Feijoo en la introducción de la física moderna. Por último, atender a sus fuentes y a su uso de determinadas tecnologías discursivas con el objeto de poner en valor los nuevos desarrollos científicos.

2. El fenómeno Feijoo. Popularidad de su discurso.

Tanto el *Theatro critico universal* como las *Cartas eruditas* fueron dos obras de gran éxito que conocieron múltiples ediciones y reimpresiones⁷. En ellas Feijoo desgranó su pensamiento sobre cuestiones candentes entre los filósofos y estudiosos de su tiempo, a las que también se acercaron los que en su época se conocía como “literatos” y “curiosos”. Su enorme capacidad como ensayista le permitió ejercer una labor de divulgación

³ Antonio T. Reguera Rodríguez, «Newton y Feijoo un episodio en la historia de la difusión de las ideas científicas» (I y II), *Contextos*, XIX-XX/37-40 (2001-2002), 283-344.

⁴ Véase José Santos Puerto, «El Padre Sarmiento y la introducción de Newton en España», *Llull* 20 (39) (1997), 697-733.

⁵ Martín Sarmiento, *Demonstracion critico-apologetica del Theatro critico* (Madrid: Vda. de Francisco del Hierro, 1732); Benito Feijoo, *Ilustración apologetica al primero y segundo tomo del Theatro critico* (Madrid: Francisco del Hierro, 1729).

⁶ Sobre la vida de Sarmiento y la extensión de sus trabajos, véase, por ejemplo, Rocío Ameneiros Rodríguez, *La Biblioteca de Martín Sarmiento: recepción de la Ilustración en España* (Universidad da Coruña: UDC/2015), Tesis Doctoral. <https://core.ac.uk/download/pdf/61917144.pdf>.

⁷ Richard Herr, *The Eighteenth Century Revolution in Spain*. (Princeton: Princeton University Press, 1969), 40, proporciona estos datos sobre las reimpresiones y ediciones del *Theatro critico* y las *Cartas eruditas* durante el siglo XVIII: cuatro reimpresiones del primer volumen en los seis primeros años tras su salida de las prensas, quince ediciones del *Theatro* y de las *Cartas* hasta 1786. Tiradas de tres mil ejemplares de la primera edición de los tomos quinto y sexto.

notabilísima, que se vio reconocida por el apoyo inmediato de un público tan receptivo a las novedades y asuntos generales de actualidad, como carente de fuentes fácilmente accesibles. Recuérdesse que la primera revista erudita editada en nuestro país –el *Diario de los Literatos*– salió de las prensas en 1737 y para entonces ya se habían publicado y corrían en manos de los lectores los siete primeros tomos del *Theatro*. Feijoo supo captar el interés de los lectores, con los que mantuvo una nutrida correspondencia, convirtiéndolos en coautores, por así decirlo, de un cierto número de sus *Cartas eruditas*. Estas relaciones epistolares constituyen un indicio más de la popularidad de Feijoo y del reconocimiento de su ascendiente⁸. Feijoo es una figura representativa de las inquietudes de aquellos a los que el patrón escolástico les resultaba insuficiente y buscaban respuestas a través de otras aproximaciones; de ahí su enorme celebridad, indicativa de la existencia de un público que se sentía hasta cierto grado identificado con las propuestas del benedictino. No faltaban desde luego autores que con sus escritos y actitudes reivindicaran el espíritu moderno; desde hacía años, los *novatores* habían trasladado a la esfera social las nuevas corrientes de pensamiento en diferentes versiones. El mérito de Feijoo reside, más que en sus ideas o en la profundidad de su crítica, en el envoltorio con que las sirvió, en su capacidad para comunicar de forma amena todo tipo de noticias sobre diferentes asuntos, en su facilidad para despertar la curiosidad y el interés entre sus seguidores mediante unos recursos literarios que hacían sus reflexiones atractivas. Numerosos fueron también los adversarios que, en respuesta a su controvertido discurso, reaccionaron con alegatos y descalificaciones personales, beneficiándose del eco que cualquier ataque al erudito encontraría en la familia literaria⁹. La reivindicación de la libertad de filosofar y la opción de guiarse por el propio juicio asediaban el imperio de la tradición y proclamaban nuevas formas de autoridad; el monopolístico mercado científico

⁸ Feijoo comenta que esa correspondencia “le robaba dos días enteros de la semana, no pudiendo negarme a estimar y corresponder, como puedo, a la honra que me hacen con su comunicación muchos sujetos respetables y eruditos de varias partes de España, que solo me conocen por mis escritos”, *Prólogo de la Ilustracion Apologetica*.

⁹ La salida de las prensas del primer tomo del *Theatro critico* provocó un aluvión de escritos y folletos en contra y a favor de las opiniones vertidas por el ensayista; la catarata de impugnaciones siguió fluyendo a medida que fueron apareciendo los restantes tomos del *Theatro* y los de las *Cartas eruditas* y solo se detuvo al promulgarse la Orden de Fernando VI de 1750 por la que se prohibía la impugnación de las obras del benedictino. En la *Noticia de la vida y obras del muy ilustre y reverendo padre don fray Benito Gerónimo Feijoo monge benedictino de la congregación de España Catedrático de Prima de Teología jubilado de la Universidad de Oviedo Maestro general de su orden del Consejo de Su Majestad* (Madrid: Imprenta Real de la *Gaceta*, 1765), Pedro Rodríguez de Campomanes un listado de algunos de los manifiestos que se publicaron como respuesta a la literatura polémica del polígrafo que contradecía opiniones comúnmente aceptadas. *Theatro critico universal* Tomo I, XXVIII-XLVI. Un vistazo al catálogo de la *BNE* da cuenta igualmente de la cantidad de textos que prosperaron a la sombra de la obra feijoniana, que abrió indudablemente un debate fogoso en la incipiente opinión pública.

y cultural dominado por la escolástica se iba transformando en uno de libre concurrencia, limitado únicamente por la religión y las regalías de los soberanos. En este contexto social las disputas y polémicas formaban parte de las estrategias para ganarse el favor de la opinión pública, instrumentalizada por colectivos sociales y por la propia administración de Estado, con el objeto de lograr imponer sus propias opciones, ya fueran conservadoras o reformistas¹⁰. En cualquier caso, el fenómeno Feijoo propició un debate que atrajo hacia ciertas cuestiones matemáticas y físicas la atención de los lectores, favoreciendo su conocimiento y el intercambio, nada civilizado en ocasiones, de opiniones contrarias¹¹.

3. El autor y su obra

El *Theatro critico universal, o Discursos varios en todo género de materias para desengaño de errores comunes* (1726-1739) y las *Cartas eruditas y curiosas en que, por la mayor parte, se continúa el designio del Teatro crítico universal* consta de ocho volúmenes escritos entre 1726 y 1738, a los que se añadió un noveno de 1740 con las adiciones correspondientes. Se estructura en discursos que versan sobre cuestiones varias, algunas de ellas tratadas una y otra vez por Feijoo, al que parecen preocuparle de especial manera; seguiremos la primera edición¹². Para muchos estudiosos Feijoo es el autor que

¹⁰ Las polémicas desatadas por los discursos sobre medicina son un ejemplo de ello; la rivalidad entre seglares y eclesiásticos en cuanto a la respectiva maestría a la hora de abordar ciertas materias es otra. Así, por ejemplo, en la aprobación escrita por Francisco Arias Carrillo al *Antitheatro critico sobre el tomo tercero del Theatro critico, y Replica satisfactoria, primera y segunda parte, a la Ilustracion Apologetica del P. Feyjoo* (Madrid: 1731) de Salvador Mañer se dice: “Entre los errores, que echaron tenacísimas raíces en la creencia popular, juzgo que debe numerarse aquella ordinaria persuasión de que los seglares no son miembros de la República literaria, que viven reñidos con las Musas, y que hablan como forasteros el Idioma propio del País de las Ciencias: de este vulgarísimo engaño, es compañero inseparable el de creer que los Eclesiásticos, por serlo, están criados a los pechos de la erudición. [...] De aquí viene, que cuando altercan a los ojos del teatro del vulgo, un Eclesiástico, y un seglar, halla el primero mucho mayor número de votos, que favorezcan su partido que el segundo”. En la tesis de Jesús María Galech Amilliano, «Astrología y medicina para todos los públicos: las polémicas entre Benito Feijoo, Diego de Torres y Martín Martínez y la popularización de la ciencia en la España de principios del siglo XVIII» (Universitat Autònoma de Barcelona, 2010), se aborda la lucha por el dominio de la opinión pública: “Así, las polémicas médico-astrológicas también representaron una disputa pública sobre el tipo de ideas que había que transmitir a la población; fueron una lucha por definir cómo debía ser la opinión del público”, XI-XII. Sin olvidar los embates de las fuerzas tradicionales que se habían pronunciado contra las ideas de los *novatores* o, dentro del frente reformista, la rivalidad con otros modelos de política cultural, cuyo caso más conocido es el propiciado por Mayans.

¹¹ Campomanes, *Noticia...*, XXVII valora esta función que cumplió el *Theatro Critico* en la *Noticia* sobre la vida y la obra de Feijoo: “El prurito de contradecirle movió a muchos al estudio de materias, que a no ser por esta causa les serian siempre desconocidas. El fruto consiguiente fue el de promoverse el buen gusto generalmente en la Nación desde entonces, y enseñarse a tratar en la lengua materna todo género de asuntos científicos. Este efecto solo bastaría para hacer inmortal la fama del Teatro Crítico”.

¹² El primer tomo fue impreso en 1726 por Lorenzo Francisco Mojados; los tomos II y III, en 1728 y 1729, respectivamente, en la imprenta de Francisco del Hierro; los volúmenes IV y V, en 1730 y 1733, por la Viuda de Francisco del Hierro, y los restantes, por los herederos de Francisco del Hierro en 1734, 1736, 1739 y 1740. La consulta se ha hecho en la biblioteca digital de la BNE, que mantiene el primer tomo en

dio a conocer al gran público la física de Newton en España, e interesa por tanto prestar atención a la cronología de las publicaciones. Dejando de lado por el momento la adjudicada primacía, lo que es indiscutible es que el benedictino fue un defensor de primera hora, dentro del panorama español, de la física experimental y, en general, de un cambio metodológico en la investigación de los fenómenos naturales.

Los temas que trata Feijoo en su *Theatro* están dirigidos a modificar las opiniones comunes en asuntos tan diversos como los prodigios, los milagros supuestos, los pronósticos y artes adivinatorias, la astrología, los remedios medicinales, las criaturas fantásticas o las observaciones comunes; para ello opondrá a la arraigada credulidad de muchos, la fuerza de la explicación racional. No son, por supuesto, los únicos asuntos que comenta; a Feijoo le gusta instruir y disertar, proponer paradojas, exponer cuestiones filosóficas, contar historias y anécdotas, asombrar con distancias siderales y minutísimos cuerpos. Ha leído mucho, y tiene a su disposición las *Memorias de Trévoux*, algún tomo del *Journal des Savans* y de la *Historia de la Academia Real de Ciencias*, que le suministran noticias y datos sobre las novedades relativas a las ciencias naturales, la astronomía o la física; son informaciones que traslada a sus lectores, a los que da a conocer lo que se divulgaba en las publicaciones periódicas de otros países, supliendo así la carencia de una prensa comparable en España¹³. A veces enlaza varios discursos consecutivos para reforzar su crítica y presentarla desde distintos ángulos¹⁴. Las materias relacionadas con la física, las matemáticas o las ciencias naturales tienen frecuentemente en su *Theatro* tratamiento transversal, aparecen como avales de sus tesis frente a creencias

esta colección siguiendo a Aguilar Piñal y a Palau. <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000030010&page=1>

¹³ Feijoo fue acusado por algunos de sus impugnadores de copiar o traducir de las *Memorias de Trévoux*. Lo hizo el autor de la *Tertulia Historica y Apologetica* y lo insinuó igualmente Salvador Mañer en el discurso preliminar de su *Antitheatro critico sobre el tomo tercero del Theatro*, párrafo 7. Feijoo se había defendido de esta acusación en el *Prólogo* al tercer tomo del *Theatro*, párrafo 66, desacreditando interesadamente el contenido de la publicación jesuita: “las Memorias, como el Diario [*Journal des Savans*] no son otra cosa, que unos meros catálogos de los libros que van saliendo a luz, dando una noticia tan ligera y superficial de su asunto, que en media hora se lee el contenido de más de treinta libros”. Mañer, tras reproducir estas líneas, explicó la naturaleza de las *Memorias*, rechazando que fueran un mero catálogo de libros.

¹⁴ Por poner dos ejemplos: En el primer tomo del *Theatro* dedica varios discursos a luchar contra la astrología y los pronósticos derivados de efemérides astronómicas; en el tomo octavo, arremete en los tres primeros discursos contra los profesores escolásticos y su enseñanza sustentada en las controversias y las disputas; critica la defensa que hacen de sus opiniones mediante silogismos falaces y otras técnicas destinadas exclusivamente a mantener sus puntos de vista, sin preocuparse por la verdad de sus proposiciones. Feijoo lamenta el método de aprendizaje basado en la memoria y en argumentos prolijos, y propone que se expulse de las aulas a los profesores ineptos, pues “Con este arbitrio habría más gente en la República para ejercer las Artes Mecánicas, y las Ciencias abundarían de más floridos profesores”, y ofrece su propuesta de enseñanza, TC VIII, D 3, *Dictado de las aulas*, 36-37. Feijoo utiliza en estos tres discursos abundantes citas latinas, supongo que para mostrar su autoridad y conocimiento de la materia.

populares –es el caso de la astrología o de los agoreros presagios que anuncian los cometas; en otras ocasiones tienen un papel protagonista –paradojas físicas, peso del aire– y las más de las veces se utilizan para atacar las concepciones y métodos de la filosofía escolástica.

Las *Cartas eruditas*, formadas por cinco tomos que se fueron publicando entre 1742 y 1760, están escritas en forma de respuesta a algunos de sus corresponsales, aunque a menudo el escritor se extiende más allá de la cuestión planteada y amplía el tema con propuestas de su propio repertorio, incluyendo contrarréplicas a sus oponentes¹⁵. Las cartas suelen ser más breves que los discursos –a veces despacha el asunto en un par de páginas– y en ellas se trata una mayor diversidad de temas, muchos de los cuales no son sino observaciones cotidianas para las que se reclama una explicación científica¹⁶; en otros casos amplía y justifica lo dicho en el *Theatro*. Las materias filosóficas, que habían sido tratadas con extensión en los discursos, quedan en las cartas relegadas a un segundo plano: no era tan acuciante la defensa de la física moderna frente a la escolástica, por mucho que fuese todavía ignorada en la universidad y en otras instituciones de enseñanza. Las numerosas aficiones de sus lectores, reflejadas en la correspondencia que mantenían con nuestro erudito, ponen de manifiesto la existencia de unos individuos que se hacen preguntas y buscan soluciones razonadas; revelan la presencia de sectores sociales que no se conforman con la tradición y la autoridad, y reclaman la “libertad de filosofar” sin la mordaza de la religión¹⁷. La mirada se vuelve hacia la naturaleza y se buscan respuestas que desvelen su modo de operar.

¹⁵ Los cuatro primeros tomos fueron impresos en la madrileña imprenta de los Herederos de Francisco del Hierro en 1742, 1745, 1750 y 1753, respectivamente. El quinto se publicó en 1760 y la impresión correspondió a Joaquín Ibarra. La consulta se ha hecho a través de la biblioteca digital de la BNE. Se ha seguido la primera edición de cada uno de los tomos. <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000015551&page=1>

¹⁶ No solo explica mediante causas naturales estos fenómenos, también muchos de los supuestos milagros o acontecimientos sobrenaturales: “[...] siempre que haya a mano causa natural a que atribuir el efecto, no se debe reputar milagroso”, CE II, C II, *Campana y crucifijo de Lugo*, 11.

¹⁷ Entre las causas del atraso científico en España, Feijoo menciona el temor a que las nuevas filosofías sean perjudiciales para la religión, bien porque traigan doctrinas opuestas a la Fe, bien porque la libertad con que discurren los extranjeros en estas materias pueda inducir a los españoles a imitarlos incluso en cuestiones sobrenaturales. Rebate ese temor arguyendo que la existencia del tribunal de la Inquisición protege los dogmas, pero además añade que “Fuera de que es ignorancia, de que en todos los Reinos donde domine el error, se comunique su veneno a la Física. En Inglaterra reina la Filosofía Newtoniana, su fundador, Isaac Newton, fue tan hereje como lo son por lo común los demás habitantes de aquella Isla. Con todo, en su Filosofía, no se ha hallado hasta ahora cosa que se oponga, ni directa, ni indirectamente, a la verdadera creencia”, CE II, C XVI, *Causas del atraso que se padece en España, en orden a las Ciencias Naturales*, 224. En esta misma carta menciona también a Leibniz.

Son muy numerosos los autores que cita Feijoo en sus escritos. Sus fuentes son muy variadas, muchas de las cuales las conocemos por el propio monje¹⁸. Feijoo conocía cientos de historias y de anécdotas y las intercalaba en sus discursos y cartas, aportando matices amenos e instructivos a sus juicios y opiniones. El autor manejaba una buena biblioteca y buceaba en diccionarios y publicaciones periódicas de las que extraía datos y sugerencias. En algunos casos se aprovechaba de pasajes completos de estos textos, incorporándolos a su discurso con pequeñas variaciones. No escatimaba nombres ni títulos; tampoco citas con las que desacreditar las acusaciones de plagio vertidas por sus antagonistas. Sabemos, porque él mismo nos lo cuenta, en qué obras fundamentaba sus asertos, qué lecturas le proporcionaban los sucesos y las paradojas de que presentaba, qué libros suscitaban sus reflexiones. Ya se han citado las *Mémoires de Trévoux* y la *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, añadamos los diccionarios de Moreri, de Bayle, de Trévoux, las *Nouvelles de la République des Lettres*, las *Observations curieuses sur toutes les parties de la physique, extraites et recueillies de meilleurs écrivains*¹⁹; todas ellas aportan al benedictino datos, biografías, noticias, novedades y reseñas que somete a una elaboración personal para comunicarlas a sus lectores. Junto a estas publicaciones desfilan por sus escritos toda una plantilla de autores, muchos de los cuales aparecerán en este documento. Quizás sea conveniente destacar la influencia de escritores jesuitas, como Kircher, Arriaga, Riccioli, Schott, Scheiner, Deschales, Pardies o Regnault; o la de otros autores conocidos de nuestros literatos, como Boyle, Lémery, Pluche, Nollet, Ozanam o Rohault. También lee Feijoo el *Diario de los Literatos de España*²⁰, y tiene noticias del *Spectator* y de M. Addison²¹. Conviene recordar que a muchos de los autores que cita los conocía de segunda mano; a otros, sin embargo, los traduce directamente e incluso se inspira vigorosamente en ellos.

¹⁸ A Gaspard Delpy, *Bibliographie des Sources Françaises de Feijoo* (París: Hachette, 1936) se debe un estudio exhaustivo de los textos franceses y de los autores que utiliza el clérigo, entendiendo por tales los escritos en esa lengua. Delpy elaboró una cuidadosa lista con el epígrafe del discurso o carta en el que aparece alguna de esas referencias. Otras referencias aparecen en Ramón Ceñal, «Fuentes jesuíticas francesas de la erudición filosófica de Feijoo», *Cuadernos De Estudios Del Siglo XVIII*, n.º 18.2 (1966), 285-314. <https://doi.org/10.17811/cesxviii.18.2.1966.285-314>, y en Ignacio Elizalde Armendariz, «La influencia de Bayle y Fontenelle en Feijoo», en A. David Kossoff, Ruth H. Kossoff, Geoffrey Ribbans, José Amor y Vázquez (coords.) *Actas del VIII Congreso de la Asociación Internacional de Hispanistas 1983* Vol.1 (1986), 497-509.

¹⁹ Guillaume-Hyacinthe Bougeant (t. I), Nicolas Grozelier (t. II-IV), *Observations curieuses sur toutes les parties de la physique, extraites et recueillies des meilleurs écrivains* (Paris: 1719-1771).

²⁰ Lo menciona, al menos, en CE V, CVIII, *Dase noticia de Solano de Luque*, 212.

²¹ CE IV, C VI, *Descubrimiento de una nueva Facultad, o Potencia sensitiva en el hombre, a un Filósofo*, 68 y 69. En esta carta también habla de Locke.

Feijoo ha sido considerado por parte de la crítica literaria como el fundador del ensayo moderno y en realidad sus obras tienen poco que ver con los tratados académicos de la época; en ellas no se observa el orden académico dictado por la lógica interna del discurso, y de esa falta de rigor metodológico lo acusaron sus adversarios²². Tanto el *Theatro* como las *Cartas* se dirigían a un público no especializado, de modo que el tratamiento que daba a sus prédicas se encontraba subordinado a su intención educativa, cuyo objetivo era erradicar los errores comunes del vulgo. Escritos en un lenguaje claro y sencillo, ajeno a los culteranismos de los escritores barrocos y a la retórica de muchos de sus contemporáneos, los discursos componían una lectura amena e instructiva, accesible no solo a los sectores de vocación académica, que contaban con sus propios textos, sino a un amplio espectro de la sociedad. En este sentido podemos considerar que la obra de Feijoo abría un nuevo “espacio público” de transmisión, discusión y transformación, de saberes, en el que la erudición y la autoridad no constituían los principales valedores²³. En esta empresa, la ciencia se descubría como un poderoso aliado por su creciente prestigio y su capacidad explicativa y, al mismo tiempo, encontraba en el monje benedictino un brioso propagandista que no restringía su relato a las doctrinas físicas afines a sus creencias.

4. Pensamiento y actitudes filosóficas. Eclecticismo y escepticismo.

Antes de entrar en la física de Feijoo, conviene decir unas palabras sobre los rasgos que conforman su pensamiento y su concepción del mundo, pues son los que nos permitirán acceder a su forma de entender el estudio de la naturaleza. En primer lugar, señalaremos su aversión a la filosofía y a la lógica de las escuelas. Feijoo abominaba del razonamiento silogístico; le parecía un conjunto de construcciones abstractas, estériles y a menudo falaces, que proporcionaban un conocimiento inútil basado en la mera especulación intelectual²⁴. Las disputas y controversias escolásticas las tenía por artificiosas e

²² Véase, por ejemplo, Antonio Mestre, *Historia, Fueros y actitudes políticas: Maians y la historiografía del XVIII* (Valencia: Universitat de Valencia, 2000), 90-98.

²³ “[...] En las disputas debe preferirse la razón a la autoridad”, *TC VIII*, D 4, *Argumentos de Autoridad*, 44.

²⁴ Remito a los cuatro primeros discursos del tomo octavo del *Theatro critico* y a la nota 14. En cuanto al discurso y disputas escolásticas, nos dice: “Es cierto que la esfera del discurso humano, en orden a las evidencias, es muy angosta; pero en orden a probabilidades muy dilatada, y en orden a cavilaciones sofisticas, infinita. [...] Necesariamente han de ser de cortísimo ingenio los que no perciben que esto [las controversias] es lo mismo, que detener el curso de un río o poner puertas al campo. Lo que, pues, suelen lograr con sus prolijas tareas, es llenar grandes volúmenes de soluciones y réplicas que amontonadas unas sobre otras, hacen una ostentosa perspectiva, pero toda esa máquina se viene al suelo con un papirote solo de un discurso claro”. *TC VIII*, D 3, *Dictado de las Aulas*, 32. Años más tarde, en la carta decimosexta del

interminables y reclamaba la necesaria autonomía del conocimiento físico frente a la metafísica, abogando por un conocimiento útil²⁵. Frente a una erudición incapaz de explicar el fenómeno más vulgar, oponía la razón, las observaciones y el sentido común. Para Feijoo estaba claro que la indagación del mundo natural requería el concurso de los sentidos y de la experiencia y que, si se renunciaba a esa guía, se caía en pura metafísica, que era en lo que se había convertido la física de las escuelas²⁶.

Feijoo no abandonará nunca totalmente el molde aristotélico, y no solo para disputar dentro de este marco contra los escolásticos; muchas de sus consideraciones tomaban como base los principios y conceptos de la filosofía natural tradicional, que era el discurso que lo había formado y proporcionado sus referencias. A ello hay que añadir la dificultad de expresar mediante términos y categorías del pasado las nuevas orientaciones e interpretaciones de la física moderna, vacilante todavía a la hora de perfilar con rigor magnitudes, variables o ideas, y de adoptar las voces que las formularan. Eso mismo le ocurría a veces al Padre Maestro, que criticaba acerbamente que se hablase de virtud atractiva o “calefactiva” para explicar los efectos del imán o del fuego, cuando él mismo sacaba a colación la facultad “congelativa” del nitrógeno²⁷. Para Feijoo era inadmisibles la intransigencia de los escolásticos, para los que solo la física de Aristóteles garantizaba la doctrina teológica. Sin embargo, como hombre religioso, los preceptos de la Iglesia prevalecían sobre cualquier otra consideración, llegando a afirmar que no estaba dispuesto a seguir ninguna doctrina que implicara contradicción con la verdad revelada;

segundo tomo de las *Cartas eruditas* vuelve a denotar la intransigencia de algunos escolásticos frente a las doctrinas novedosas que se exponían en los sistemas físicos; alegaban los sectarios de las Escuelas que habían sido ideadas por extranjeros herejes. Feijoo contraponía el inmovilismo y la animadversión de hacia todo lo extranjero de Theopompo a las razones de Charistio, conocedor de las doctrinas que venían de fuera. Los nombres no parecen escogidos al azar: en griego clásico Theopompo podría traducirse como el mensajero de los dioses, indicando la defensa que frente a los “herejes” hacia el escolástico; Charistos significa cortés, agradecido. No puedo afirmar que fuera esa la intención de Feijoo, lo presento tan solo como una posibilidad.

²⁵ “Las ideas Aristotélicas están fuera de lo físico, como las Platónicas [...] Cuanto hasta ahora escribieron y disputaron los Peripatéticos acerca del movimiento, no sirve para determinar cuál es la línea de reflexión por donde vuelve la pelota tirada a una pared, o cuánta es la velocidad con que baja el grave por un plano inclinado”. *TC* II, D 8, *Sabiduría aparente*, 187-188

²⁶ “No decimos, que el camino de la experiencia no sea el que lleva derechamente a la verdad; antes confesamos, que para todas las verdades naturales colocadas fuera de la esfera de la demostración Matemática, o Metafísica, no hay otro seguro”. *TC* V, D 5, *Observaciones comunes*, 104. Hablando de la enseñanza de la física, Feijoo propone que no se abandone la filosofía natural aristotélica en las universidades, pero que se arrinconen cuestiones inútiles; los contenidos debían seguir siendo la materia y forma, el movimiento, el lugar, el vacío, las cuatro causas. Se debían incluir los sistemas filosóficos alternativos, aunque solo fuera para poder combatirlos. Véase el célebre y comentado discurso trece del tomo séptimo del *Theatro critico* que lleva por título *Lo que sobra y falta en la Física*.

²⁷ Véase *CE* II, C XII, *Sobre la incombustibilidad del amianto*, 150 y *CE* II, C X, *Causa del frío en los montes muy altos*, 135.

más aún, consideraba que esa doctrina, de ser así, estaría totalmente errada²⁸. Arturo Ardao señala acertadamente que Feijoo es un representante de la filosofía moderna tal como se gestó en los siglos XVI y XVII: un hombre formado en la escolástica, de la que nunca llega a desprenderse en determinados dominios, pero que se incorporó a la filosofía moderna en otros, siendo, si no su introductor, al menos su divulgador más eficiente²⁹.

Feijoo dejó constancia en sus escritos de un eclecticismo que compartía con muchos de sus contemporáneos, si bien en su dilatada producción literaria se aprecia una reducción de su intensidad. Nuestro autor pretendía mantenerse en un terreno neutral alejado de sectarismos: nos dice que solo se guía por aquello que convence a su razón, salvo si ésta se opone a la verdad revelada, en cuyo caso lo vemos invocar a las autoridades religiosas pertinentes que le faciliten un compromiso entre razón y fe, aunque no siempre con el éxito deseado³⁰. Como escribía nuestro erudito: “[...] yo, ciudadano libre de la República Literaria, ni esclavo de Aristóteles, ni aliado de sus enemigos, escucharé siempre con preferencia a toda autoridad privada, lo que me dictaren la experiencia y la razón”³¹. Y en esta aseveración se reafirmará años más tarde, repudiando la antigüedad de una doctrina como elemento de autoridad: “Las cuestiones Filosóficas no se deciden por la Cronología, averiguando en qué edad floreció cada Autor, para saber si es más antiguo o más moderno, sino por razón y experiencia”³².

Si el eclecticismo es un rasgo que observamos en Feijoo, con mayor nitidez se nos muestra su inclinación por el escepticismo moderado. Apoyándose en una epistemología palpablemente aristotélica, Feijoo sostiene que no está al alcance del entendimiento humano la pretensión de averiguar la naturaleza o causas de las cosas. Para nuestro erudito, la filosofía natural no era verdadera ciencia, en el sentido aristotélico de “conocimiento evidente de los efectos por las causas”, sino que proporcionaba tan solo

²⁸ “Estoy, y siempre he estado, en que la mejor filosofía es la que más claramente está acorde con la Religión” *CE* II, C XXXIII, *Sobre los sistemas filosóficos*, 292. “Los dogmas filosóficos necesariamente son falsos en cuanto no fueren conciliables con los revelados. El filósofo natural no ha de perder de vista la Fe, como el Piloto nunca ha de abandonar la consideración del Polo”, en *TC* II, D 1, *Guerras filosóficas*, 26.

²⁹ Arturo Ardao, *La filosofía polémica de Feijoo* (Buenos Aires: Editorial Losada, 1962), 17-18.

³⁰ Tenemos un ejemplo en su permanente vacilación sobre el sistema copernicano. Por otra parte, Feijoo cuestiona la autoridad de los Santos Padres en materias relativas a los entes naturales: “su autoridad [la de los Santos Padres] no es de tanto peso que deba sujetar nuestro dictamen contra cualquier argumento que haya en contrario”. *TC* II, D 2, *Historia natural*, 55. Sobre la cuestión de la autoridad de los Santos Padres volvió nuestro autor en el tomo octavo del *Theatro*: “Dice el ilustrísimo Cano, que en aquel genero de controversias, que no pertenecen a la Fe, la autoridad de todos los Santos Doctores, aun unidos y contestes, no funda asenso, si solamente probable u opinativo”. *TC* VIII, D 4, *Argumentos de autoridad*, 47. La influencia de Feijoo en Piquer sobre esta cuestión ha sido señalada en el apartado correspondiente.

³¹ *TC* VII, D 13, *De lo que sobra y falta en la Física*, 24.

³² *CE* III, C IV, *Sobre el Libro intitulado: “El Académico Antiguo, contra el Escéptico Moderno”*, 40.

una opinión probable; aun así, admitía que el conocimiento adquirido mediante la observación y la experiencia tenía certeza experimental y aceptaba que podía explicar algunos fenómenos ordinarios e inquirir sus causas inmediatas, aunque entre sombras e ignorancias: “Entendido el asunto en la forma que le hemos explicado, firmo por conclusión, que no hay Ciencia, o certeza alguna científica en las materias de Física”³³. Este escepticismo moderado se templea en ocasiones al admitir, si no una evidencia filosófica, al menos una evidencia práctica, fundamentada en el consenso otorgado por los sabios³⁴. La desconfianza en la capacidad de los seres humanos y de los sistemas filosóficos para comprender la realidad solo encuentra un cierto alivio en lo que llama indistintamente filosofía o física experimental. Observación y experiencia son, nos asegura, el único camino por donde puede llegar la verdad, aunque duda de que alguna vez se pueda averiguar la íntima naturaleza de las cosas.

5. Feijoo y la filosofía experimental.

El eclecticismo y escepticismo que hemos señalado no logran, pese a todo, contaminar su adhesión sin reticencias a la filosofía experimental. Feijoo es un empirista, un fervoroso seguidor de las doctrinas baconianas. En el discurso undécimo del tomo V del *Theatro*, escrito en forma de fábula moral, dos personajes, Solidina e Idearia, personificaciones del empirismo y del racionalismo, se proponen convencer a los hombres de sus respectivas bondades. La primera busca el bienestar de los seres humanos y de la sociedad, la segunda tiraniza el entendimiento con sus dogmáticas e inatacables doctrinas, ofuscando la inteligencia. Idearia es inicialmente aristotélica y después se convierte en cartesiana; si bien estas adscripciones no aparecen explícitamente en el escrito, la intención de Feijoo es meridiana cuando describe las proposiciones irrefutables que siguen sus adeptos³⁵. Este

³³ TC III, D 13, *Escepticismo filosófico*, 293. En este largo discurso Feijoo repasa los principios y conclusiones de los distintos sistemas filosóficos, para terminar afirmando “que nuestra Filosofía no es otra cosa que un tejido de falibles conjeturas, desde los que llamamos Primeros principios hasta las últimas conclusiones. Y aun estas conjeturas se terminan en ciertas nociones universales: porque todas las naturalezas específicas, y aun las más de las razones genéricas ínfimas están tan lejos de nuestro conocimiento, que ni aun las tocamos con la duda. Si alguna verdad alcanzamos, o la debemos a la experiencia, y este ya no es conocimiento científico: o es tan per se nota, que la perciben aun los hombres más estúpidos”, 326.

³⁴ “Y en fin, invenciblemente persuade la recta razón que nunca (o por lo menos rarísima vez) convienen todos los grandes Hombres de cualquiera facultad en alguna máxima que no sea verdadera”, CE III, C XXI, *Del Sistema Magno*, 255.

³⁵ “[...] cuantos vivientes hay en Mundo (exceptuando el hombre) son verdaderamente cadáveres; que aun en el hombre solo una parte mínima del cuerpo goza de la presencia de alma; que la extensión del Mundo es infinita; que es sempiterno el movimiento de los cuerpos Sublunares, no menos que el de los Celestes; que el espacio imaginario es real y verdadero cuerpo; que cuanto hay sobre la haz de la tierra está puesto

relato le sirve para denostar la física fundada en principios e ideas *a priori*, ya que no ha producido invención, adelantamiento o utilidad alguna; son los sentidos los que proporcionan los datos necesarios para el avance de las ciencias, que se nutren también de los descubrimientos de la náutica, de la geografía, de las observaciones astronómicas, de la mecánica, de la estática, de la hidrostática y en general de las llamadas “Artes”, lo que no excluye el uso del juicio y la razón³⁶. Su adscripción a la física experimental es firme y mantendrá su defensa en discursos y cartas posteriores³⁷. Los sentidos son para Feijoo el camino que conduce a las verdades naturales, incluso en el ámbito de las ciencias matemáticas, exceptuando quizás la geometría y la aritmética; y la experiencia alimenta los campos del conocimiento matemático menos abstractos y especulativos: “Aun en las Facultades Matemáticas, que pretenden fiarlo todo a teóricas demostraciones, no se pudiera (exceptuando las dos elementales Aritmética y Geometría) dar un paso, sin llevar adelante la luz de la experiencia. Esta enseñó a la Geografía la positura de las diversas partes del Orbe; a la Náutica la virtud directiva del Imán; a la Estática el peso, de descenso y aceleración de los cuerpos, que llama graves; a la Mecánica o Maquinaria, el aumento de la potencia por la Máquina; a la Astronomía los movimientos y rumbos de los Astros; a la Hidrostática, la gravitación respectiva de los fluidos; la Música, los intervalos consonantes y disonantes; a la Óptica y Perspectiva, cuanto pertenece a la vista respecto de su objeto; a la Catóptrica y Dióptrica, todas las leyes de la reflexión y refracción”³⁸. Como vemos, la primacía de la experiencia, el pragmatismo y la visión utilitaria y aplicada de las ciencias se transparentan en estos párrafos. Las Artes Mecánicas, aprendidas inicialmente como un oficio y desterradas durante mucho tiempo de la academia, se consagran, con el beneplácito de esta nueva mentalidad, como instrumentos indispensables para desentrañar los mecanismos de la naturaleza, difuminándose las

continuamente en tan rápido vuelo, que en cada veinte y cuatro horas corre algunos millares de leguas; que en todo se debe creer a la imaginación y en nada a los sentidos: que estos engañan groseramente en todas sus representaciones”. Ahondando en el significado de la ficción, explica unas páginas más tarde que Solidina es la Experiencia e Idearia la Imaginación y se coloca definitivamente al lado de la primera, como basta observar en el énfasis que pone en la solidez de la primera frente a la infundada validez de la segunda, *TC V*, D 11, *El gran magisterio de la experiencia*, 250-252.

³⁶ “No bastan, pues, los sentidos solos para el buen uso de los experimentos: es menester advertencia, reflexión, juicio, discurso” *TC V*, D 11, *El gran magisterio...*, 266.

³⁷ La experiencia es la única fuente de conocimiento de los entes naturales, el árbitro que “ha desterrado algunos errores de las aulas, donde todo se deja a la especulación y al raciocinio”, *TC III*, D 13, 327. “Es cierto, que apenas hay otro camino de investigar la verdad Física, que el de la Experiencia. Pero la experiencia, no siendo acompañada de una perspicaz, y cuasi comprehensiva reflexión sobre los experimentos, puede inducir, y de hecho ha inducido a muchas opiniones erróneas”, *TC VIII*, D 9, *Patría del rayo*, 196. Y años más tarde: “[...] “pero sé que en esta materia como en otras muchas debe el entendimiento corregir el informe de los sentidos”, *CE II*, C III, *Dimensión geométrica de la luz*, 28.

³⁸ *TCV*, D 11, *El gran magisterio...*, 254.

fronteras que las separaban de la filosofía natural tradicional. La cultura de Feijoo, entendida en su sentido más amplio, se inscribe en la tradición científica española, volcada hacia las ciencias prácticas y útiles, y ajena a construcciones especulativas envueltas en el lenguaje matemático. Piquer comulgaba plenamente con el erudito gallego en esta visión de la física experimental y de hecho lo citaba y atendía a sus enseñanzas.

Feijoo, a veces, en su afán por desacreditar las divagaciones escolásticas, se deja llevar por un utilitarismo chato que le lleva a decir: “En ninguna arte sirve de cosa alguna el conocimiento físico de los instrumentos con que obra. Ni este dejará de ser gran Piloto por no poder explicar la virtud directiva del Imán al Polo; ni aquel gran Soldado por ignorar la constitución física de la pólvora o del hierro; ni el otro gran Pintor por no saber si los colores son accidentes intrínsecos o varias reflexiones de la luz”³⁹.

La vía experimental se presenta como la única válida para el conocimiento de la naturaleza y el modelo de estudio a seguir es el del canciller Bacon, aunque desgraciadamente, se lamentaba Feijoo, el camino abierto por el de Verulam hubiera sido desfigurado por los filósofos modernos –Descartes y Gassendi, según el benedictino– cuyas construcciones filosóficas no se habían fundamentado en la experiencia y el registro de observaciones combinadas⁴⁰. En Piquer hallamos ecos de estos alegatos.

El modelo de física experimental del *Theatro* es el de Robert Boyle, donde las operaciones y hechos de la naturaleza, puestos al descubierto en los experimentos, no se subordinaban a ninguna construcción teórica, ni eran interpretados a la luz de ninguna doctrina: las leyes obtenidas eran válidas en cualquier sistema. Feijoo hablaba de las “leyes experimentales del Mecanismo”, aceptables tanto para cartesianos como para gasendistas. No importaba que la materia estuviera formada por átomos o por partículas divisibles, ni tampoco que se admitieran las formas sustanciales o accidentales: los resultados de la experimentación eran irrefutables, “porque para los [físicos] experimentales (que en la realidad son los únicos verdaderos Filósofos) son indiferentes todos los principios teóricos. Que haya formas sustanciales y accidentales, que no las

³⁹ TC II, D 8, *Sabiduría aparente*, 189.

⁴⁰ “Aprovecharon los dos famosos Franceses [Descartes y Gassendi] la oportunidad de hallar la física de Aristóteles puesta en descrédito por el Chanciller Anglicano [...]. Pero en la realidad su fábrica era muy opuesta a la idea de Bacon, porque bien lejos de levantar el edificio sobre el fundamento de la experiencia, buscando como Bacon quería con larga serie de bien combinadas observaciones en todos los senos de la naturaleza los materiales, cada sistema se formó sobre la idea particular de un hombre solo, forcejando después el discurso para hacer que las experiencias pareciesen corresponder a los principios de antemano establecidos, que fue invertir totalmente el orden; pues para establecer los principios se habían de establecer previamente las experiencias, no admitiendo Máxima alguna, sino aquellas a que forzase el asenso una invencible multitud de bien regladas observaciones” TC III, D 3, *Simpatía y antipatía*, 44.

haya; que todo se componga o no se componga de átomos; que dependa o no la máquina del Universo de los elementos cartesianos, para ellos todo es uno: las leyes experimentales del Mecanismo, que son las únicas o las últimas a donde reducen los fenómenos, en todo sistema teórico subsisten.[...] Donde se advierte que a ellos nadie los mira como facción opuesta, sino como suyos o como neutrales, porque los Experimentos y las Consecuencias legítimas de ellos a todo Sistema se pueden acomodar, o por mejor decir, todo Sistema se puede acomodar a ellos”⁴¹.

A favor de los estudios experimentales, Feijoo alegaba que de las mismas órdenes religiosas, en especial de la Compañía de Jesús, habían surgido autores de tratados de física moderna que, sin claudicar ante los principios teóricos de los sistemas, habían admitido el mecanismo como explicación de numerosos fenómenos y lo habían seguido en la resolución de problemas; subrayaba de este modo que las nuevas doctrinas no estaban necesariamente reñidas con la religión. Para vencer las inercias y cautelas que la física experimental podía originar, Feijoo proponía el patrocinio real y la fundación de Academias al modo de las extranjeras. Consciente de la animadversión que provocaba en España quien pretendiera introducir novedades –él mismo no se había librado de insultos e injurias– planteaba como solución la protección que podía proporcionar el escudo real⁴². Es indudable que nuestro autor habla por donde le duele, a él se habían dirigido los ataques de aquellos que creían estar en posesión de las esencias inmaculadas y perdurables. En su propia carne había sufrido vejaciones y calumnias personales, a más de ácidas críticas por sus escritos. Todo un tratado de manipulaciones utilizadas por sus detractores nos presenta Feijoo⁴³. Los críticos mal intencionados, los que desdeñan los

⁴¹, TC VII, D 13, *Lo que falta y sobra en la física*, 316 - 319.

⁴² CE III, C XXXI, *Sobre el adelantamiento de las Ciencias...*, 421. Para muchos se hacía necesario la creación de una Academia de Ciencias patrocinada por la Corona, a imitación de las que funcionaban en otros países. Tenemos como testimonio de estas aspiraciones, las propuestas realizadas por Mayans.

⁴³ “[...] Hay varios medios y fáciles para desacreditar el mejor Escrito del Mundo. Hay las citas falsas, hay las inteligencias siniestras, hay las interpretaciones malignas, hay las truncaciones de cláusulas, hay las falsedades de que aquello ya lo dijeron otros, y hay en fin el escribir con osadía y desvergüenza, [...] No de uno u otro de los seis medios expresados fino de todos juntos se valió uno que poco ha dio a luz contra mí, dos Tomos en cuarto”, CE III, C XXXI, *Sobre el adelantamiento...*, 388. Unos años antes moralizaba sobre la actuación de ciertos individuos que se aprovechaban de la popularidad de un escritor para publicar un opúsculo o un libro sin más contenido que la impugnación del autor conocido: “El medio que elige es impugnar algún Autor conocido y que ha adquirido alguna fama. Pónese a escribir sobre ese asunto, y para llenar un librito o un cuaderno no hay inepticia, fruslería, ni puerilidad, que no acumule. Introduce en vez de argumentos trampantojos. Tuerce el sentido a las cláusulas del Autor que impugna. Mete las noticias que le hacen al caso, aunque no estén justificadas. Alega Autores cuyo contexto no entendió o de intento ha querido viciar”, TC IV, DXI, *Nuevo caso de conciencia*, 274. Y volverá sobre el asunto en otras ocasiones: “Sabes, que muchos días ha hicieron liga contra mis escritos unos, no sé cómo los llame unos pobres de la República Literaria, de estos, que, cuando quieren hacer algún papel en el Mundo, su miseria los precisa a andar por las puertas y zaguanes de los libros, los índices quiero decir, mendigando harapos de noticias, y

escritos sobre las ciencias, los que tildan de inútiles los estudios y descubrimientos matemáticos o físicos, son la diana a la que apuntan las flechas de Feijoo. A ellos opone los numerosos ejemplos que dan cuenta de las ventajas que se obtienen de la investigación de los fenómenos e incluso de la propia especulación matemática⁴⁴.

En esta etapa de su producción literaria, correspondiente a la década de los años treinta, Feijoo se siente cómodo identificando la física con la experimentación ingenua, con la observación que llega a una mente virgen, ante la cual la naturaleza desvelará sus secretos; le parece indiferente que los entes estén compuestos de átomos o que materia y forma sean sus principios constitutivos, cuando el mecanicismo que alaba se basa precisamente en la concepción corpuscular de la materia y en el movimiento, y niega radicalmente las formas sustanciales. José Antonio Maravall hace una justísima observación cuando dice que “Feijoo, como otros escritores españoles, no llega a entender la auténtica significación teórica, intelectual, de la nueva ciencia. Y así termina por confundir el experimentalismo metódico que con franco entusiasmo admira en Boyle, con un nuevo empirismo sin articulación sistemática, el cual, en definitiva, no deja de ser tan apriorístico como cualquier otro sistema y, a la vez, contrario al verdadero espíritu de la ciencia”⁴⁵.

Con el paso de los años Feijoo mostrará una mayor confianza en los métodos y conclusiones de la física experimental. El filósofo experimental del *Theatro* manifestaba su escepticismo sobre la posibilidad de averiguar las causas o las esencias y modestamente se conformaba con un conocimiento de los efectos. Advertía de que las experiencias debían realizarse con sumo cuidado, y que había que prestar atención a separar adecuadamente causas de efectos, porque la confusión podía llevar a errores interpretativos⁴⁶. Sin embargo, ya en el tomo segundo de las *Cartas eruditas* Feijoo define

cosiéndolos con imposturas, dicterios y chabacanismos; venden después al rudo Vulgo, como tela de algún precio, lo que puesto en la mano de cualquiera Docto, al primer tirón descubre ser mera podredumbre. Por tales manos y con tales medios se forjaron casi todas las impugnaciones que hasta ahora parecieron contra mí”. *Prólogo TC V*.

⁴⁴ *CE III, C XXXI, Sobre el adelantamiento...*, 391-392. Entre los ejemplos de la utilidad de la investigación para la vida común nombra la expedición para determinar la figura de la Tierra: “¿Quién no dijera en España (o quien no lo dice) que el examen de la figura de la Tierra hecho estos últimos años con no poco gasto del Rey de Francia y a costa de grandes fatigas de ocho o diez Académicos de la Academia Real de las Ciencias, es un trabajo especioso pero inútil? Pues este trabajo puede dar mucho mayor Seguridad a la navegación en las grandes distancias de la Equinoccial”.

⁴⁵ José Antonio Maravall, «“Feijoo el europeo” desde América», *Revista de Occidente* 21 (diciembre 1964), Madrid, 352-353.

⁴⁶ “El primero, es el de tomar por efecto lo que es causa y por causa lo que es efecto. El segundo, tomar por causa alguna cosa que por accidente concurre sin influjo alguno. El tercero, es entre dos efectos de una misma causa, tomar uno por causa de otro”. *TC V, D 11, El gran magisterio...*, 276. En este mismo discurso,

la física experimental como “aquella que prescindiendo de todo Sistema, por los efectos sensibles investiga las causas y, en donde no puede averiguar las causas, se contenta con el conocimiento experimental de los efectos”⁴⁷; más tarde arriesga un poco más y asigna a los experimentos fuerza probatoria, les concede una función de verificación: “La experiencia debe ser propia y no ajena, es que cada uno ha de variar los experimentos según las varias ideas que tuviere [...] Para esto es necesario que cada uno le haga las preguntas a su modo y conformemente a la idea que le haya ocurrido: esto es, que tiene aquellos experimentos que le parezcan más propios para descubrir si la idea que le ha ocurrido es falsa o verdadera [...] Es menester también variar las máquinas o la disposición de ellas; porque consultar una sola sería examinar un testigo solo”⁴⁸. El experimentador de las *Cartas eruditas* aspira ahora nada menos que a encontrar la causa de los fenómenos, a interrogar a la naturaleza, a descubrir los principios; el experimento sirve para contrastar la validez de las conclusiones y debe realizarse variando las circunstancias y los dispositivos utilizados, anotando con minuciosidad todas las circunstancias que concurren. Son los consejos que da el benedictino a sus lectores, invitándolos, según se desprende del texto, a convertirse también en filósofos naturales, a formarse sus propias concepciones y a contrastarlas. La noción de experiencia, ligada inicialmente a la observación, se ha transformado con el paso del tiempo en práctica y metodología experimental destinada a verificar los supuestos. Al cabo de los años, Feijoo parece más convencido de las capacidades indagatorias de la física experimental; ya no se trata solo de describir los resultados de los experimentos, también de hacer deducciones de ellos, o contrastar hipótesis, no es el empirismo ramplón al que anteriormente había dado su conformidad, ahora no parece dispuesto a observar los resultados sin obtener consecuencias. Y es que el Rvdo. Padre, cuando escribe, nos induce a pensar que también él se entretiene repitiendo lo que le indican sus libros y que desconfía de las experiencias no realizadas y contrastadas por uno mismo⁴⁹.

Feijoo ofrece varios ejemplos en los cuales la interpretación del experimento condujo a conclusiones erróneas: el horror al vacío de la experiencia de Torricelli o la esfera de fuego por el movimiento de la llama hacia arriba. Insiste en la necesidad de actuar “con tan exquisita diligencia, para que no nos engañen, como engañaban a nuestros mayores, y aun hoy engañan a muchos que fiándose a una experiencia superficial y grosera, precipitan las consecuencias sobre el primer informe de los sentidos”, p. 263.

⁴⁷ CE II, C XVI, *Causas del atraso que se padece en España en Orden a las Ciencias Naturales...*, 222.

⁴⁸ CE IV, Carta XXV, *Escusase el Autor de aplicarse a formar Sistema sobre la “Electricidad”*: Pero confirma su antiguo sentir sobre la “Patria del Rayo”, con los experimentos “Eléctricos”, 346-347.

⁴⁹ Por ejemplo, comenta un experimento que dice haber llevado a cabo él mismo en TC VIII, D 9, *Patria del rayo...*, 194-195: “Las experiencias que acabo de hacer con la Pólvora fulminante me han quitado toda duda de que explica su fuerza hacia todas partes. Una porción de ella igual a dos tomaduras de tabaco coloqué puesta en una laminita de hoja de lata sobre las ascuas de un brasero. Habiéndose calentado la

El concepto de experiencia de Feijoo se va puliendo a lo largo de sus escritos. Progresivamente abandona su versión inicial, que renunciaba a todo supuesto previo y a deducciones teóricas más allá de los resultados inmediatos, para aproximarse a la senda en la que la razón y la abstracción juegan también un papel en la investigación de la naturaleza, aunque sin recurrir a principios generales apriorísticos. Ahora bien, como se ha dicho anteriormente, a pesar de su adhesión aparentemente incondicional a la física obtenida de los experimentos, considera que las evidencias que proporciona carecen de la fuerza de las conclusiones logradas mediante las matemáticas. Insiste frecuentemente en que la física experimental, a diferencia de la sistemática, no pretende indagar en los primeros principios, sino que fija su atención en los efectos para “colegir de ellos, en cuanto se pudiese, las causas inmediatas” y fecha su nacimiento en las décadas comprendidas entre los años sesenta y ochenta del siglo anterior, impulsada por la creación de las Academias de Ciencias de Londres y París⁵⁰.

Esta profesión de fe en la física experimental se traduce en toda una campaña para introducir su estudio en las diversas instituciones educativas. Lo vemos lanzar un ataque directo y extenso contra la enseñanza tradicional en el tan citado discurso *De lo que conviene quitar en las Sumulas*, donde tilda de prescindible, retórica e inútil a la filosofía que se daba en los cursos de la facultad de Artes. Pocos años más tarde, en la carta titulada *Sobre el adelantamiento de las Ciencias y Artes en España*, propone que se estudie en la facultad de Artes la Física experimental, que para Feijoo es la verdadera física. La física especulativa es equivalente para nuestro autor a la de las Escuelas y es totalmente inútil para la vida práctica. La física experimental, a diferencia de la anterior, está volcada en

mezcla hasta un hervor considerable, reventó con estrépito igual al de una pistola bien cargada. Todo el efecto que hizo en la hoja de lata fue encorvarla un poco hacia abajo por aquella parte donde estaba puesta la Pólvara”. Habla de que hace ciertas experiencias sencillas: “Hallándome en una conversación con ciertos Filósofos de la Escuela y ofreciéndose hablar de algunas materias Físicas, propuso uno la novedad de que la agua fría [...] era más sutil y penetrante que la caliente, la cual le pareció probar concluyentemente con la experiencia de que cuando bebía frío de nieve en el Estío, luego que echaba agua en el vidrio le veía mojarse por la parte exterior, lo cual no podía atribuir, sino a que la agua se rezumaba por los poros del vidrio; y como esto no suceda estando el agua tibia o templada, infería que esta no es tan tenue y sutil como la fría. A fe que les hizo a los demás circunstantes no poca fuerza la prueba experimental que alegaba y a mí me costó no poco trabajo desengañarlos a todos, aunque al fin lo logré, haciéndoles notorio con varios experimentos clarísimos que aquella humedad que baña el vidrio por fuera no es resudor del licor contenido dentro, sino coagulación de los vapores errantes en el ambiente vecino, los cuales cuando algo calientes se cuajan de nuevo en agua siempre que encuentran algún cuerpo frío, y tanto más cuanto menos poroso fuere este”. TC V, D11, *El gran magisterio de la experiencia*, 264. Ya en la década de los cincuenta, escribe que no se ha formado una opinión sobre la virtud eléctrica por no haber repetido los experimentos incluidos en la obra de Jean Antoine Nollet (1700-1770), alegando sus muchos años para iniciarse en esa aventura. Su instrucción en los fenómenos eléctricos proviene, como él mismo nos aclara, de la traducción española del libro de Nollet, *Ensayo sobre la electricidad de los cuerpos* y de la *Física eléctrica* del doctor Benito Navarro. CE IV, C XXV, *Escusase el Autor de aplicarse...*, 347.

⁵⁰ CE II, C XXIII, *Sobre los sistemas...*, 289.

el descubrimiento y perfeccionamiento de elementos útiles para la vida humana, una visión baconiana de la ciencia bien enraizada en la tradición española⁵¹. Lamentablemente, denuncia Feijoo, la introducción de la física experimental en las universidades se ve impedida, en primer lugar, por el desconocimiento de la materia de los Lectores y Catedráticos de Arte; en segundo lugar, por la falta de textos y en tercer lugar, el obstáculo más difícil de vencer, por la enemistad de los viejos Profesores hacia las novedades⁵².

6. Física: temas y opiniones.

Examinemos de qué habla Feijoo cuando trata de física⁵³. Quizás sea conveniente que veamos en primer lugar lo que escribe en el *Theatro critico* (1726-1739), para poderlo comparar con lo que cuenta en las *Cartas eruditas* (1740-1760). A primera vista es fácil comprobar que en el *Theatro* priman los aspectos moralistas y educativos. La finalidad del religioso gallego es desterrar los errores, sean estos relativos a la religión, la magia, las supersticiones o las artes adivinatorias; tengan que ver con la medicina o con los

⁵¹ La utilidad de lo que algunos tildan de “curiosidades” es defendida con ahínco por Feijoo, que justifica de este modo su labor divulgativa: “Estas curiosidades muestran a los Españoles lo que los extranjeros han adelantado en la Física, Matemática, Anatomía, Óptica, Botánica y otras Ciencias. Esas curiosidades muestran a los españoles cómo el adelantamiento en estas, y otras Ciencias ha servido a los Extranjeros para perfeccionar muchas Artes liberales y mecánicas que hacen mucho más cómoda, o mucho menos trabajosa la vida humana. ¿Quién en España no dijera, que era una mera curiosidad Astronómica el descubrimiento que hizo el gran Florentino Galileo Galilei de aquellos cinco Planetas secundarios que llaman Satélites de Júpiter? ¿Quién en España no dijera que era una mera curiosidad Geométrica la invención de una nueva línea curva, llamada Cycloida, que hizo el célebre Holandés Christiano Huyghens? Pues el descubrimiento de los Satélites de Júpiter, añadiendo nuevas luces a la Geografía, enmendó la falsa posición de muchos puertos, lo que sirvió a evitar muchos naufragios; y la aplicación que hizo Huyguens de la Cycloida a los Relojes de péndula, los colocó en mucho mayor exactitud. Quien no dijera en España (o quien no lo dice?) que el examen de la figura, de la Tierra, hecho estos últimos años [...] es un trabajo especioso, pero inútil? Pues ese trabajo puede dar mucho mayor seguridad a la navegación en las grandes distancias de la Equinoccial”. Sigue de esta guisa defendiendo los experimentos eléctricos o los trabajos matemáticos de Newton aplicados a la construcción de navíos. *CE* III, C XXXI, *Sobre el adelantamiento*..., 391-392.

⁵² Feijoo señala como responsables en gran medida del atraso de la Física y las Matemáticas en España a los profesores y escolásticos españoles, unos eruditos que desprecian y desconocen la filosofía moderna y, en general, todo lo nuevo. En sus propias palabras, “si se ha de creer a estos, ni se han de admitir a Galileo los cuatro Satélites de Júpiter, ni a Huyghens y Cassini los cinco de Saturno, ni a Vieta la Álgebra Especiosa, ni a Nepero los Logaritmos, ni a Harveo la circulación de la sangre; porque todas estas son novedades en Astronomía, Aritmética y Física que ignoró toda la Antigüedad, y que no son de data anterior a la nueva Filosofía. Por el mismo capítulo se ha de reprobar la inmensa copia de Máquinas e Instrumentos útiles a la perfección de las Artes que de un siglo a esta parte se han inventado. Vean estos Señores a qué extravagancias conduce su ilimitada aversión a las novedades”, *CE* II, XVI, *Causas del atraso*..., 217.

⁵³ Este tema fue tratado por Antonio Lafuente y Manuel A. Sellés, en «La Física en Feijoo. Tradición y renovación», en Santiago Garma Pons (coord.) *El científico español ante su historia: la Ciencia en España entre 1750-1850: I Congreso de la Sociedad Española de Historia de la Ciencia*, 1980, 169-188. Muchas de las cuestiones que se abordan en este escrito –la filosofía experimental de Feijoo, su postura frente al sistema de Copérnico, la evolución de su pensamiento, su newtonianismo– han sido también estudiadas en la comunicación de Lafuente y Sellés.

fenómenos naturales. Pretende instruir a sus contemporáneos, denunciar la ignorancia universitaria, comunicar los cambios que se están produciendo en el examen de la naturaleza y subrayar las ventajas que se derivan de aplicarse a la filosofía experimental, que no es la moderna de Descartes y Gassendi, sino la que sigue los pasos del canceller Bacon y está representada en grado sumo por Robert Boyle. Los temas de física que propone a sus lectores hace años que son materia admitida por la mayoría de los filósofos. Donde el acuerdo no es tan unánime, subraya el carácter paradójico de algunos fenómenos, remitiendo a menudo a situaciones y experiencias descritas en las *Memorias de la Real Academia de Ciencias*, fuente inestimable de recursos de nuestro monje. Feijoo no es un filósofo, ni un naturalista; tampoco un físico experimental. Sabe poco de matemáticas y carece del título de médico, pero nada de todo ello le es ajeno. Ávido lector, traslada con vehemencia al papel sus reflexiones, sus descubrimientos, sus opiniones y con pluma envenenada, los desacuerdos con sus contemporáneos. Le gusta sorprender, despertar la curiosidad, buscar temas controvertidos. Su empeño reside en abrir las puertas de la filosofía natural a las nuevas corrientes y especialmente a la física experimental. Como aficionado a las cuestiones científicas escoge, entre la multitud de opiniones que pretenden explicar las obras de la naturaleza, las que le resultan más probables de acuerdo con sus presupuestos cognitivos de partida; el sanedrín de la ciencia no había lanzado contra la mayoría de ellas una condena expresa, consintiendo una pluralidad de aproximaciones debido al carácter abierto de los programas de investigación. El marco teórico es todavía frágil, se encuentra en construcción, sufre desviaciones, insuficiencias, polémicas que afectan no solo a fenómenos concretos, sino que apuntan directamente a las explicaciones, a los métodos, a los principios, a la validación.

La física del *Theatro* y de las *Cartas* se refiere fundamentalmente a cuestiones en las que se enfrentaban abiertamente escolásticos y modernos, muchas de ellas resueltas desde hacía décadas a favor de los segundos, pero que en España seguían teniendo vigencia. Se trataba de asuntos muy populares de los que también se ocupará la prensa en su día: el vacío, la naturaleza supralunar de los cometas, el funcionamiento de la máquina neumática –de la que ofrece una figura–, los experimentos con el barómetro, la porosidad de los cuerpos, la composición de los mixtos, los cuatro elementos y las cualidades aristotélicas, la gravedad, la elasticidad y opacidad del aire o la esfera de fuego. Feijoo se ocupó de las auroras boreales –en cuyo tratamiento siguió el texto de De Mairan– y someramente, de la electricidad o virtud eléctrica, en su opinión una materia ardua en la

que poco se había adelantado⁵⁴. En todas estas cuestiones se pone siempre al lado de los modernos⁵⁵. Su relato es minucioso y claro; a veces proporciona datos numéricos, no sabemos si fruto de sus propias experiencias o tomados de sus lecturas. Hombre pragmático, se pregunta por la razón que se esconde en fenómenos u observaciones de la vida cotidiana. En general, y acorde con su programa de renovación, Feijoo gusta a menudo de sorprender a sus lectores proponiendo cuestiones sobre fenómenos ordinarios a las que da una interpretación alejada de la tradicional; lo hace presentando conclusiones contrarias al sentir común, un buen recurso retórico destinado a atraer la atención y forzar la reflexión: el fuego y la luz pesan; el aire seco es más pesado que el húmedo; el rayo se forma cerca de la tierra y no en las nubes, etc.⁵⁶. Antonio María Herrero se revolió contra esta última cuestión rebatiendo al monje, que volvió a ella en el *Suplemento del Theatro critico*, sin que transpirara que Feijoo tuviera el menor conocimiento de lo que el médico aragonés había publicado en su contra en el *Mercurio Literario*⁵⁷.

La física de Feijoo es, como su pensamiento, ecléctica y a menudo contradictoria. En ocasiones admite la materia sutil, otras veces explica los fenómenos con los átomos de Gassendi⁵⁸. Se suele distanciar de toda afirmación tajante, incluso cuestiona la fiabilidad

⁵⁴ El tema de la electricidad lo toca en la carta XXV, *Escusase el Autor de aplicarse...*, 344 del tomo IV de las *Cartas eruditas*. Allí nos informa de que sus conocimientos en esta materia le vienen de la *Historia de la Academia Real de las Ciencias*, las *Memorias de Trévoux*, el *Ensayo sobre la Electricidad* de los Cuerpos, del abate Nollet y de la *Física Eléctrica*, del Doctor Don Benito Navarro. Las lecciones de Física de Nollet dice conocerlas por los extractos de las *Memorias* de los jesuitas. El tratado de De Mairan sobre las auroras boreales es mencionado en CE I C IX, *De las batallas aéreas y las lluvias sanguíneas*, 122.

⁵⁵ Sobre la composición de los mixtos y los cuatro elementos se atiene a lo que dicen los físicos modernos y para nada remite a Aristóteles; sus respuestas parten de la composición corpuscular y del movimiento de las partículas. Igualmente alejado de los escolásticos se muestra respecto a las cualidades. Por ejemplo, desestima la existencia de la esfera de fuego de los escolásticos, aunque admite que el sitio propio de este elemento es el orbe solar, TC II, D 12, *Esfera de fuego*, 229; explica las experiencias e hipótesis que han llevado a los físicos a establecer que el aire pesa, algo que como dice está admitido por todos los filósofos, incluso los aristotélicos, pero que todavía es “doctrina peregrina en España”, TC II, D 11, *Peso del aire*, 212; se enfasca en las experiencias relacionadas con el barómetro, la capilaridad y la bomba neumática, atribuyendo la causa de estos fenómenos al peso del aire y a la fuerza elástica, que define como conato de cualquier cuerpo comprimido violentamente a ocupar un espacio mayor; rechaza enérgicamente la imposibilidad del vacío y las soluciones alternativas de los escolásticos.

⁵⁶ Hay a veces un espíritu burlón en sus preguntas que, una vez atrapan al lector, le dan pie a instruir sobre un tema determinado. En CE I, C XVIII, *Que pesa más una arroba de metal que una de lana*, sostiene que una arroba de plomo pesa más que una arroba de lana. No es que Feijoo caiga en una trampa ingenua; lo que le interesa es recalcar que el aire pesa y que en una arroba de lana hay más aire que en una arroba de plomo, por tanto, en realidad hay menos de una arroba de lana.

⁵⁷ Su tendencia natural es a no afirmar nada controvertido, como máximo, a estimarlo como probable siempre que no repugne a la razón, pero al mismo tiempo gusta de sostener opiniones singulares sobre ciertos fenómenos, como es el caso de la *Patria del Rayo*, que dio ocasión a la réplica que se ha mencionado en el capítulo anterior de Antonio María Herrero.

⁵⁸ Por ejemplo, el sonido no consiste en “el movimiento de todas las partículas del aire, si solo de unas que son mucho más tenues y movibles que las demás y que por consiguiente sin mucha dificultad penetran los cuerpos más sólidos”, de clara filiación gassendista, CE II, C II, *Campana y crucifijo de Lugo*, 12. Pero hablando de la virtud congelativa del nitro, dice que los filósofos la atribuyen a que introduciendo el nitro

de los datos de su admirado Cassini y ni siquiera se fía de la evidencia matemática⁵⁹. Su uso de términos escolásticos nos desconcierta y resulta problemático dilucidar si se trata de una confusión conceptual o meramente léxica. Por ejemplo, habla de los cuerpos leves –noción aristotélica– y de su ascenso en el aire, y nos dice que es un movimiento causado probablemente por el descenso de los graves que, en su esfuerzo por alcanzar un lugar inferior, desplazan a los leves hacia arriba”⁶⁰; pero a continuación rechaza la distinción entre cuerpos leves y graves, afirmando que todos son graves y que el ascenso se debe a la menor gravedad relativa. El movimiento de graves sigue siendo una asignatura pendiente para nuestro autor, que se enreda a menudo en las mallas de su formación tradicional sin comprender plenamente las aportaciones de los modernos. Me pregunto qué entiende por gravedad en esta confusa frase: “a duplicada gravedad corresponde duplicada aceleración en el movimiento”⁶¹. Las explicaciones que rechaza en otros, como cuando no admite que los cartesianos se acojan al Ser Supremo como última razón, le sirven para no descartar la posibilidad de la atracción gravitatoria, porque está en la mano de Dios establecer tal ley.

Al describir ciertos fenómenos comunes, el fraile benedictino igual utiliza una memoria académica que una observación ordinaria. Así, al preguntarse por la razón de que el Sol caliente más la Tierra en el estío que en el invierno, nos ofrece una explicación basada en la lectura en la *HARS* del año 1719 de la memoria de Dortous de Mairan⁶², descubriendo a sus lectores que, contrariamente a lo que pudieran pensar, el Sol estaba más cerca de la Tierra en invierno que en verano y que las causas que generalmente admitían los filósofos eran la elevación del Sol sobre el horizonte y la inclinación de los rayos solares; quedaba por averiguar cómo operaban estos dos factores. Algunas veces acompañaba sus argumentos con la narración de sus propias experiencias y cálculos, como medir la temperatura de la atmósfera y de la nieve y compararlas, utilizar una lupa

sus puntas en los poros de los cuerpos cierra la entrada de la materia sutil, comprimiendo las partículas del cuerpo e impidiendo su movimiento, *CE* II, C X, *Causa del frío...*, 135-136.

⁵⁹ “Aún muchas demostraciones matemáticas, especialmente las muy compuestas, no son incompatibles con el miedo o duda refleja de si hay en ellas alguna oculta falacia por lo cual dejen de ser verdaderas demostraciones”, *TC* III, D 13, *Escepticismo filosófico...*, 282. En cuanto a Cassini, después de presentar sus datos obtenidos mediante la paralaje, no niega que haya astrónomos reconocidos, como Flamsteed o Hook que concuerden con la opinión de Cassini, pero trae a cuento que algunos matemáticos y Eusebio Amort suministran variados argumentos en contra de la fiabilidad de esas medidas, *TC* VII, D 1, *Lo máximo en lo mínimo*, 5.

⁶⁰ *TC* III, D 13, *Escepticismo filosófico...*, 315.

⁶¹ *TC* V, D 11, *El gran magisterio...*, 259.

⁶² Dortous de Mairan, «Mémoire sur la cause générale du froid en hiver et du chaleur en été», en *HARS* 1719, *Mémoires*, 104-130.

o un espejo para producir fuego, etc. En relación con la memoria de Mairan citada nos ofrece la aplicación que se su contenido hace a su lugar de residencia: “Yo he computado el exceso de calor, que por este capítulo recibe la tierra en este País que habito, estando el Sol en la altura Meridiana del Solsticio Estivo respecto del que recibe en la altura Meridian del Solsticio Hiberno, por los senos de los ángulos (que es por donde se debe hacer la cuenta) suponiendo que la primera altura en esta Ciudad de Oviedo es de setenta grados y cinco minutos, y la segunda, de veinte y tres grados y cinco minutos; porque así corresponde a la elevación de Polo de cuarenta y tres grados y veinte y cinco minutos en que colocan los Geógrafos esta Ciudad; y resulta, que el exceso de aquel calor a este, es como de veinte a poco más de ocho”⁶³. Por otra parte, muchos de sus ejemplos están tomados del P. Regnault, al que cita en numerosas ocasiones.

6.1 Los filósofos modernos: Descartes y Gassendi.

El hecho de distanciarse de las escuelas no le hizo caer, sin embargo, en brazos de lo que llamaba filosofía moderna, por la que entendía en general la filosofía de Descartes y Gassendi y de sus respectivos seguidores; excluía de esta categoría a los filósofos experimentales⁶⁴. El padre Feijoo no estaba dispuesto a admitir ningún sistema que estableciera principios *a priori* y cuando hablaba contra Descartes, lo hacía con rotundidad, sin aceptar ningún tipo de compromiso. Pero ello no obsta para que dedicara muchas líneas a la exposición de las concepciones cartesianas y para que expusiera los elementos de su física. Ya en el primer tomo del *Theatro*, en el discurso 13, presenta lo que él mismo llama un compendio de la filosofía cartesiana: los tres tipos de materia, los torbellinos, la conservación del movimiento, la negación del vacío. Feijoo comentaba que había argumentos consistentes contra estas opiniones, en particular contra la conservación del movimiento y la concepción de este como estado. Las ideas innatas, la duda metódica, el concepto de extensión, la infinitud del mundo y la eternidad de la materia, la imposibilidad del vacío, la identificación del espacio imaginario con el espacio real, el problema de la Eucaristía, la naturaleza de los brutos y el modelo del mundo, que suponía el sistema copernicano, eran el objeto de sus impugnaciones⁶⁵. A la filosofía cartesiana volvió en el siguiente tomo del *Theatro*; en este caso refutaba la duda metódica.

⁶³ CE I, CII, 31.

⁶⁴ “Tampoco comprendemos debajo del nombre de Filósofos modernos, aquellos que en estos tiempos buscan la física por la senda de la experiencia. Es este un camino prolijo; pero no hay otro seguro”, TC III, D 3, *Simpatía y antipatía*..., 43.

⁶⁵ Véase TC II, D1, *Reforma de abusos*, 20-24.

En este mismo discurso se mostraba en general mucho más próximo a la filosofía de Gassendi que a la Descartes⁶⁶; sobre todo, como él mismo afirmaba, una vez que sus desviaciones teológicas quedaban eliminadas o suavizadas tras la lectura de Maignan⁶⁷. Mediante el recurso de comparar las concepciones cartesianas y gasendistas, exponía las líneas generales del atomismo de Gassendi—átomos con movimiento propio y existencia del vacío—, poniendo de relieve las diferencias entre los dos sistemas. Sin embargo, en un ejercicio de pleno sabor aristotélico, disenta de ambos en dos cuestiones: la conservación del movimiento y su concepción como estado de los cuerpos. El argumento se basaba en que todo movimiento tenía necesariamente un término, por lo que su continuidad significaría sacar al cuerpo de ese término y llevarlo a uno nuevo; dado que la finalidad del movimiento inicial de las partes de la materia había sido la formación y orden del universo, la conservación del movimiento supondría alterar ese diseño. La misma idea subyace en la consideración del movimiento como estado del cuerpo: “Ni tiene más solidez, lo que dicen de que cualquiera cosa se conserva en el estado en que está, hasta que alguna causa extrínseca la mude: porque, si se mira bien, el movimiento no se puede llamar estado de la cosa; pues la razón de estado dice permanencia, la cual es opuesta al concepto de movimiento”⁶⁸. Subyace la idea de que el movimiento tiene una finalidad: alcanzar el estado de quietud. Por si no resultaban convincentes sus razones, echaba mano de la experiencia, alegando que la persistencia del “movimiento fermentativo” en los frutos daba lugar a su putrefacción. No nos explica Feijoo cómo se realiza ese “movimiento fermentativo” de que habla, pero lo que nos deja claro es que no ha entendido dos postulados fundamentales de la filosofía mecanicista. En este punto, Feijoo se mueve todavía dentro del aristotelismo. Claro que esto lo escribe en el primer tomo del *Theatro* y estamos todavía en 1726.

Hay que reconocer que nuestro autor sabía resumir de forma magnífica y en un lenguaje ajeno a las abstracciones y vocablos filosóficos las hipótesis cartesianas, pero las argumentaciones que hacía contra las mismas no presentaban excesivo rigor filosófico y tenían como fundamento último las doctrinas de la Iglesia. Su rechazo al sistema cartesiano no le impedía, sin embargo, reconocer los méritos del autor del *Método*, del que decía que tenía un ingenio sublime, una prodigiosa inventiva, una resolución

⁶⁶ *Ibid.*, 6.

⁶⁷ *TC I*, D 13, *Consectario contra filósofos modernos...*, 266.

⁶⁸ *Ibid.*, 257.

magnánima y extraordinaria sutileza y al que atribuía la paternidad de la filosofía mecánica que explicaba el mundo material sin vulnerar los principios de la religión⁶⁹.

6.2 Materia y forma. Composición de los cuerpos.

Su postura ecléctica y conciliadora puede observarse en su tratamiento del hilemorfismo, cuya negación era uno de los principios fundacionales de la física moderna, intentando un acomodo entre la filosofía de los modernos y el aristotelismo. En los primeros tomos del *Theatro critico* no renuncia a las formas aristotélicas, ni se rinde a las teorías corpusculares⁷⁰. Más aun, considera que los conceptos de forma, accidente, substancia o cualidad son conceptos metafísicos y verificables en cualquier sistema, aceptando los argumentos, según dice, de Jacques Rohault⁷¹. Años más tarde suavizará su postura para adaptarla al pensamiento de los modernos y para ello, distorsionando sus términos, dará interpretaciones de las formas aristotélicas y del mecanismo que no entren en flagrante contradicción entre sí: “Es verdad que estos filósofos [los modernos] excluyen por lo común toda Forma substancial y accidental materiales en el sentido en que las establece nuestra Escuela, substituyendo en su lugar el mecanismo; pero solo aquel mecanismo segundo [...] que se hace sensible o en sí mismo o en sus efectos [...] prescindiendo del primitivo o elemental, que acaso es enteramente inaveriguable. Ese mecanismo podrán admitir muy bien los Aristotélicos, pues nada hay contra él en Aristóteles, el cual nunca dijo, que las Formas substanciales y accidentales fuesen unos entes distintos de todo lo que es materia, figura y movimiento”⁷². No sé si Feijoo con esa distinción entre mecanismo primitivo y segundo, con la que pretendía salvar las formas, se refería a los *mínima naturalia* de Aristóteles o a los *mínima* o *prima naturalis* y a los *prima mixta* de

⁶⁹ CE II, C XVI, *Causas del atraso...*, 221. En TC II, D 1, *Reforma de abusos*, 6, Feijoo cita a Huet quien, a pesar de su censura de la obra cartesiana, reconoce a Descartes “gran capacidad, agudísimo ingenio y amplísima comprensión”, reproduciendo el texto latino correspondiente de la *Censurae philosophiae cartesianae*.

⁷⁰ Así, en TC I, D 1, *Voz del pueblo*, 2 escribe: “Fue sueño de Epicuro pensar que infinitos átomos, vagueando libremente por el aire al ímpetu del acaso, sin el gobierno de alguna mente, pudiesen formar este admirable sistema del Orbe. Pedro Gasendo, y los demás Reformadores Modernos de Epicuro, añadieron a este confuso Vulgo, el régimen de la suprema inteligencia. Y aun supuesto ese, no se puede entender, como sin formas que pulan la rudeza de la materia, produzca la tierra la más humilde planta”. Ni atomista ni contrario a las formas aristotélicas. Y en TC II, D 1, *Guerras filosóficas*, 24, dice: “Tan lejos estoy de condenar la Filosofía corpuscular en toda su extensión, como de abrazarla en toda su latitud. Paréceme que en la explicación de los efectos naturales, ni para todo se han menester las formas Aristotélicas, ni todo se puede componer con el mecanismo”. En ese mismo discurso, en la página 5, escribe: “Yo estoy bien hallado en las formas aristotélicas, y a ninguno de los que las impugnan, sigo”.

⁷¹ TC II, DI, *Guerras filosóficas* 25. Feijoo llama a Rohault “Jacobo Rohol”. Seguramente Feijoo acepta lo que dice Rohault, *Traité...*, I, 27, al respecto: que palabras como accidente, sustancia, calidad, etc., son modos de designar aquello que es propio del sujeto pero que no se conoce bien.

⁷² CE II, CXVI, *Causas del atraso...*, 223.

Boyle⁷³. La dificultad para prescindir de las formas, aun concediendo una explicación mecanicista de los fenómenos, no era privativa de Feijoo, y no solo por las implicaciones religiosas que podía tener. Berni, Herrero y Piquer debatían igualmente sobre el significado que debía darse a este principio aristotélico.

Si hablamos de la constitución de los cuerpos materiales nos encontramos con la permanente indefinición del ilustre gallego, vacilante siempre entre el aristotelismo y los modernos, por mucho que disimule bajo la capa del escepticismo su falta de toma de partido. Ciertamente es que no le convencen los escolásticos, pero tampoco los atomistas. A los primeros les achaca que no expliquen la naturaleza específica de la forma física de los compuestos naturales, y a los modernos, que sustituyan la forma aristotélica por la ordenación, textura y movimiento de las partículas, sin especificar cuáles sean las propias de cada compuesto. Feijoo se resistió siempre a renunciar al dualismo materia-forma del que se había liberado la nueva física y su componente mecanicista. Más aun, la cuestión de la naturaleza o esencia de las cosas materiales, que todavía formaba parte de sus especulaciones, hacía tiempo que había sido dejada de lado por los físicos como él mismo reconocía implícitamente: “pero que sin llegar allí [a la substancia de los cuerpos], tiene ella [la filosofía] hartito en que ejercitarse, explicando los ordinarios fenómenos de la naturaleza y descubriendo sus causas próximas”⁷⁴.

Ni escolástico ni atomista, Feijoo parece dispuesto a aceptar la física corpuscular, ya que contaba, junto con el mecanicismo, con el apoyo de la experiencia y la observación⁷⁵. La filosofía corpuscular y el mecanicismo se presentaban como narraciones más aptas de la composición de los seres naturales que las derivadas de las cualidades aristotélicas. En efecto, a la crítica que los escolásticos realizaban contra los modernos por ignorar las causas de ciertos fenómenos, Feijoo replicaba que frente a las cualidades ocultas de aquellos, la filosofía mecanicista contaba con mayores posibilidades de éxito a la hora de desentrañar las causas pues “...viendo claramente que muchos efectos de la Naturaleza y todos los del Arte provienen meramente del mecanismo, inclina la razón a pensar que del

⁷³ Boyle habla de la Forma como la propia materia de un cuerpo natural considerado como su modo peculiar de existencia. No es una substancia real diferente de ella. Considera a continuación que hay dos tipos de partículas, las que denomina *minima* o *prima naturalia* y los corpúsculos formados por la unión de esos *minima*, ambos imperceptibles para los sentidos. Estos segundos son los que se asocian para producir un cuerpo visible y dotarlo sus diferentes cualidades por sus combinaciones y movimiento, mientras que los primeros son inalterables. Si es correcta mi interpretación, el mecanicismo primitivo o elemental sería el relativo a los *minima*. Véase Carlos Solís, «Introducción», 188-189, en Robert Boyle, «Consideraciones y experimentos sobre el origen de las formas y cualidades», *Física, Química y Filosofía Mecánica* (Madrid: Alianza Editorial, 1985), 221-244.

⁷⁴ TC III, D 13, *Escepticismo...*, 312-313.

⁷⁵ TC IV, D 7, *Mérito y fortuna de Aristóteles*, 151.

mismo provengan otros cuyas causas no descubra”⁷⁶. Y es que, como enemigo declarado de las cualidades ocultas, encontraba razonable que muchos de los efectos que se les atribuían pudieran ser aclarados mediante la configuración y movimiento de los corpúsculos⁷⁷. Y no solo las cualidades ocultas; también las sensibles eran arrancadas de los objetos por los modernos para ser sustituidas por impresiones producidas por las partículas de la materia en los órganos de los sentidos⁷⁸. En numerosas ocasiones, su explicación de los fenómenos partía de la existencia de partículas características de cada elemento, con figuras y propiedades específicas que daban razón de las observaciones⁷⁹. Feijoo se inclinaba por una materia compuesta de corpúsculos insensibles y regida por el mecanicismo, si bien su filosofía corpuscular no lo conducía al atomismo, argumentando de este modo: “El confundir las partículas insensibles con los Átomos solo cabe en quien ignora aun el significado de las más triviales voces Filosóficas. El que todos los cuerpos constan de partículas insensibles es de la suprema evidencia, porque todos se componen de tales partes sensibles, estas de otras menores, estas de otras, hasta llegar a las insensibles. Lo de los Átomos es otra cosa, que tiene Secta Filosófica aparte, distinta de la Cartesiana”⁸⁰.

6.3 Las matemáticas en la obra de Feijoo.

Feijoo, como él mismo confiesa, no fue un experto matemático ni manejaba el cálculo infinitesimal, a pesar de lo cual tomó partido a favor de Newton en la disputa sobre la

⁷⁶ CE II, C XII, *Sobre la incombustibilidad...*, 151.

⁷⁷ TC III, D 3, *Simpatía y Antipatía...*, 55.

⁷⁸ TC III, D 13, *Escepticismo...*, 284.

⁷⁹ Por ejemplo, las partículas del aire tienen muelle –“los muelles de las partículas del aire se van desencogiendo más y más”; “las partículas de fuego introducidas en los materiales de las vasijas y en los ladrillos. Por consiguiente, las partículas del fuego son pesadas”, TC V, D 9, *Nuevas paradojas físicas*, 210 y 181, respectivamente. O al examinar las razones de la subida de vapores o del humo en el aire, una vez que niega la explicación aristotélica de buscar su lugar natural. En el caso del humo considera que las partículas propias del humo, más pesadas que el aire, se ven envueltas por partículas ígneas, más ligeras que éste, formando un conjunto más leve que permite la subida. Véase CE I, C I, *Respuesta a algunas cuestiones, sobre los cuatro Elementos*, 3. Esta explicación, con variaciones aparecerá también en el caso de ascenso de los vapores y formación de las nubes. En esta misma carta, 19 dice que las partículas del aire son “ramosas y flexibles”.

⁸⁰ CE III, C IV, *Sobre el libro intitulado...*, 66. Esta carta responde a las impugnaciones del capuchino Juan de Flandes (¿?-1746) contra Feijoo en *El académico antiguo contra el escéptico moderno* (1743). Feijoo reproducía la carta de Luis de Flandes a un corresponsal en la que decía que en Valencia se había formado una Academia de Ciencias propiciada por Mayans. Flandes añadía que era de la tertulia de Mañer y Villarroel, en Madrid. Esto le bastó al benedictino para atribuir la obra a la academia valenciana, 31. Feijoo explicaba en su respuesta que las cualidades aristotélicas procedían del movimiento de las partículas y sus configuraciones, mecanismo que producía sensaciones en los sentidos. Esto, seguía, estaba admitido por casi todos los filósofos y por religiosos tan respetados como los padres jesuitas Daniel y Regnault, autores respectivos de *Viaje al mundo de Descartes* y *Diálogos físicos*, obras que estaban “vulgarizadas en España”, 66-67.

primacía⁸¹: “...Geometría sublime o Ciencia de los infinitamente pequeños: descubrimiento prodigioso del gran Newton, aunque, con alguna apariencia haya querido disputárselo Alemania a Inglaterra atribuyéndole a su Barón de Leibnitz”⁸². El Maestro de la Orden benedictina reconocía el atraso de España en los ámbitos de la matemática y de la física y lo achacaba a “la falta de Escuela, de uso y de afición”⁸³ y al haberse contentado con seguir a Aristóteles⁸⁴. Se lamentaba de que en España sean “tan forasteras las matemáticas que aun entre los eruditos hay pocos que entiendan las voces facultativas más comunes”⁸⁵.

La cuestión de lo infinitamente divisible era tratada desde diferentes ópticas en la matemática y en la física pero en ocasiones se procedía como si fueran intercambiables, entre otras razones porque en ambos casos se ocupaban de la extensión con significados filosóficos diferentes. Desde el punto de vista de la física el problema que se planteaba desde la antigüedad era si la materia era infinitamente divisible o si estaba compuesta por partes indivisibles, que serían los átomos, la llamada aporía de Anaxágoras y Demócrito.

⁸¹ Por ejemplo, no conoce la curva cicloide y por eso no puede resolver la cuestión que le plantea un corresponsal en la página 201 de la séptima carta del Tomo V, *Resolución decisiva de las dos dificultades mayores pertenecientes a la Física, que se propone en las Escuelas*.

⁸² *Ibid.*, 202-203.

⁸³ TC IV, D 14, *Glorias de España* II, 378.

⁸⁴ Las diferencias con otros países en cuanto al cultivo de las matemáticas eran para Feijoo notables. En el discurso VI del tomo segundo del *Theatro critico, Las Modas*, cuenta que el Abad de la Mota, en su diario de 8 de Marzo del año 1686 escribe que en aquel tiempo las damas franceses habían cogido afición al estudio de las matemáticas, convertido en moda. Con gracia, explicaba que las galanterías habían sido sustituidas por disertaciones, de modo que “el pobre pisaverde, que se metía en un estrado, fiado en cuatro clausulas amatorias, cuya formación le había costado no poco desvelo, se hallaba corrido, porque se veía precisado a enmudecer, y a no entender palabra de lo que se hablaba. Un Matemático viejo, calvo y derrengado, era más bien oído de las Damas que el joven más galán de la Corte. El mismo Autor cuenta de una que proponiéndola un casamiento muy bueno, puso por condición inexcusable que el pretendiente aprendiese a hacer Telescopios, y de otra que no quiso admitir por consorte aun Caballero de bellas prendas, solo porque dentro de un plazo que le había señalado, no había discurrido algo de nuevo sobre la cuadratura del círculo”. El Rvdo. Padre maestro no sabía si la moda continuaba en Francia, pero estaba seguro de que nunca entraría en España, pues “Acá, ni hombres, ni mujeres quieren otra Geometría, que la que ha menester el Sastre para tomar bien la medida”. Feijoo desde luego escribía con gracia. El texto debe de provenir de un periódico, aunque no lo he podido localizar. Feijoo puede que se refiera a Jean-Paul de la Roque (?-1691), que dirigió y fue redactor de *Journal des savans* de 1674 a 1687; de ser así, en lugar de llamarlo de la Roque, transformó el nombre en de la Mota, dado que Mota significa peñasco o roca. Años más tarde aparece un texto que recoge la misma intención en la obra *De Paris, des mœurs, de la littérature et de la philosophie* (1813) de Jacques Barthélemy Salgues, un recopilador de misceláneas. Transcribo los párrafos: “*Les dames ne parlaient plus que de problêmes, théorèmes, équation, triangles, pentagones. Un pauvre jeune homme qui venait avec les plus jolis madrigaux était éconduit sans rémission, tandis qu’un vieux mathématicien chauve et édenté était comblé de caresses Une jeune personne refusa d’épouser un parti très avantageux parce que le futur ne savait pas un mot du Binome de Newton. Un mari quitta sa femme parce qu’elle passait toutes les nuits à observer les astres au télescope*”, 431.

⁸⁵ TC III, D 7, *Senectud moral del género humano*, 127. Esta frase sobre el desconocimiento de las matemáticas en España provocó una respuesta airada de Salvador Mañer en la que proporcionaba una nómina de entendidos en la materia, en *Anti-Theatro critico sobre el tomo tercer del Theatro critico y Réplica satisfactoria a la Ilustración apologetica del R.P.M. Fr Benito Feijoo*, 123-124.

El mismo Feijoo sostuvo posturas opuestas en sus escritos. Así, en el *Theatro* insiste en que “no solo en cada individuo, más en cada porción suya, la más menuda que pueda percibir la vista, hallarás un prodigio incomprensible, esto es, la infinitud de partes que la componen [...] Esto no cabe en tu imaginación. Tampoco en la mía. Pero por más que la imaginación resista, el entendimiento se convence en fuerza de las demostraciones matemáticas que invenciblemente lo persuaden”⁸⁶. Es decir, basaba su afirmación de la infinita divisibilidad de la materia en la evidencia matemática, cuando él mismo consideraba que eran ámbitos epistemológicos distintos. Feijoo recurre a la infinita divisibilidad de la materia, que rechazará enérgicamente en otras ocasiones, para dar verosimilitud a la enorme porosidad del oro⁸⁷, atribuyendo a Newton la siguiente proposición, de la cual no da la fuente: “Dada cualquier partícula de materia, por pequeña que sea, y dado cualquiera espacio finito por grande que sea, es posible que la materia de aquella partícula se difunda por todo aquel espacio y le ocupe de tal modo que no haya en él poro alguno cuyo diámetro exceda cualquier línea dada, por pequeña que sea”. No he averiguado de dónde obtiene Feijoo esa cita, que es una versión del Corolario 3 de la proposición 6 del libro III de los *Principia*, que dice: “Pero si la cantidad de materia en un espacio dado puede disminuir por alguna rarefacción cualquiera ¿por qué no podría disminuir indefinidamente?”⁸⁸. En cualquier caso, Newton no defiende la divisibilidad infinita de la materia, como dice el Padre Maestro, sino la posibilidad del vacío.

Unos años más tarde, Feijoo pasó a negar que la materia, o el continuo, se pudiera dividir en infinitas partes pues, deducía, que entonces sería infinita. Los físicos, según decía nuestro autor, aceptaban mayoritariamente esta hipótesis de la infinita divisibilidad ante ciertas evidencias experimentales —los datos obtenidos del microscopio, la posibilidad de dar forma filiforme a ciertos metales, la capacidad de tinter con

⁸⁶ TC VI, D 6, *Maravillas de la naturaleza*, 227-228.

⁸⁷ Feijoo está de acuerdo con lo manifestado por M. Saurin en su *Examen de una dificultad propuesta por M. Huyghens al sistema cartesiano de la pesadez*, citando textualmente su fuente: las *Memorias* del año 1709 de la *Academia Real de Ciencias* recogidas en la *HARS*, 143: “Me atrevo a avanzar esta proposición, que parecerá paradoja; que, si se quisiese defender, que en un pedazo de oro, no hay de materia propia suya, ni aun una cienmillonésima parte, se defendería, a la verdad, sin alguna prueba positiva; pero se podría seguramente desafiar a todos los Filósofos, sobre que no probarían lo contrario”, CE I, C III, *Sobre la portentosa porosidad de los cuerpos*, 56.

⁸⁸ Isaac Newton, *Principios matemáticos de la filosofía natural* (Madrid: Alianza Universidad: 1987), II, 634. Esa es, desde luego, la interpretación que da Louis Castel en *Le vrai système de physique general de M. Isaac Newton* (París: Claude-François Simon, 1743), 430: “Son problème favori est célèbre. Avec le plus petit atome de matière remplir le plus grand espace de manière que les pores vuides soient chacun plus petits qu’aucun espace donné”. Esta proposición sobre la enorme porosidad de los metales más compactos, en los que hay más espacios vacíos que llenos se puede encontrar en Newton, *Óptica*, lib.2, part. 3, prop. 8.

minutísimas cantidades de colorantes, etc.⁸⁹ —, reforzadas por consideraciones y máximas filosóficas de cariz especulativo y escolástico que se apoyaban en la carencia de extensión y por tanto, de cantidad de los indivisibles. Pero, tras una larga argumentación, concluía que la materia estaba constituida por indivisibles, y que los indivisibles de los que él hablaba concordaban con las *mónadas* de Leibniz, un salto en el vacío difícil de justificar. La naturaleza esencial de la materia era según Feijoo la extensión, como para Descartes, y a pesar de que los indivisibles carecían de ella, la colección de todos ellos daba lugar a la extensión y, por ende a la cantidad, de modo que cada uno de ellos no podía dividirse, pero los conjuntos que formaban, sí⁹⁰. Intentaba refutar en la misma carta las razones matemáticas que según él alegaban los incondicionales de la infinita divisibilidad de la materia en su favor⁹¹. El problema de nuestro autor — y de los que favorecían argumentos matemáticos para demostrar la infinita división de la materia— era que no había comprendido la infinita división de la línea o del espacio matemático, que él tomaba por realidades físicas, ya que extensión y materia eran lo mismo, olvidando que las matemáticas abstraían las cualidades sensibles y que la realidad geométrica era continua y divisible. De modo que, por un lado, se desdice de lo que había afirmado en el discurso séptimo del tercer tomo del *Theatro* sobre las asíntotas⁹² —asunto que examinaremos en otro epígrafe—, y por otro se enreda en un examen en el que concluye que la diagonal y el lado del cuadrado son conmensurables, para lo que establece desde un principio que líneas

⁸⁹ CE V, C VII, *Resolución decisiva...*, 189.

⁹⁰ *Ibid.*, 195. “Pero yo, después de considerada con toda reflexión la Materia, me ratifico, en que la opinión del famoso Leibnitz no es otra que la que he expuesto como mía. Todas las señas concuerdan. En la sentencia de Leibnitz las Mónadas son los elementos de la Materia. Tales son en la mía los Indivisibles Físicos. Según Leibnitz, las Mónadas son inextensas, no obstante lo cual constituyen la extensión. Esto mismo se verifica de los Indivisibles, que siendo inextenso cada uno, en la colección de ellos consiste la extensión. Finalmente, no se encuentra en toda la naturaleza ente alguno a quien le sean adoptables estas propiedades de las Mónadas, sino los indivisibles de que componemos la Materia los que le negamos la infinita divisibilidad”. Aquí se ve cómo Feijoo despacha asunto tan metafísico como las mónadas con una equivalencia entre éstas y sus indivisibles.

⁹¹ Probablemente, Feijoo, que había leído a Jacques Rohault, se refiera a lo que dice el autor francés para defender la infinita divisibilidad de la materia: “Or que le nombre des points qui se peuvent concevoir dans une quantité déterminée de matière, comme par exemple d'un pouce, soit indefini, la Geometrie en fournit plusieurs demonstrations, dont en voicy qui me paroist fort aisée”. Rohault da a continuación una explicación geométrica. Véase Jacques Rohault, *Traité...*, I, 52-53.

⁹² TC III, D 7, *Paradojas matemáticas*, 128. En la carta que estamos examinando, Feijoo recuerda lo que se entiende por líneas asíntóticas, pero dice que después reconoció que esta propiedad matemática requería la infinita divisibilidad de la materia, identificando espacio y materia: “Porque es imposible que prolongándose infinitamente las asíntotas y aproximándose siempre más, dejen de llegar a tocarse, si no se supone que en cualquier punto de su longitud, el espacio comprendido entre ellas sea infinitamente divisible [...] o que sea infinitamente divisible la línea que se tire de una asíntota otra en cualquiera punto de su prolongación que se señale. Pues si no se supone esta infinita divisibilidad del espacio comprendido entre ellas, este se irá disminuyendo o estrechando más y más, hasta ser invisible” CE V, C VII, *Resolución decisiva...*, 198. Feijoo parece identificar el espacio matemático con el del papel donde dibuja las asíntotas.

de longitud finita no podían tener sino un número finito de divisiones, es decir, recurriendo a afirmar lo que pretendía demostrar, un recurso que, sin embargo, critica acerbamente en sus contrarios⁹³. Extraña que, habiendo leído los *Éléments de la Géométrie de l'infini* de Bertrand Fontenelle no tenga en cuenta los primeros párrafos de dicha obra, que tratan precisamente de los números irracionales descubiertos ya por los geómetras griegos cuando demostraron la inconmensurabilidad de la diagonal y el lado del cuadrado⁹⁴. Las concepciones de lo infinito y de lo infinitamente divisible de la época conducían ineluctablemente a paradojas y argumentos engañosos⁹⁵; la divisibilidad del continuo era una cuestión complicada, un mar proceloso en el que naufragaban los mejores espíritus. De hecho, los matemáticos de ese siglo no quisieron o no pudieron entrar en la cuestión de los fundamentos del cálculo y se dedicaron al desarrollo y a las aplicaciones del mismo⁹⁶. Nuestro autor y los incondicionales de la divisibilidad que menciona se mueven en universos irreconciliables, pues Feijoo habla de una materia extensa formada por indivisibles insensibles que, sin embargo, dan lugar a la materia sensible; los partidarios de la infinita divisibilidad de la materia parecen entender que los indivisibles eran sin embargo partículas extensas. El otro argumento que utiliza nos remite a las asíntotas explicadas en un tomo anterior del *Theatro critico*, y acertadamente comenta que su demostración se basaba en admitir *a priori* la infinita divisibilidad del espacio⁹⁷. Como veremos, esta cuestión de las asíntotas fue fuertemente atacada por Salvador Mañer.

⁹³ CE V, C VII, *Resolución decisiva*..., 199-203. La argumentación pretende ser, a mi parecer, una refutación de la segunda prueba que trae a colación Rohault en la obra citada, 53-54, en la que aduce la inconmensurabilidad de la diagonal y el lado del cuadrado para justificar la infinita división de la materia.

⁹⁴ Véase, Bernard le Bovier de Fontenelle, *Éléments de la Géométrie de l'infini. Preface*. 1727. <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb33432769g>. Gallica. [Consulta: 21/X/2015]. Feijoo transcribe a veces lo escrito por Fontenelle en las *Memorias* de la Academia de Ciencias parisina. Por ejemplo, utiliza datos extraídos de Fontenelle para explicar las proporciones entre la intensidad de la luz solar y la reflejada por la Luna y cita concretamente el volumen de 1726, afirmando que la relación del método de Bouguer que describe es una traducción literal de la redacción de Fontenelle, en CE II, C III, *Dimensión geométrica de la luz*, 27. Según Ignacio Elizalde, en su artículo titulado «La influencia de Bayle y Fontenelle en Feijoo», tanto *Les entretiens sur la pluralité des mondes* como los diversos tomos de *L'Histoire de l'Académie* fueron fuente de información, e incluso modelos, del benedictino, y, en particular, dentro de estos últimos, *Éloge de Newton*.

⁹⁵ Años más tarde Benito Bails separará el infinito matemático de los infinitos físicos: “A nosotros no nos toca escudriñar si hay en la naturaleza visible cantidades infinitas actualmente existentes; si el espacio es realmente infinito, y si la duración es infinita; si en una porción finita de materia hay un número realmente infinito de partecillas. Nada de esto tiene que ver con el infinito de los Matemáticos, el cual no es otra cosa, según dijimos poco ha, que el límite de las cantidades finitas”, *Elementos de Matemáticas*. (Madrid: Ibarra, 1779-1790), I. 434.

⁹⁶ George Berkeley en su obra de 1743 *El analista, o discurso dirigido a un matemático infiel*, realizó una crítica muy influyente a la insuficiencia de los fundamentos del cálculo infinitesimal.

⁹⁷ CE V, C VII, *Resolución decisiva*..., 197-199.

6.4 Astronomía.

La astronomía le sirvió para atacar las supersticiones vinculadas a la astrología judiciaria, los eclipses o la aparición de cometas. Mediante la exposición de los descubrimientos y teorías de los astrónomos, Feijoo acreditaba que las efemérides astronómicas eran sucesos predecibles y regulares que no debían tomarse por señales divinas ni interpretarse como augurios. Al principio, con su cautela habitual, Feijoo se limitaba las más de las veces a exponer las opiniones más autorizadas sin manifestar decididamente sus propias conclusiones, añadiendo como mucho algún calificativo que nos señala hacia donde se inclinaba. Así, respecto de los cometas, en su primer tomo del *Theatro* no aseveraba que su naturaleza fuera supralunar, tan solo que los astrónomos justificaban que la mayoría estaban por encima del orbe de la Luna⁹⁸. En ese mismo discurso insinuaba la posibilidad del movimiento periódico de los cometas y concedía amplio espacio al juicio de Cassini, que los tomaba por planetas que giraban en órbitas circulares de gran diámetro y excéntricas al orbe de la Tierra. Según Feijoo, para el astrónomo francés habían sido creados al principio del mundo, conjetura que preservaba la imposibilidad de generación y corrupción en los cielos. Al cabo de los años, sin embargo, abandonó esas reservas, dando por seguro que: “atendiendo a la paralaje son de naturaleza supralunar, y por probabilísimo que siguen un curso regular y cerrado”⁹⁹, una afirmación que completó en el último texto que publicó antes de fallecer, en el que citaba a los cometas entre los astros¹⁰⁰. Anteriormente, en el discurso séptimo del tomo octavo del *TC*, había sostenido sin melindres que en los cielos había generación y corrupción, apoyándose en un conjunto de observaciones sobre cometas, novas, aumento y disminución de la magnitud de algunas estrellas, manchas solares, fáculas y manchas en los planetas, que echaban por tierra la inalterabilidad de los cielos. Como su intención era educativa, no hurtaba las explicaciones de los que defendían la doctrina aristotélica e intentaban acomodar a ella los datos de las observaciones; ni tampoco dejaba de señalar que no había unanimidad entre los modernos sobre el regreso de los cometas, pareciéndole la opinión más plausible que se generaban y destruían, apuntalando así la idea de que en los cielos había mudanzas.

⁹⁸ *TC* I, D 10, *Cometas*, 218.

⁹⁹ *TC* IX, 12-14.

¹⁰⁰ *CE* V, C II, *Satisfácese a una objeción contra una aserción incluida en el discurso pasado [El todo y la nasa]: con cuya ocasión se discurre sobre los influjos de los astros*, 76. “En tres clases se pueden dividir los Astros; esto es, Planetas, Cometas y Estrellas fijas. Cuento entre los Astros a los Cometas, esto es, por Luminares permanentes como los demás, y criados como ellos al principio del mundo; pues si bien esto no está aún averiguado con una certeza total, me basta, por lo que mira al presente asunto, el que esta es la opinión más valida entre los Astrónomos modernos”.

En este discurso, Feijoo destacaba la supuesta similitud entre Marte y la Tierra, afirmando que el planeta era “un globo análogo al nuestro que tiene Montes, Valles, Lagos, Ríos, Mares: por consiguiente su Atmósfera propia”¹⁰¹ y refutaba las opiniones contrarias a esta conjetura. Es evidente que la semejanza entre los dos globos indirectamente rebajaba nuestro mundo a la condición planetaria; de ahí a hacerlo girar alrededor del Sol no había más que un paso, que el benedictino no se atrevió a dar. De hecho, prudentemente recordó a sus lectores que: “Todo lo razonado sobre ese punto particular, no tiene por fin manifestar nuestro dictamen, sino poner al Lector en estado de que forme el que le parezca más razonable”¹⁰².

6.5 El conflicto con Copérnico.

Feijoo volvió una y otra vez al sistema de Copérnico, admitido por entonces prácticamente por toda Europa y único que tenían en cuenta los físicos y matemáticos. Las numerosas veces que lo menciona en sus escritos desmienten claramente que su única finalidad fuera exponer lo que había a favor y en contra del mismo¹⁰³. Es evidente que su entendimiento estaba conforme con el heliocentrismo, pero su obediencia a las doctrinas de la Iglesia le impedía reconocerlo abiertamente; buscará todo tipo de subterfugios para convencerse de que la ortodoxia le obligaba a rechazarlo, y después abrirá una rendija en esa ortodoxia que le permita un discurso más afín con sus convicciones intelectuales. Así, la aceptación del movimiento terrestre en la teoría de los torbellinos era una de las razones que oponía a esa teoría, aunque señalaba que el sistema heliocéntrico salvaba todas las apariencias, es decir, no estaba en contradicción con los datos observado y no se conocía argumento que lo hiciera falso, salvo la autoridad de las Sagradas Escrituras¹⁰⁴, subrayando que, a pesar de estar prohibida su defensa por el Tribunal de la Inquisición, podía no obstante mencionarse como hipótesis¹⁰⁵. Un poco más adelante, ya en el tomo VII, en el discurso *Lo máximo en lo mínimo*, reitera que, pese a la evidencia que pudiera deducirse de los cálculos, la palabra de Dios “tiene una fuerza muy superior”¹⁰⁶. Pasados

¹⁰¹ TC VIII, D 7, *Corruptibilidad de los cielos*, 160.

¹⁰² *Ibid.*, 163.

¹⁰³ CE IV, C XXI, 301-302.

¹⁰⁴ TC I, D 13, *Consectario...*, 255.

¹⁰⁵ TC II, D 1, *Guerras filosóficas*, 22. Añade Feijoo: “Y sin embargo de que los Copernicanos responden que la Escritura en las cosas puramente físicas se atempera al modo común con que los hombres las explican y entienden, para lo cual alegan algunos ejemplares; el Tribunal de Inquisición de Roma prohibió la aserción de este sistema, permitiendo solo usar de él como hipótesis para la explicación de los fenómenos”. Parece que el benedictino, solo relucientemente admite la razón de Roma.

¹⁰⁶ “[...] la que tiene un gran tropiezo [la paralaje], porque si la observación fuese segura, probaría el sistema Copernicano que pone al Sol inmóvil en el centro del mundo, y a la tierra con dos movimientos, uno diurno,

unos pocos años su discurso se hará más comprometido, contribuyendo a ello una cierta relajación de los dictados eclesiásticos. En sus *Cartas eruditas* le veremos defender de forma palmaria que el sistema copernicano no está estrictamente en desacuerdo con la religión. En la carta XXIII del volumen segundo recuerda que está aceptado en Francia y en Italia y que en España se lo desdeña por religiosidad e ignorancia pues, aunque fue condenado por la Inquisición Romana en su día, la desaprobación se había ido debilitando¹⁰⁷. Dice creer que nada había decretado el Tribunal español contra el sistema, por lo que no había obstáculo para seguirlo. La cátedra apostólica, añadía, no lo había prohibido, y prueba de ello eran los numerosos copernicanos que vivían en Italia –en especial en el reino de Nápoles–, donde los decretos del papado eran tenidos por infalibles y obedecidos al pie de la letra. Dejando de lado la religión, afirmaba contundentemente que “es tan claro como la luz meridiana que en este Sistema se salvan todas las apariencias no solo tan bien pero aún mejor que en el de Ptolomeo, lo cual no niegan ya, ni pueden negar, los mismos contrarios de Copérnico que están bien instruidos en la Física y Matemática pertenecientes a este punto”¹⁰⁸. Feijoo parece olvidar sus antiguos escritos, pues en alguno de ellos lanzaba una invectiva contra Berni, muerto unos años antes. Escribe que “no hay cosa que haga fuerza alguna contra su sistema [el de Copérnico]. Por lo cual apenas pude contener la risa cuando en el lugar de Berni, citado arriba, leí la siguiente cláusula: *¿quién había de creer que la Tierra da una vuelta en 24 horas y que nosotros andamos sobre ella 7200 leguas, que es su circunferencia, y en cada hora 300 sin sentirlo nosotros ni advertir la fuerza de la atmósfera*”¹⁰⁹. Pocos años antes, el desmemoriado reverendo se mofaba de los cartesianos, adjudicando a la dogmática *Idearia* una fe ciega en proposiciones como la de que, “cuanto hay sobre la faz de la tierra está puesto continuamente en tan rápido vuelo que en cada veinte y cuatro horas corre

y otro annuo; el primero, con que en el espacio de 24 horas se revuelve sobre su eje, y el segundo, con que en el espacio de un año gira alrededor del Sol por un círculo, cuyo diámetro es de sesenta y seis millones de leguas, y la circunferencia más de ciento y noventa y ocho. Esto tiene contra sí muchos Lugares de la Escritura, que expresan el movimiento del Sol y la inmovilidad de la tierra. Estos, por más que los Copernicanos pretendan explicarlos, tienen fuerza muy superior a la observación del señor Cassini”, *TC VII, DI, Lo máximo en lo mínimo*, 5.

¹⁰⁷ Unos años más tarde, con sorna gallega dirá, *CE IV, C XXI*, 304: “En España estuvo por demás la declaración del tribunal Romano contra los Copernicanos; ya porque acá en aquel tiempo *nec si Copernicus est audivimus*; ya porque en materia de doctrina (aun la Filosófica y Astronómica) es tan inmóvil nuestra Nación como el Orbe Terráqueo en el Sistema vulgar”. No había hecho falta la condena para que no se aceptase el movimiento terrestre.

¹⁰⁸ *CE II, C XXIII, Sobre los sistemas...*, 297.

¹⁰⁹ *Ibid.*, 297.

algunos millares de leguas”¹¹⁰. Hubiera sido más honesto rectificar lo que había escrito en el quinto tomo del *Theatro critico* que hacer mofa de un filósofo fallecido.

La capacidad de Feijoo para acomodarse a los nuevos tiempos es innegable y así, en el Tomo tercero de las *Cartas* (1750) responde didácticamente a un lector indignado por la inclinación que habían manifestado un militar y un eclesiástico hacia el sistema de Copérnico. Tras desbaratar con facilidad los argumentos habituales y ya antiguos esgrimidos en su contra -una piedra lanzada verticalmente tendría que caer en un punto distinto, las aves no podrían encontrar su nido como consecuencia del movimiento terrestre, etc.- añadía que los fundamentos a su favor eran sólidos y, de hecho, la mayoría de los matemáticos daban por buenos los dos movimientos de la Tierra, el anual y el diurno o, al menos, los consideraban muy probables. La única objeción al heliocentrismo que le parecía aceptable, era la de aquellos que consideraban imposibles las enormes distancias siderales que el sistema copernicano entrañaba¹¹¹. A disposición de su corresponsal ponía el monje la réplica de los copernicanos: si inverosímiles parecían las distancias entre los cuerpos celestes, más increíble era la formidable velocidad que deberían alcanzar los planetas y las estrellas fijas, para dar una revolución completa cada veinticuatro horas alrededor de nuestro globo. Feijoo aportaba datos numéricos en los que se recogían el diámetro del orbe terrestre, la distancia que recorrería el Sol en su movimiento diurno y la que correspondería a Saturno y a las estrellas fijas, si se admitiera la inmovilidad de la Tierra. Seguidamente interpelaba a su interlocutor: “Dígame V. md. ahora con Sinceridad, si no se le representa más arduo que un cuerpo, en el brevísimo tiempo de la pulsación de una arteria, corra catorce o quince mil leguas, que el que las Estrellas fijas estén a aquella gran distancia de nosotros, que hace precisa el Sistema Copernicano. Yo creo que sí; porque al fin, para cualquiera distancia de un cuerpo a otro, sabemos que hay un espacio infinito, en que Dios puede poner los cuerpos a la larga cuanto quiera; pero un movimiento de tan portentosa rapidez, no solo la Imaginación, más aún el Entendimiento, halla una grandísima dificultad en concebir cómo pueda hacerse, sin que el móvil en cada punto indivisible de tiempo corra más, que un punto indivisible de espacio”¹¹². Obviamente, a Feijoo le parecía más razonable el argumento de los

¹¹⁰ TC V, D 11, *El gran magisterio de la experiencia*, 250.

¹¹¹ La ausencia de paralaje de las estrellas fijas, tomando como puntos de referencia dos puntos diametralmente opuestos de la órbita terrestre, indicaba que sus distancias a nuestro planeta eran inmensas. CE III, C XX, *Sobre el sistema copernicano*, 241-242. Finaliza el párrafo con estas palabras: “¡Vacío inmenso! Distancia portentosa, que resiste admitir la Imaginación aunque, el discurso no halla argumento alguno conque convencerla de falsa”.

¹¹² CE III, C XX, *Sobre el sistema copernicano* 244.

copernicanos, pero resulta curioso que utilice un concepto aristotélico de velocidad. Por otra parte, los argumentos a favor de Copérnico eran poderosos: simplicidad, conformidad con las observaciones, eliminación de movimientos retrógrados, ecuantas y epiciclos, respeto a la ley inductiva que dice que los cuerpos menores giran alrededor de los mayores¹¹³. Feijoo mencionaba a Newton como “inventor” de esta última razón, pero lo que aducía era que, del movimiento observado de los planetas en torno al Sol y de los satélites alrededor de su correspondiente planeta, se podía inferir que ocurriría lo mismo en el caso de la Tierra, por su menor masa respecto al Sol; no es pues su explicación consecuencia de la teoría gravitatoria sino, como dice, de la inducción¹¹⁴. En hombre tan cauto sorprende una manifestación tan patente a favor del sistema de Copérnico; seguramente él mismo pensó que se había dejado llevar por un excesivo entusiasmo, porque inmediatamente hace profesión de acatamiento a los dictados de la Iglesia: “Yo por mí protesto que si en esta cuestión no jugasen sino razones filosóficas y matemáticas yo sería el más fino copernicano del mundo. Pero [...] resta contra Copérnico un argumento de muy superior clase [...] El que se toma de la autoridad de la Escritura, en varias partes de la cual está expuesto que la Tierra está inmóvil y el Sol gira alrededor de ella”¹¹⁵. Feijoo pone una chispa de humor al finalizar su carta, a costa de la facilidad de los cálculos astronómicos en el sistema heliocéntrico: “Acaso [...] el Sistema que nos parece más cómodo, será el más incómodo de todos. Y para mí lo es ahora efectivamente, porque habiéndome faltado en este momento la Imaginación, de que si, el Sistema de Copérnico es verdadero, actualmente estoy girando, con la mesa en que escribo, y con toda la Celda, con una velocidad grandísima, alrededor del Sol; esta aprehensión me causó una especie de vértigo, que me obliga a soltar la pluma”¹¹⁶. No quedando del todo satisfecho con las objeciones levantadas, Feijoo resolvió añadir una adición en la que aportaba pruebas contra Copérnico que consideraba de mayor fuerza, por provenir de datos suministrados por Christian Huygens (1629- 1695) y Jacques Cassini (1677- 1756)¹¹⁷.

¹¹³ Remite a los lectores al libro *Espectáculo de la naturaleza*, del abate Pluche, del que dice que está bastante vulgarizado en España.

¹¹⁴ CE III, C XX, *Sobre el sistema copernicano*, 248.

¹¹⁵ *Ibid.*, 250

¹¹⁶ *Ibid.*, 251.

¹¹⁷ Feijoo recogía que el matemático holandés había calculado que Sirio debía estar 27664 veces más alejada de nuestro planeta que el Sol. Para ello, mediante un telescopio inverso, había obtenido que tenía que reducir el tamaño del Sol en esa cantidad para que tuviese el mismo tamaño y brillo que la estrella. De este cómputo deducía que Sirio estaría alejado de nosotros 27664 veces el diámetro de la órbita anual. Sin embargo, según Cassini, para no observar la paralaje, la distancia de Sirio a la Tierra debería ser 43700 veces lo que

En el tomo V de las *Cartas*, al explicar de nuevo el “Sistema Magno”, con sus soles y planetas girando en torno a ellos, advertía que los filósofos conformes con este sistema daban por supuesto el movimiento terrestre. Escuchemos cómo describe nuestro autor, unas páginas más adelante, el mundo que habitamos: “vemos debajo de nuestros pies sino un Orbe compuesto de este globo, y de las siete Esferas Celestes, en que están colocados los siete Planetas, la Luna, Mercurio, Venus, el Sol, Marte, Júpiter, y Saturno”¹¹⁸, una concepción como vemos geocéntrica; casi a continuación escribe: “Sobre la altísima superficie de este que llamamos mundo viejo, hay un espacio dilatadísimo, un piélago inmenso de sutilísima materia etérea, que en varios senos contiene los nuevos mundos, iluminados de otros tantos Soles”¹¹⁹. Feijoo había impugnado el sistema magno en el tomo III de las *Cartas* y ahora lo traía a colación para mostrar la pequeñez de los seres humanos frente a la inmensidad de un cosmos formado por miles de soles en los que habitaran infinidad de racionales. No afirmaba el Rvdo. Padre Maestro que esos mundos tuvieran existencia física, todo lo contrario, repetía que “[...] esos nuevos mundos poblados de muchos excelentes racionales, solo existen en mi imaginación o en la de algunos Filósofos”¹²⁰, pero su posibilidad le servía para dar una lección moral a sus seguidores y hacerles reflexionar sobre la posición de los humanos en el mundo y la grandeza del Creador. Feijoo admitía como posible la existencia de muchos soles, pero no encontraba fundamento alguno en las especulaciones que hablaban de planetas habitados y semejantes a nuestro globo; sin embargo, el benedictino iba urdiendo y destejendo su discurso para afirmar finalmente que, “Pero así como [...] concedí arriba, que no tiene fundamento alguno la opinión de los Filósofos que establecen existentes muchos mundos, convendré ahora en que también es enteramente gratuita la existencia que atribuyen a esa multitud de Soles. [...] pues no habiendo fundamento alguno, como

distábamos del Sol. El hecho de no haber sido observada la paralaje, significaba para Feijoo que el sistema de Copérnico no funcionaba. *CE* III C XX, 251-252. Evidentemente Cassini no había llegado a la misma conclusión que Feijoo. ¿De dónde obtiene nuestro autor la información? De HARS con las *Memorias* de la del año 1717, 63 y siguientes. Lo que dice el texto de la memoria es que “Si cette parallaxe est absolument insensible, c’est une difficulté contre le Systême de Copernic, aisé cependant à digérer, et plus effrayante pour l’imagination que pour la raison. Si cette parallaxe se trouve être de quelque grandeur, non seulement elle démontre à la rigueur le Systême de Copernic, mais elle donne un moyen de mesurer la distance des Fixes”, que no es exactamente la conclusión que deduce Feijoo.

¹¹⁸ *CE* V, C II, *El todo y la nada, esto es, el Criador y la Criatura*, 36.

¹¹⁹ *Ibid.*, 37. Feijoo menciona los *Coloquios sobre la pluralidad de los mundos* de Fontenelle, pero rebate sus argumentos y, por su cuenta, adelanta los propios sobre la hipótesis de los mundos habitados. Feijoo nos dice más adelante, 50-51 que “Y a la verdad, si este Sistema precisamente se ciñese a afirmar la existencia de muchos Soles, no hallo motivo concluyente para negar su realidad; antes al contrario, representa alguna verosimilitud [...] Repito, que de toda la suntuosidad del Sistema Magno, lo único que se puede admitir como existente, es dicha multitud de Soles, y todo lo demás solo como mera hipótesis”,

¹²⁰ *Ibid.*, 46.

ciertamente no le hay, para creerle existente, es solo una entidad ficticia, mera obra de una imaginación Filosófica”¹²¹, haciendo hincapié en los párrafos siguientes en que lo que había dicho sobre el Sistema Magno debía interpretarse como una fábula, como una parábola destinada a que se comprendiera mejor su apología de la omnipotencia divina. De este modo, sin expresarlo explícitamente, todo volvía a su sitio, y la inexistencia del sistema magno dejaba incólume la inmovilidad de la Tierra y su posición central en el universo. Las vueltas y revueltas de su relato ocultaban por un lado, y manifestaban por otro, la permanente indecisión del monje respecto a la oportunidad de dar a conocer su opinión respecto al sistema de Copérnico. Evidentemente la fábula podía interpretarse en muchos sentidos si se quería leer entre líneas.

El copernicanismo de Feijoo ha sido defendido por muchos estudiosos. Es más que probable que estuviera convencido interiormente de ello, pero en sus escritos públicos termina siempre declarándose al lado de la Iglesia. Indudablemente fue para él causa de permanente desazón la imposibilidad de compaginar lo que le dictaba su razón con la obediencia a los mandatos de su religión; sin embargo, una y otra vez se ve impelido a no ocultar los elementos que favorecen la visión copernicana del cosmos, a darlo a conocer, a ayudar a extenderlo. Tenemos la impresión de que, en su afán por erradicar errores, en su didactismo, propaga el sistema heliocéntrico; nada ni nadie le obligaban a manifestarse públicamente en este asunto que tantos problemas podía acarrearle, muchos callaban y esperaban tiempos más favorables para declararse copernicanos. Su razón no podía oponerse al movimiento de la Tierra y solo la doctrina mantenida por la Iglesia en este particular le contenía dentro de los límites de la ortodoxia. Seguramente no estaba dispuesto a someterse al proceso inquisitorial que se hubiera seguido de una declaración pública a favor del movimiento terrestre, pero mucho menos a desobedecer los mandatos eclesiásticos y a dar ejemplo de rebeldía. Hasta el final mantuvo esa dicotomía, como pone de manifiesto este párrafo de 1760, cuando el peligro no era acechante, en el que se expresa como un geocéntrico de la vieja escuela: “nos es lícito inferir que, como en nuestro mundo, no hay solo un Planeta; esto es, el Sol, sino otros seis, aun no haciendo cuenta de aquellos Planetas secundarios, que llamamos Satélites”¹²². El Sol sigue siendo un planeta más y no la estrella alrededor de la cual gira nuestro globo.

¹²¹ *Ibid.*, 54 y 58.

¹²² *Ibid.*, 38.

6.6 Hacia Newton.

Durante el periodo comprendido entre la fecha de publicación del primer volumen del *Theatro critico* y la del último tomo de las *Cartas eruditas* se produjeron cambios en la sociedad española que desembocaron finalmente en su renovación y modernización durante el reinado de Carlos III. El medio cultural se fue haciendo más receptivo a los nuevos conocimientos y actividades científicas: lo que se comentaba en las correspondencias privadas, lo que se hablaba en las tertulias, lo que se practicaba en las sociedades médicas, se iba haciendo visible bajo el estímulo de los gobernantes y el patrocinio de los monarcas. La ciencia pasaba a ser una cuestión de Estado. Sirvan de muestras la publicación de las *Observaciones astronómicas y físicas hechas en los Reinos del Perú* (Madrid, 1748) y la inclusión de los estudios de física experimental en el Colegio de Nobles de Madrid. En Feijoo, siempre abierto a examinar los resultados y conclusiones de las investigaciones a que tenía acceso, apreciamos también una evolución en sus ideas científicas, así como una mayor libertad de expresión respecto a ciertas cuestiones comprometidas.

6.6.1 La gravedad.

Nos tropezamos con Sir Isaac Newton por vez primera en el discurso titulado *Paradojas físicas* del tomo segundo del *Theatro*; en uno de sus epígrafes Feijoo intentaba dilucidar la causa del descenso de los graves, para lo que desplegaba las teorías propuestas por los distintos sistemas. Mencionaba que ya en la antigüedad algunos filósofos sugirieron que era debido a la atracción del globo terrestre, tesis rechazada por distintos motivos tanto por escolásticos como por mecanicistas. Había sido Newton, nos cuenta, “famosísimo Matemático Inglés y sutilísimo Filósofo”, el que había resucitado la virtud atractiva, a la que hacía responsable de “cuantos movimientos inanimados hay en la naturaleza”¹²³. Como de costumbre Feijoo no toma partido; juzga que es muy verosímil que la Tierra tenga esta facultad de atracción sobre los graves, ya que se admite una virtud atractiva de unos cuerpos sobre otros, como en el caso del imán sobre el hierro, pero tiene por más probable que no exista y duda de que esta fuerza sea tan universal como pretende Newton. Así como en estos primeros volúmenes del *Theatro* el sistema cartesiano estaba expuesto con una cierta extensión, Feijoo por esa época se limitaba a nombrar al matemático inglés y a mencionar una ley de atracción que asociaba con una virtud sugerida por los antiguos, y a la que no prestaba mayor atención más que para preguntarse si los graves descendían

¹²³ TC II, D 14, *Paradojas físicas*, 255.

hacia el globo terráqueo desde cualquier distancia, una cuestión peregrina cuya formulación responde a la cosmografía aristotélica, con una Tierra en el centro del universo a la que los graves se dirigen. Su respuesta era que esa virtud tenía un rango limitado y que, por consiguiente, un grave situado más allá del radio de acción no bajaría a la superficie terrestre. Poco tiene que ver esta fuerza de atracción con la formulación newtoniana, ni con las objeciones que contra ella se levantaban. Con mucho más detenimiento desgranaba sus impugnaciones a la teoría cartesiana, partiendo de la premisa de que la supuesta rotación de la Tierra sobre su propio eje ocasionaría precisamente el efecto contrario. Así como se explayaba con las doctrinas cartesianas, pasaba en este caso de puntillas por las de Newton. Me inclino a pensar que el propio fraile no tenía más que una leve noción de ellas, pues estamos en 1728 y en la misma Francia, de cuya cultura bebe el Reverendo Padre Maestro, todavía imperaba el cartesianismo, aunque se comenzaran a oír las voces minoritarias, pero activas, de los seguidores del gran matemático inglés.

Aparece de nuevo el descenso de graves en el discurso decimotercero del tomo III, en el que Feijoo afirma que no se saben las causas de ese movimiento y poco de sus propiedades, excepto que es acelerado y de bajada, y que la cuantificación de los aumentos de velocidad es tema de debate entre filósofos y matemáticos, cosa extraña porque por entonces era bien conocida la relación entre los tiempos de caída, los espacios recorridos y la velocidad alcanzada. Seguramente, como Piquer, se refería a la falta de concordancia entre los cálculos teóricos y las medidas experimentales¹²⁴; o puede que tuviera en cuenta las variaciones de la gravedad en distintos puntos de la Tierra¹²⁵. Las causas atribuidas a este movimiento eran a su entender absurdas: tanto la virtud que aducían los aristotélicos, como el giro en forma de torbellino de la materia sutil que impelía los cuerpos al descenso, por no hablar de los efluvios gasendistas de corpúsculos térreos que subiendo por el aire penetraban los poros de los graves o los del maestro Maignan, que no obraban por impulsión sino por atracción simpática o magnética. Como vemos, no menciona la atracción newtoniana y tan solo la virtud atractiva de la filosofía aristotélica¹²⁶. Las dificultades no se acababan aquí, porque al estudiar el movimiento de una piedra lanzada verticalmente hacia arriba se preguntaba cómo podía subsistir en su desplazamiento cuando había cesado la causa que lo había producido: “¿quién mueve la

¹²⁴ Hemos visto en el capítulo anterior que eso mismo sostiene Piquer. Tanto Feijoo como el médico toman seguramente estos comentarios de Tosca y Deschales.

¹²⁵ *TC* III, D 13, *Escepticismo* ..., 314.

¹²⁶ *Ibid.*, 315.

piedra cuando ya está parada la mano?”¹²⁷. Ninguna de las respuestas de los distintos sistemas le satisfacía, ni la del ímpetu aristotélico que se comunicaba al móvil, ni la de los gassendistas que lo atribuían al empuje del aire al ser desplazado hacia abajo por las partes anteriores del objeto en su trayectoria vertical, ni la derivada de la conservación cartesiana del movimiento. La atracción gravitatoria seguía sin figurar en este escenario, como tampoco la ley de inercia que en principio obligaría a la piedra a seguir su trayectoria hacia arriba, si no fuera por la gravedad que la empujaba hacia abajo. Feijoo no comprende el principio de inercia porque para él, como para los escolásticos, el movimiento no es un estado equivalente al reposo, como ya se ha visto. Mayor perplejidad causa que utilice una argumentación basada en el retroceso hasta el comienzo, tomada según dice del libro segundo de *Estática* del P. Deschales, para probar que los graves aceleraban en su descenso¹²⁸. El asunto funcionaba más o menos del siguiente modo: como el móvil adquiriría mayor velocidad cuanto más alejado estuviera de su origen, cuanto más cerca se encontrase de él, menor sería su velocidad en la proporción correspondiente al movimiento acelerado de descenso y, dado que el tiempo era un continuo infinitamente divisible, siempre se hace que la velocidad fuera prácticamente imperceptible; luego, si el movimiento fuera uniforme con esa velocidad inicial, el desplazamiento sería inexistente. Es evidente que con este razonamiento llegaríamos a una velocidad inicial prácticamente nula y por tanto no tendríamos movimiento. Sorprendente argumento porque, partiendo de que la velocidad aumenta, se demuestra que el movimiento es acelerado. Supongo que lo que Deschales y Tosca querían poner de relieve era que la fuerza o ímpetu que obligaba al grave a aumentar su velocidad actuaba constantemente, diferenciando entre el movimiento uniforme y el uniformemente acelerado.

6.6.2 Flujo y reflujo

En los primeros escritos de Feijoo las teorías newtonianas no merecieron una atención equivalente a la prestada a Descartes. Ya lo hemos visto en la problemática del descenso de graves y podemos comprobarlo una vez más al examinar el tema de las mareas en el discurso undécimo del tomo quinto del *Theatro*. Feijoo concede que hay evidencia

¹²⁷ *Ibid.*, 319.

¹²⁸ *TC* III, D 7, *Paradojas matemáticas*..., 151-152. El P. Sarmiento recuerda que este argumento lo toma Feijoo de la obra del P. Deschales: *Incredibilis foret motus Gravium signities si nulla daretur acceleratio* y que también el P. Tosca en su *Compendio matemático* (tomo IV. 59) lo recoge “Si el movimiento de los cuerpos graves procediera sin aceleración según el que tienen al principio de su descenso, fuera increíble la tardanza con que caerían a la Tierra”. Martín Sarmiento, *Demonstracion*..., Tomo II, 399.

empírica de una correspondencia entre el flujo y reflujo de los mares, las fases de la Luna y el movimiento del Sol en su órbita —recuérdese que la Tierra permanecía inmóvil en los sistemas autorizados— pero no indaga en las causas de estas relaciones; se limita a declarar que se producen bajo la influencia de los astros. Para un autor empeñado en desmontar la astrología judiciaria, el fenómeno de las mareas hubiera requerido preguntarse por su causa eficiente y no conformarse con una difusa virtud operativa de los astros, y más cuando tanto Descartes como Newton habían aportado explicaciones coherentes dentro de sus respectivas doctrinas; un silencio significativo que creo se debe esencialmente al escaso contacto de Feijoo en aquella época con el newtonianismo¹²⁹; porque años más tarde, en 1760, hablando del influjo de los astros, concede el de la Luna sobre las aguas terrestres mediante la acción de la gravedad, afirmando que es “la opinión más valida hoy en toda la Europa, que es la del gran Newton, hallaremos que más jurisdicción, actividad o dominio ejerce nuestro Globo sobre la Luna que la Luna sobre nuestro Globo. En el Sistema Newtoniano, que es de la *Atracción universal*, todos estos grandes cuerpos que llamamos Esferas o Globos totales, en cuyo número entra la Tierra con multitud de todos los Astros, recíprocamente atraen unos a otros, aunque con desigualdad, proporcionándose la fuerza o virtud atractiva a la mole, cantidad o volumen del cuerpo atrayente. Así, según los newtonianos, la Tierra atrae a la Luna y la Luna a la Tierra, pero mucho más la Tierra a la Luna, por ser mucho mayor el cuerpo de la Tierra que el de la Luna”¹³⁰.

6.6.3 Forma de la Tierra.

Tampoco al hablar de la forma de la Tierra en el discurso séptimo del tomo tercero del *Theatro* menciona la agria disputa que se desarrollaba en Francia por aquella época entre los que seguían a Jacques Cassini y daban a la Tierra la forma de un elipsoide alargado por los polos, de acuerdo con la medida obtenida por el astrónomo francés del grado de meridiano, y los que achataban esta figura basándose en las predicciones teóricas de Newton. Cuando escribe su discurso en 1729 tenía noticias de que las observaciones y mediciones indicaban que el grado del meridiano tenía mayor longitud en las cercanías del Ecuador que en latitudes septentrionales¹³¹, de lo que se deducía una forma oval cuyo eje mayor era el de los Polos, y de ahí Feijoo seguía que los graves no descendían en línea

¹²⁹ TC V, D 11, *El gran magisterio de la experiencia*, 256-257.

¹³⁰ CE V, C II, *Sobre los influjos de los astros*, 78-79.

¹³¹ TC III, D 7, *Paradojas matemáticas*, 146: “las observaciones se habían hecho a menor distancia de la Equinoccial, daban mayor distancia a los grados del Meridiano tomados en la superficie de la Tierra, y menor, a proporción, las observaciones hechas en mayor latitud o distancia de la Equinoccial”.

recta hacia el centro de la Tierra sino hacia puntos del eje polar, según la latitud en que se encontraran. Feijoo acompañaba su explicación de una figura y se extendía relatando las empresas realizadas en Francia para medir la longitud de los grados de meridiano que confirmaban la elevación polar. Este silencio sobre la hipótesis defendida por los newtonianos resulta sorprendente, siendo el Padre Maestro atento lector de la prensa francesa. Más tarde, en 1740, se justificaba indicando que usó las noticias que tenía entonces, pero que: “la Academia Real de las Ciencias, no teniendo por pruebas seguras de que la figura de la Tierra sea una Elipse prolongada hacia los Polos las observaciones hechas hasta el año de diez y siete o de diez y ocho, ha continuado investigación más exquisita sobre el asunto: suspendamos el asenso hasta ver su última resolución”¹³². En la fecha que Feijoo publica este tomo ya se tenían noticias de la expedición liderada por Maupertuis que achataba nuestro globo y resulta extraño que Feijoo no lo mencionara. Incluso el *Diario de los Literatos de España*, en el que contaba con buenos y fieles seguidores, dio noticia de la sesión de la Academia Real en la que se aprobó el informe del expedicionario francés¹³³. En los tres últimos volúmenes de las *Cartas eruditas* Feijoo no comenta nada sobre los resultados de las expediciones que habían confirmado el achatamiento polar, ni siquiera sobre los viajes que llevaron a los expedicionarios a remotas tierras. Silencio llamativo en un personaje tan aficionado a las publicaciones periódicas extranjeras.

6.6.4 La luz.

La visión y la luz fueron tratadas en diversos discursos del *Theatro*, aunque el más extenso y sugestivo de ellos se encuentra en el discurso *Nuevas propiedades de la luz* del tomo V¹³⁴. En él se describen las experiencias del P. Grimaldi sobre el fenómeno que bautizó como difracción –para indicar que la luz se quebraba– y que Newton llamó inflexión. Feijoo pone sobre el tapete la autoridad del filósofo británico como garante de la aceptación de este fenómeno, y escribe a continuación sobre sus ensayos con la luz. La

¹³² TC IX, 87.

¹³³ DEL IV, 384.

¹³⁴ Ya en el TC I, D13, *Consectario...*, 255-256, Feijoo había expuesto la teoría cartesiana de la luz al explicar los tres tipos de elementos materiales y los torbellinos cartesianos: “[...]Este impulso [de la materia sutil sobre la globulosa] es reciprocado con el contrario impulso de la fuerza elástica de los cuerpos a donde para: y de los dos impulsos resulta, así en la materia globulosa, como en los cuerpos que la impelen, o repelen, un movimiento vibratorio, en quien colocan los Cartesianos la sensación de la luz: de modo, que no es otra cosa en nuestros ojos la sensación de luz que el movimiento vibratorio de la retina que resulta del encuentro de su elasticidad con la acción de la materia globulosa: ni la sensación de color en los objetos, otra cosa que ese mismo movimiento vibratorio [...] modificado variamente, por la diversa textura de las partes insensibles de los objetos, en la reflexión que hace de ellos”

inflexión de los rayos de luz y los colores que se producían como resultado de este fenómeno fueron analizados por Newton en el libro tercero de su *Óptica*, que comenzaba aludiendo a las observaciones del jesuita¹³⁵. En un largo párrafo Feijoo describía el experimento, que según decía era de fácil ejecución¹³⁶. Tal como redacta Feijoo el texto, da la impresión de que lo hubiera realizado él mismo, pero no suele ser nada sencillo llevar este tipo de actuaciones —en las que se requiere ser extremadamente meticuloso— a buen término. No hay nada que oponer a la descripción que hace nuestro autor del fenómeno, al que denomina siempre inflexión, tal y como lo hace Newton; sin embargo los párrafos siguientes muestran claramente que Feijoo no había entendido el meollo de la cuestión ya que afirma que podía demostrarse la inflexión sin acudir a experiencias tan refinadas; según el benedictino, bastaba estudiar las zonas de sombra y penumbra que producía la luz cuando se encontraba con un cuerpo opaco para comprobar el fenómeno, sin caer en la cuenta de que las zonas de penumbra pueden explicarse mediante la óptica geométrica y la propagación rectilínea de la luz. El hecho de que la difracción solo se produjera cuando la luz pasaba a través de un orificio de pequeña dimensión o que apareciera una banda de colores, no le parecían relevantes a Feijoo, que veía innecesarias las elaboradas experiencias diseñadas para su estudio y encontraba en la observación común una explicación convincente¹³⁷. En un discurso anterior del mismo tomo adelantaba, aunque fugazmente, el experimento crucial de Newton, hablando como siempre elogiosamente de él: “El Caballero Newton, Ingenio de primer orden de la Sociedad Regia de Londres, publico a los principios de este siglo [...], que todos los

¹³⁵ Francisco María Grimaldi (1618-1663), *Physico-mathesis de lumine coloribus et iride* (1665).

¹³⁶ Reproduzco el texto de Feijoo: “El Caballero Newton, [...] pretende que unos rayos padecen más inflexión que otros; pongo por ejemplo los rayos rojos, o que constituyen el color rojo, son los que se doblan más, y los de color violado son los menos flexibles. Es de fácil ejecución un experimento, con que lo prueba. Abierto un pequeño agujero por donde entre la luz del Sol en un cuarto obscuro, póngase en él un cuerpo opaco que no le ocupe todo, sí que quede algún espacio por donde entre la luz entre las extremidades del cuerpo y las del agujero; véase que en la semisombra formada a las extremidades de la sombra total (llamémosla así) del cuerpo interpuesto, se forman tres bandas distintas de diferentes colores, en que el más cercano a la sombra total es violado y el más distante, rojo. Para que no yerre el experimento alguno que quiera hacerle, advierto, que si el agujero por donde entra la luz se ensancha algo más, los tres colores se pierden o confunden y solo queda a las extremidades de la sombra total una banda de semisombra”, *TC V*, D 12, *Nuevas propiedades de la luz*, 289.

¹³⁷ Feijoo era un buen conocedor de los escritos de Boyle. Así respecto de los colores daba crédito a que se pudieran conocer por el tacto: “¡Ya casi todos los Filósofos están convenidos en que la variedad de colores depende de la varia textura y configuración de las partículas que componen la Superficie de los cuerpos; o bien porque según es varia la textura se reflejan diferentes rayos, los cuales en sí mismos tienen los diferentes colores, según el reciente sistema de Newton, o porque los mismos rayos diferentemente reflejados por la varia textura y configuración de las partículas hacen en el órgano de la vista la impresión de diferentes colores, según la opinión más común. [...] un hombre de tan sutil, y, delicado tacto, que con él discierna la textura y configuración de las partículas que componen la Superficie de los cuerpos, consiguientemente podrá discernir con el tacto los colores”. *TC VIII*, D 6, *Demoniacos*, 103.

colores existen actual y formalmente en los rayos de la luz, los cuáles por tanto constituyó heterogéneos y de desigual refrangibilidad”¹³⁸.

Que la luz tenía peso y fuerza impulsiva era otra de las conclusiones que adelantaba Feijoo a la vista de ciertas observaciones y experimentos realizados unas décadas antes, cuando todavía no se comprendían bien las reacciones químicas ni se había descubierto el oxígeno. Conceder peso a la luz y dotarla de fuerza impulsiva era darle una naturaleza material y por tanto corpuscular, lo que podría llevar a deducir que Feijoo se posicionaba al lado de Newton en esta cuestión; sin embargo, no es de la *Óptica* de donde obtiene sus conclusiones, sino de las calcinaciones operadas mediante el espejo ustorio¹³⁹. Mencionaba igualmente que la propagación de la luz probablemente no era instantánea. Esta propiedad estaba sustentada por Rømer, Newton y Huygens: “Algunos insignes Astrónomos Modernos, como Rømer, Newton, Huyghens y otros, pretenden haber demostrado claramente lo contrario [es decir, que no es instantánea], hasta llegar a calcular los minutos que tarda en venir la luz del Sol desde su superficie a la de la Tierra”¹⁴⁰. Feijoo explicaba que se había llegado a esa conclusión al observar que los eclipses de los satélites de Júpiter se producían con unos minutos de adelanto o de retraso respecto de lo señalado en las tablas astronómicas; la luz llegaba antes a nuestro globo cuando la distancia a Júpiter era menor, y se retardaba cuando era mayor. Añadía que los cálculos se basaban en el sistema de Copérnico, pero que en realidad eran independiente de éste, y que funcionaban igual de bien bajo el ticonico. Feijoo, sin embargo, encontraba un argumento que le resultaba más convincente y simple: dado que la luz tenía fuerza impulsiva, no podía obrar sino por movimiento local, y éste era siempre sucesivo y no instantáneo¹⁴¹, conclusión afín a la de los cartesianos.

La naturaleza corpuscular de la luz, su fuerza impulsiva viene también avalada en las *Cartas eruditas*. En efecto, Feijoo comparaba los efectos de los rayos de luz con los de una pelota lanzada contra un plano en cuanto al mayor o menos impacto que causaban

¹³⁸ TC V, D 11, *El gran magisterio de la experiencia*, 266. Unas líneas más abajo Feijoo escribe sobre la polémica entre Nicolás Gauger (1680?-1730) y Giovanni Rizzetti (1675-1751) a propósito del experimento newtoniano y de la distinta refrangibilidad de los colores; seguramente Feijoo había leído sobre este asunto en las *Mémoires de Trévoux* de julio de 1728, 1283-1305.

¹³⁹ Se trataba de calcinaciones operadas mediante el espejo ustorio en las que se producía un aumento del producto, interpretándose que ese incremento se debía a la luz. Eran resultados recogidos en las *Memorias de la Academia Real* de 1705 y de ciertas experiencias de combustión de Boyle, descritas en *De ponderabilitate flammae*, de las que deducía nuestro autor una luz formada por partículas que hacían aumentar el peso del producto final. En cuanto a la conclusión de la fuerza impulsiva, Feijoo la obtenía de unos ensayos de Homberg relatados en la *HARS* 1703. Feijoo, TC V, D 12, *Nuevas propiedades de la luz*, 286-291.

¹⁴⁰ TC V, D 12, *Nuevas propiedades de la luz*, 292.

¹⁴¹ *Ibid.*, 293-294.

según su dirección: “Esta fuerza impulsiva es la que calienta poniendo en movimiento las partes insensibles de los cuerpos. Conque, cuanto más directos los rayos, hace más impresión en la tierra; y menos, cuanto vienen más oblicuos”¹⁴². En otro momento, atribuía a Newton la conclusión de que la luz no perdía intensidad al ser reflejada, refiriéndose a lo que llama “Sistema Filosófico de Newton”, y remitiendo al libro 3, parte segunda, capítulo XV, sin indicar que la referencia afectaba a la *Philosophiae Newtonianae institutiones in usus academicus* de S’Gravesande (1723)¹⁴³.

6.6.5 Aceptación del sistema de Newton.

En las *Cartas*, como ya se ha dicho, se hace patente una familiaridad mayor con las doctrinas newtonianas. Al revisar en la carta XXIII del volumen segundo la evolución de las doctrinas filosóficas y el triunfo de la filosofía experimental sobre la sistemática, Feijoo atribuye el golpe de gracia a la aparición de los *Principia* “...parto prodigioso de prodigioso ingenio, pero que tardó algún tiempo en granjear toda la estimación que merecía, porque siendo la base de la Obra una profundísima Geometría, producción al fin del mayor Geómetra que tuvo el Mundo (pues esta gloria nadie se la niega a Newton) los medianos Geómetras nada veían allí sino tinieblas, y los más adelantados no lo eran tanto que no necesitasen de tiempo, reflexión y estudio para enterarse del nuevo Sistema; más luego que se enteraron, testificando a todo el Mundo su admiración y su aplauso, hicieron que todo el Mundo aplaudiese y admirase lo que ellos aplaudían y admiraban”¹⁴⁴. Esta carta, tan citada en los estudios sobre el maestro gallego, intenta dar respuesta a la reconvencción que le hace su corresponsal, Francisco María Pico de la Mirandola (1668-1747), por no haber dado a conocer la filosofía newtoniana¹⁴⁵. Feijoo dedicaba

¹⁴² CE I C II, *Respuesta a algunas cuestiones sobre las cualidades...*, 31-32.

¹⁴³ *Ibid.*, 32.

¹⁴⁴ CE II, C XXIII, *Sobre los sistemas filosóficos...*, 290. Este párrafo parece claramente entresacado del *Éloge de Newton* que reproducimos: “Ce livre, où la plus profonde Géometrie sert de base à une physique toute nouvelle, n’eût pas d’abord tout l’éclat qu’il méritait, et qu’il devait avoir un jour [...] Les grands Géometres n’y parvinrent qu’en étudiant avec soin, les mediocre ne s’y embarquaint qu’excités par les témoignage des grands, mais enfin, quand le Livre fut suffisamment connu, tous ces suffrages, qu’il avait gagnés lentement, éclaterent de toutes parts, et ne formerent qu’en cri d’admiration”. *HARS*, 1727. En esta *Carta* Feijoo dice compartir con su corresponsal la misma filosofía: “la de abandonar la investigación de los principios suponiéndolos absolutamente inaccesibles al ingenio humano, porque las bellas reflexiones con que VE establece la solidez de esta máxima me lisonjean con la seguridad de que yo en mis especulaciones Filosóficas no he errado el rumbo” “Descartes, menos docto a la verdad que Gasendo, pero dotado de un ingenio audaz, sublime, vasto de miras mas elevadas, y mucho más fecundo en grandes ideas, produjo un Sistema correspondiente a las cualidades mentales de su Autor; esto es, tan magnifico y brillante como nuevo, a quien V.E. caracteriza admirablemente cuando escribe que tiene tanto de hermoso y ameno como un Poema de bizarra y bien ordenada invención.

¹⁴⁵ Antonio Reguera, «Newton y Feijoo...», 308, cuenta que “un interlocutor anónimo le reprocha a Feijoo en 1744 el “no haber jamás tocado cosa alguna de la doctrina de Newton”, este interlocutor no es otro que Pico de la Mirandola, como queda claro en la carta.

encendidos elogios a su amigo y protector, a quién brindaba el volumen completo, y lo ensalzaba como gran filósofo y consumado matemático, capaz de comprender las profundidades del gran Newton¹⁴⁶. Por esta misma carta sabemos que Juan Pico ofreció a Feijoo las obras de Newton, oferta aceptada por el benedictino en razón de la generosidad de su benefactor, el alto precio de los libros y el valor en que estimaba las producciones del inglés. Es evidente que Feijoo no estaba capacitado para seguir al autor de los *Principia*. Sabemos, porque el mismo así lo confiesa, que nuestro erudito conocía el pensamiento newtoniano a través de lo que llama “Compendio” de Gravesande y de otros libros, entre los que menciona con especial afecto los *Elementos de la geometría del infinito*, de Fontenelle¹⁴⁷. Que los tenía era cierto; que los comprendiera realmente, dudoso. De sus escritos no se deduce más que un conocimiento matemático elemental que, desde luego, no lo capacitaba para asimilar el texto del matemático francés; menos aún el de los *Principia*.

En su defensa, nuestro autor aducía que las sutilezas geométricas de la obra newtoniana eran accesibles únicamente a los grandes geómetras y que para el lector común resultaban difíciles incluso textos desembarazados de los rigores geométricos, como las *Instituciones de Filosofía* de Gravesande, que es la que declaraba manejar¹⁴⁸. Ahora bien, le decía a su interlocutor, tampoco favorecía la divulgación de la filosofía de Newton el ambiente intelectual español, enemigo de novedades y anclado todavía en preocupaciones filosóficas del pasado. Feijoo se preguntaba qué dirían los escolásticos y eruditos españoles si se formulara la ley de gravitación universal o la descomposición de la luz blanca en los siete colores. El espanto que según Feijoo les pudiera producir no le impidió sin embargo enunciar, esta vez sí, la fuerza de atracción, ni tampoco explicar las teorías derivadas del experimento de los prismas que echaba por tierra la consideración del color

¹⁴⁶ Feijoo en la dedicatoria del volumen lo llama “gran filósofo y consumado matemático, en cuyas dos últimas facultades logró VE lo que a muy pocos ha sido permitido, esto es, comprender todas las exquisitas profundidades del gran Newton”. CE II. Dedicatoria. El conocimiento de las obras de Newton por parte de Pico de la Mirandola no se limitaba a las de carácter científico o matemáticos, sino que estaba también al tanto de los escritos de carácter teológico, como nos revela Feijoo en esta frase: “La primera noticia de la exposición del Apocalipsis, hecha por Newton, es la que me da V. E”. Supongo que se refería a *Observations upon the Prophecies of Daniel and the Apocalypse of St John*, que fue publicada póstumamente en 1733.

¹⁴⁷ CE II, C XXIII, *Sobre los sistemas filosóficos*, 293- 298.

¹⁴⁸ *Ibid.*, 294, dice nuestro autor: “Yo no tengo de Newton sino las Instituciones de su Filosofía, que compilo S’Gravesande, el cual se abstiene de entrar en aquellos enredosos laberintos del cálculo, que es menester para la aplicación del Sistema a los diferentes fenómenos, y en que no puede dar un paso quien no esté muy instruido en la más sutil, y profunda Geometría. Aun propuesto el Sistema de Newton en aquella generalidad, ¿cuántos se hallarán en cada Provincia capaces de entenderle? Pocos habrá que al exponerles las leyes de las fuerzas centrales, que es como el A. B. C. de la Filosofía Newtoniana, no huyan horrorizados, como si les pusieran delante un espectro horrendo”.

como una cualidad de los cuerpos, o como producto de la reflexión de la luz¹⁴⁹. Con todo, el obstáculo mayor –continuaba– residía en el sistema copernicano, implícito en la obra de Newton, cuya aceptación todavía ocasionaba problemas. No iba errado el padre benedictino; de todos es conocido las argucias a las que tuvo que recurrir Jorge Juan para publicar sus *Observaciones astronómicas* (1748).

En contraste con su corresponsal, con el que compartía, según dice, regirse por la máxima de abandonar los principios, por ser inaccesibles al entendimiento¹⁵⁰, Feijoo consideraba que la filosofía de Newton formaba un sistema, pues sus elementos estaban ligados y regidos por una razón genérica, por un principio fundamental del cual se desconocía la naturaleza, y que no era otro que la atracción o pesantez, causa de los movimientos de los cuerpos. No resultaba un obstáculo insalvable para Feijoo ignorar la causa o esencia de la gravedad, pues si los cartesianos concedían a Dios el ser el primer motor, no veía inconveniente en que los newtonianos estuvieran de acuerdo con ellos en que el movimiento tuviera su origen en la voluntad y acción de la primera causa, expresada como ley de gravitación. Un recurso, el de la voluntad y potencia divina, que eliminaba de un plumazo las objeciones levantadas por los mecanicistas a esa fuerza similar a las abominadas cualidades ocultas de la materia y de la que no se conocía el mecanismo de transmisión. Anteriormente Feijoo se había decantado claramente por la necesidad de que hubiera contacto entre agente y paciente: “nadie puede obrar donde no está, o por sí, o por la virtud, que hace sus veces; [...] es necesario, que de un cuerpo a otro se propague algo por el medio”¹⁵¹. Lo esencial, dice ahora con el mismo pragmatismo que los comentaristas holandeses de Newton, es averiguar las leyes de las que se sirve esta primera causa, y le parece que las de Newton son más ventajosas: “según lo poco que he leído, creo que los más que han profundizado la Doctrina de uno y otro filósofo, hallan grandes ventajas de parte de Newton”¹⁵². El hecho de aplicar a la doctrina newtoniana el

¹⁴⁹ Feijoo da a entender que en España las teorías de Newton sobre la luz eran poco o nada conocidas al tiempo de publicación de su segundo tomo de las *Cartas eruditas* (1745): “Sin embargo, desde ahora me parece estoy oyendo, como en profecía, las innumerables carcajadas que se darán, llegando el caso de que en España salga a luz pública esta nueva doctrina”, *CE II, C XXIII, Sobre los sistemas filosóficos*, 295. Resulta sorprendente que haga esa afirmación, mediante la cual atribuye a la ignorancia general reinante el que no hubiera tratado en obras anteriores el sistema de Newton, cuando en el tomo V del *Theatro* había expuesto él mismo el tema de la difracción.

¹⁵⁰ *CE II C XXIII, Sobre los sistemas filosóficos*, 286. Se refiere, en este caso, no a la obra de Newton sino a los primeros principios de los sistemas filosóficos.

¹⁵¹ *TC III, D 3, Simpatía y Antipatía*, 51.

¹⁵² *CE II, C XXIII, Sobre los sistemas filosóficos*, 291-293. Sobre el Sistema de Newton como experimental dice: “estoy muy lejos de imputarle el inconveniente en que cayeron los demás Sistemas de impedir la aplicación a la Física experimental. Ni por ella, ni por su Autor se siguió este inconveniente. No por ella,

calificativo de sistemática no la convertía, a los ojos de Feijoo, en equivalente de las racionalistas que se basaban en principios apriorísticos¹⁵³. Había una diferencia esencial que hacía que no fuera una filosofía abstracta y meramente especulativa, y era que el camino seguido por Newton había sido el experimental, ya que había deducido sus leyes de la observación cuidadosa de los movimientos que se daban en la Naturaleza. A pesar de todos los elogios que prodigaba al caballero inglés y de la complicidad que mostraba con un newtoniano convencido, como era Pico de la Mirandola, nuestro gallego padre se apresuraba a no declararse newtoniano, ni tampoco lo opuesto, aduciendo no estar preparado para defender o impugnar el sistema, pues para ello necesitaría poseer conocimientos profundos de Geometría, de Astronomía y de los cuerpos eléctricos, magnéticos y fermentativos¹⁵⁴.

Para nuestros propósitos merece especial atención la carta XXI del cuarto tomo que lleva por título *Progresos del sistema filosófico de Newton, en el que es incluido el astronómico de Copérnico*. En primer lugar, nuestro autor afirma que el sistema heliocéntrico estaba admitido no solo por los herejes, sino también por muchos miembros de la Iglesia católica. En referencia a Francia dice textualmente: “y ha más de veinte años que fuera de las Aulas de los Regulares, apenas se encuentra filósofo, y mucho menos Astrónomo, que siga el de Ptolomeo. He puesto la excepción *en las Aulas de los Regulares*, no en los Regulares, por tener entendido que muchos de estos, y aun los más, en su particular, ha algunos años, que desertaron del sistema de Ptolomeo hacia el de Copérnico”¹⁵⁵. Según Feijoo, los progresos del sistema de Newton en toda Europa, del cual se deducía necesariamente el heliocentrismo, habían contribuido poderosamente a la aceptación del sistema copernicano. Señalaba que en Italia había sido más rápida y fácil la penetración de Newton que en Francia, donde el imperio del cartesianismo se había

porque si bien se mira, el Sistema de Newton, con toda propiedad se puede decir Experimental, pues fue producido por una comprensiva Observación de cuantos movimientos se experimentan en la Naturaleza. Mucho menos por su Autor, el cual, no solo fue muy aplicado a los Experimentos, pero en ellos mostró, como en todo lo demás, aquella peregrina sutileza de ingenio, de que le dotó el Autor de la Naturaleza. Hablo de aquellos Experimentos en que funda su nueva Óptica”, 293.

¹⁵³ Feijoo distingue entre filósofos sistemáticos y filósofos experimentales: “Puede dividirse la filosofía, tomada en toda su extensión, en Sistemática y Experimental. La Sistemática tiene muchos miembros dividentes, v.g. la *Pitagórica*, *Platónica*, *Peripatética*, *Paracelsística* o *Química*, la de *Campanela*, la *Cartesiana*, la de *Gassendo*, &c. [...] Todos flaquean por varias partes, todos padecen gravísimas objeciones y, acaso, el Aristotélico es el que menos padece, aunque tiene un defecto de que carecen los Sistemas Modernos, que es el de ser casi puramente Metafísico, que de nada de explicación sensible”, CE II, CXVI, *Causas del atraso que se padece en España en orden a las Ciencias Naturales*, 222.

¹⁵⁴ CE II C XXIII, *Sobre los sistemas filosóficos*, 304.

¹⁵⁵ CE IV, C XXI, *Progresos del sistema filosófico de Newton, en el que es incluido el astronómico de Copérnico*, 304.

elevado como barrera autoritaria frente a la física que venía del extranjero, de modo que en Italia se había pasado directamente del aristotelismo al newtonianismo¹⁵⁶. Como hemos visto, la necesidad de Feijoo de justificarse ante la Inquisición, sus lectores y, fundamentalmente, ante sí mismo le llevaba a tratar una y otra vez este tema que le obsesionaba y que no podía despachar con argumentos físicos, pero que no podía tampoco acatar por razones religiosas. Sabe por las *Memorias de Trévoux* que hay católicos copernicanos y pone como ejemplo el colegio jesuita de Roma, donde se enseña públicamente la doctrina de Newton y se declaran seguidores del matemático británico los padres de la Compañía, Carlo Noceti (1694-1759) y Roger Boscovich (1711-1787)¹⁵⁷. Este relajamiento del tribunal romano se debía según él a que la prohibición del sistema de Copérnico se había mantenido mientras no fuera evidente su confirmación, pero dado que había sido aceptado por tantos filósofos, la Iglesia Romana permitía su exposición, sin admitirlo como verdadero, porque a nadie causaba ya escándalo. No obstante lo anterior, nuestro erudito se reafirmaba en su alejamiento personal del heliocentrismo, pese a que un poco antes había manifestado que cuando tantos físicos que respetaban las Escrituras admitían el sistema del polaco, era porque tenían razones tan poderosas que se podía tener por perfecta evidencia¹⁵⁸. Se lo dice a su interlocutor, pero también a sí mismo. Se arriesga por un instante un poco más al afirmar que las prohibiciones eclesiásticas no siempre eran debidas a falsedades doctrinales, sino que a veces se imponían por resultar subversivas en determinados contextos socio-culturales.

En el *Theatro critico* Feijoo dedica mayor atención a Descartes que a Newton, seguramente porque conocía mejor la doctrina cartesiana que la filosofía del matemático

¹⁵⁶ Feijoo parece obviar que en Italia el cartesianismo tuvo sus seguidores, si bien la penetración del newtonianismo fue temprana. Giovanni Poleni (1683-1761), fue un acreditado cartesiano, como también lo fueron Gregorio Caloprese (1654-1715) o Francesco Maria Spinelli (1686-1752), por poner tres ejemplos. Las polémicas entre cartesianos y newtonianos fueron violentas, como nos recuerda Claudia Addabo en «The *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* in Naples», en Elizabethanne Boran, Mordechai Feingold (eds.), *Reading Newton in Early Modern Europe* (Leiden: Brill, 2017), 23- 63: 29: “Since initial publication in 1710 the journal [*Giornale de'letterati d'Italia*] had been the scene of a fierce duel between newtonians and cartesianians”.

¹⁵⁷ CE IV, C XXI, *Progresos del sistema filosófico de Newton...*, 305: “En el año de 47 salió a la luz un Poema Latino de *Iride et Aurora boreali*, su Autor el Padre Carlos Noceti, con Notas y Comentarios en prosa del Padre Josefo Rogerio Boscovich, Maestro, aquel de Filosofía, y este de Matemáticas en dicho Colegio; en cuyo Escrito los dos Jesuitas se declaran por Profesores del Newtonianismo en todos sus puntos capitales, la atracción o pesantez universal, el vacío diseminado, la inmovilidad del Sol, movimiento de la Tierra annuo y diurno, en la forma que los puso Copérnico, etc. Sobre la profesión newtoniana de los referidos padres, da más noticias, remitiendo a las *Memorias de Trévoux* del año 1750, artículos 87 y 23 “Pero de las *Memorias de Trévoux* consta que se enseña y escribe en tono afectivo [*el sistema de Copérnico*]. Vese esto en todo el contexto del art. 87. del año de 50, donde se da exacta razón de la Disertación de *Lumine* del Padre Boscovich. Asimismo, en el art. 23. de el mismo año dicen aquellos Autores que los Padres Noceti y Boscovich hacen profesión del Sistema Newtoniano”, 309.

¹⁵⁸ *Ibid.*, 310.

inglés y la consideraba más peligrosa. Cuando habla de Newton lo hace siempre con admiración que hace extensiva en general a los filósofos ingleses y en especial al canciller Bacon, de cuyo método se declara partidario incondicional: “También diré, que en los Filósofos Ingleses he visto una sencilla explicación, y una franca narrativa de lo que han experimentado, desnuda de todo artificio, que no es tan frecuente en los de otras Naciones, y señaladamente en Bacon, en Boyle, en el Caballero Newton y en el médico Sydenham agrada el ver cuán sin jactancia dicen lo que saben y cuán sin rubor confiesan lo que ignoran. Este es carácter propio de ingenios sublimes. ¡O desdicha, que tenga la herejía sepultadas tan bellas luces en tan tristes sombras!”¹⁵⁹. El carácter pragmático de la filosofía inglesa debía de resultarle particularmente afín al gran polígrafo. Con fino instinto periodístico Feijoo supo reconocer antes al personaje que al filósofo, a quienes muchos veneraban pero pocos comprendían plenamente: “Como una especie de milagro literario se celebra la dicha del sutilísimo inglés Isaac Newton, que habiendo introducido tantas novedades en la Filosofía, o por mejor decir, habiéndola innovado toda, todos los filósofos de su Nación se le rindieron al momento y se constituyeron Discípulos y Sectarios suyos. Los demás ingenios eminentes, por mucho que lo sean, padecen mil oposiciones mientras viven, y solo empiezan a gozar los aplausos cuando ya no los gozan”¹⁶⁰. Con el paso del tiempo el interés de Feijoo por Newton irá en aumento y ocupará un lugar importante en sus *Cartas eruditas*, donde le dedica grandes alabanzas¹⁶¹.

John D. Browning sostiene que nuestro monje era un newtoniano convencido que nunca se manifestó como tal más que en privado, precisamente por suponer el sistema de Newton necesariamente el de Copérnico. Se basa para esa afirmación en una carta de 1742 en la que Feijoo dice a su corresponsal que hablaba como newtoniano, pero no solo en eso, pues Browning es consciente de que en otros momentos se muestra neutral: “El [sistema] de Newton le toco por incidencia, sin mostrar asenso ni disenso”¹⁶². El análisis

¹⁵⁹ TC II, D 15, *Mapa intelectual y cotejo de naciones*, 286.

¹⁶⁰ TC VIII, D 4, *Argumentos de autoridad*, 43.

¹⁶¹ “Qué dijera el Padre Rapin si hubiera alcanzado aquel asombro de los Ingenios; aquel que con vuelo más que de Águila, se remontaba a las Celestes Esferas y con perspicacia más que de linco, parece que penetraba hasta la profundidad de los Abismos. Mucho más que todo esto significa el nombre de el gran Newton. [...] Bacon y Boyle fueron Filósofos originales y profundos; más profundo y más original que los dos, Newton [...] A Newton [la naturaleza] dio una antorcha de vivísima luz con que pudo registrar amplísimos espacios de aquel grande Edificio en quienes todos los Filósofos anteriores nada habían visto, sino tinieblas”, CE IV, C XIII, *Progresos del sistema filosófico de Newton...*, 158-159. En esta *Carta* Feijoo expresa su admiración por Inglaterra, a la que atribuye “una mayor penetración, y. profundidad en el pensar”, aunque concede a los franceses la facultad de expresarse mejor. Los filósofos de mayor “espíritu original” ingleses que mencionaba Rapin eran Bacon, Boyle y Hobbes. Feijoo confiesa que no ha leído nada de Hobbes, al que descalifica por su impiedad.

¹⁶² Feijoo, *Justa repulsa de inicuas acusaciones* (Madrid: Antonio Pérez de Soto, 1749), 32.

de Browning parte, no tanto de lo que Feijoo cuenta, sino de cómo lo cuenta, de la forma que tiene de suscitar en sus lectores una corriente de simpatía y admiración hacia el filósofo inglés, elogiado y seguido en toda Europa por numerosos discípulos, mente prodigiosa, hombre colmado de honores; a fin de cuentas, la nueva autoridad que ha desbancado definitivamente el sistema cartesiano. Y es cierto, como ya hemos recogido en párrafos anteriores, que el trato hacia Newton es siempre considerado y laudatorio, pues es para nuestro autor el heredero de la tradición baconiana y el modelo a seguir en la investigación de los fenómenos naturales. Contra Newton no ejerció Feijoo la crítica severa que propinó a Descartes, a quien tenía por mucho más peligroso. Browning defiende su tesis del newtonianismo de Feijoo con estas palabras: “Si ser newtoniano era admirar a Newton más que a cualquier otro científico, colmar de elogios su método experimental, sus descubrimientos y obras públicas, manifestar el mayor respeto por sus teorías, aun cuando resultaban difíciles de comprender, y en fin, hacer todo lo posible por cultivar simpatías por el sistema de Newton entre sus lectores –¿qué duda cabe?– Feijoo era un newtoniano consumado, no una persona indiferente al newtonianismo”¹⁶³. Y no podemos menos que estar de acuerdo con él, si nuestra atención se centra en los aspectos mediáticos del newtonianismo basados en la glorificación de Newton llevada a cabo por sus discípulos y seguidores, detrás de la cual indudablemente había intereses diversos, desde los científicos a los religiosos o políticos. La admiración de Feijoo por el filósofo de los *Principia* no está basada en las teorías del famoso matemático, pues no parece conocer del *corpus* literario de Newton, sino la interpretación que del mismo hace Gravesande, o lo que ha leído en las *Memorias de Trévoux* o en *La Historia de la Real Academia de Francia*, pero le consta que personajes a los que respeta, como Pico de la Mirandola, son seguidores convencidos del británico. El Newton que recibe Feijoo es el expurgado de las demostraciones matemáticas y del lenguaje algebraico por los filósofos holandeses, un Newton del que se destacan los aspectos experimentales, tan caros a nuestros modernos. No olvidemos que Feijoo dedicaba igualmente palabras elogiosas a Descartes, del que admiraba su inteligencia y la profundidad de su pensamiento y, sobre todo, que cuando Feijoo empieza a interesarse con más asiduidad de Newton es ya en la década de los cuarenta: para entonces el cartesianismo estaba de retirada en Francia y el benedictino, gran lector de las publicaciones francesas, había detectado el ascenso de Newton a los altares del conocimiento. Pero, volviendo al asunto de la crítica, feroz contra

¹⁶³ John D. Browning, «El padre Feijoo y el newtonianismo», en *II Simposio sobre el padre Feijoo y su siglo* (Oviedo: Centro de Estudios del siglo XVIII, 1981), 221-230, 228.

el cartesianismo y complaciente con Newton, hay que tener en cuenta que Feijoo conocía seguramente mucho mejor los escritos de Descartes y sus sucesores que las objeciones levantadas por los mecanicistas contra las conjeturas newtonianas; de hecho, lo único que le incomodaba del sistema de Newton era que confirmaba el de Copérnico, sin que por asomo surjan en sus escritos cuestiones que pongan en entredicho algunos aspectos del mismo. O bien desconocía estos aspectos discutibles de las teorías newtonianas, o bien no le parecían relevantes en su campaña contra los sistemas, entendiendo por tal cualquier doctrina fundamentada en principios axiomáticos. El cartesianismo entraba de pleno en la categoría de sistema, mientras que la filosofía newtoniana era definida como sistemática por el Reverendo Padre Maestro, una diferencia sutil que purificaba la filosofía de Newton de la aborrecida contaminación racionalista.

7. Recepción de la obra de Feijoo.

Como ya se ha dicho en otro lugar, los escritos de Feijoo dieron lugar a numerosas disputas, réplicas y defensas¹⁶⁴. A favor de su persona y de su obra se manifestaron médicos como Martín Martínez, políticos como Pedro Rodríguez de Campomanes (1723-1802)¹⁶⁵, los redactores del *Diario de los Literatos*, su amigo y correligionario Sarmiento o el jesuita José Francisco de Isla (1703-1781). Las numerosas ediciones y reimpresiones de sus escritos hablan por sí solas de su aceptación entre el público. Su estilo de magisterio no fue sin embargo del agrado de aquellos que, como Mayans, impulsaban una modernización basada en el análisis crítico y en una metodología sistemática. Feijoo era para ellos un erudito superficial que promovía las reformas valiéndose de noticias extraídas de distintas fuentes, sin poseer un conocimiento profundo de lo que hablaba¹⁶⁶. En este epígrafe nos vamos a interesar por alguna de las numerosas impugnaciones que originaron sus discursos: llovieron a cántaros los escritos contra las opiniones vertidas en

¹⁶⁴ Basta consultar en el catálogo de la BNE, Todos los campos: Feijoo, Benito, para apreciar el eco que obtuvo el *Theatro* y sus discursos en la comunidad literaria.

¹⁶⁵ La admiración y afecto de Campomanes hacia Feijoo ha sido descrita por Inmaculada Urzainqui en «Campomanes y su Noticia de Feijoo», Remedios Morales Raya (Coord.) *Homenaje a la profesora M^a Dolores Tortosa Linde*, Universidad de Granada, 2003, 481-492. Urzainqui nos recuerda que fue Campomanes, desde su puesto de fiscal del Consejo de Castilla, el que promovió la primera edición unitaria de la obra de Feijoo, y que al fiscal se debe la *Noticia* que la precede.

¹⁶⁶ Véase Antonio Mestre, «Divergencias entre ilustrados: el caso Feijoo-Mayans» *Studium ovetense*, IV (1976), 275-304. El P. Luis Antonio Verney (el “Barbadiño”), en *Verdadeiro metodo de estudar* (Valensa: Antonio Balle, 1746), lanzó una crítica incisiva contra la obra de Feijoo, acusando a su autor de ignorante en las materias que trataba en sus discursos, en particular de desconocer las matemáticas y la física: “Sobre alguma coiza que diz de Fizica, nos Paradoxos e outras partes é necessario estar muito acautelado, porque diz alguns erros gordos.[...] Alem diso, de Matematica nada sabe, com se vé dos paradoxos que propoem [...] Nam sabiendo pois Matematica, com é posivel, que discorra bem na Fisica?”, Tomo segundo, 22. En la traducción al castellano realizada en 1760 se suprimieron las críticas a Feijoo.

el *Theatro*. Giovanni Stiffoni enmarca muchas de estas polémicas dentro de las luchas entre reformistas y tradicionalistas al insertarse la intervención pública de Feijoo de forma “explícita y programática” en las operaciones de los primeros¹⁶⁷.

7.1 El Padre Sarmiento.

Fray Martín Sarmiento se encargó de refutar las opiniones vertidas por Mañer a los tres primeros tomos del *Theatro critico* en su *Demonstracion apologetica*. Sarmiento no pretendía hacer una obra divulgativa como su amigo el Padre Maestro, su objetivo era poner en evidencia la ignorancia y mala fe de los tertulianos, representados por el firmante del libelo, a quien denotaba por R. Por ello su discurso está trufado de citas latinas, de títulos de obras, de autores. Y como la mejor defensa es un buen ataque, se muestra mucho más contundente que su compañero de Orden en sus proposiciones, sin ahorrar al mismo tiempo explicaciones didácticas y claras sobre términos y voces nuevas utilizadas en la filosofía e historia natural. Sarmiento fue un hombre cultivado en distintas ramas del saber, un religioso de enorme erudición, abierto a las novedades que traía el siglo; un escritor seguramente más osado que su defendido pero con una misión menos pedagógica que la de su compatriota. Poseía una excelente biblioteca, en la que figuraban abundantes obras matemáticas, filosóficas y astronómicas. Además de los más importantes textos del pensamiento matemático del periodo clásico, aparecen numerosos libros que tratan de álgebra, del cálculo de infinitésimos y del cálculo diferencial e integral más maduro: Neper, Viète, Cardano, Fermat, Descartes, Cavalieri, San Vicente, L'Hopital, Wolff, Nieuwentiit, Taylor, los hermanos Bernouilli, Euler, etc. Junto a estos textos tenemos obras de carácter general que fueron muy utilizadas en España: *Entretenimientos matemáticos* del P. Regnault, el *Cursus* del P. Deschales, las *Mathematiques abregées* del P. Castel, el *Compendio matemático* de Tosca o la *Aritmética* de Corachán. Títulos de jesuitas matemáticos figuraban igualmente en su biblioteca: Hugo Sempilio, de la Faille, Tacquet, Saint Vincent. En los estantes reposaban Galileo, Descartes y Newton. Tenía buenos conocimientos matemáticos y filosóficos, y estaba familiarizado con los trabajos astronómicos a tenor de los autores de estas disciplinas incluidos en su biblioteca: Copérnico, Kepler, Galileo, Brahe, Maestlin o Riccioli. De las publicaciones periódicas extranjeras tenía, entre otras, las *Memorias de Trévoux*, el *Journal des Savans*, las *Acta Eruditorum*, la *Histoire de l'Académie Royale des Sciences avec les Mémoires* y las

¹⁶⁷ Giovanni Stiffoni, «Intelectuales, Sociedad y Estado», en José María Jover Zamora (dir.) *La época de los primeros borbones. La cultura española entre el barroco y la Ilustración (circa 1680-1759): Historia de España Menéndez Pidal*, 31. I (Madrid: Espasa Calpe, 1985): 87-91.

Philosophical Transactions en la traducción al italiano de Thomas Dereham (1678-1739)¹⁶⁸. Sarmiento solo publicó en vida la *Demonstracion*, y lo que se conserva de su obra son manuscritos y cartas. Desde luego es llamativo el silencio editorial de un hombre tan preparado, amigo, discípulo y al mismo tiempo tutor en muchos sentidos de Feijoo. Sarmiento gozaba de prestigio en las altas esferas de la nación –de las que recibía encargos y peticiones de dictámenes sobre distintas materias– y mantenía correspondencia con personajes como Jorge Juan. Es indudable que su influencia fue notable, aunque ejercida mediante el trato personal, las tertulias y reuniones que mantenía en su celda del convento de San Martín de Madrid y la circulación de sus manuscritos, un medio nada desdeñable a la hora de transmitir, debatir, contrastar y recibir información¹⁶⁹. Su figura ha crecido a medida que se ha ido conociendo y estudiando su plurivalente producción literaria.

De la profunda amistad entre estos dos monjes benedictinos, basada en la admiración mutua y en la comunidad de miras, dan testimonio su intensa relación epistolar, la defensa que de los escritos de Feijoo hizo Sarmiento, los elogios que el autor del *Theatro* dedicó a su compañero de casulla y la indispensable colaboración de Sarmiento en la publicación de las obras del aclamado polígrafo¹⁷⁰.

7.2 Antitheatro y Demonstracion.

A los efectos de esta tesis, la controversia más interesante es la que se desarrolló entre Feijoo, Mañer y Sarmiento. Veamos cómo se originó y cuáles fueron las intervenciones de cada uno de los actores. Publicados los dos primeros tomos del *Theatro* en 1726 y 1728, salió de la imprenta en 1729 el *Antitheatro critico sobre el primero y segundo tomo del Theatro critico universal*, obra de Salvador Mañer (1676-1751)¹⁷¹. Feijoo, que había publicado el tercer tomo del *Theatro* a principios de 1729, respondió a finales de ese año a las impugnaciones de Mañer en su *Ilustracion apologetica*. No se quedó callado el impugnador, sino que imprimió el tercer tomo del *Antitheatro* y la *Replica*

¹⁶⁸ Amoneiros, *La Biblioteca...*, 199.

¹⁶⁹ Celestino Galiani (1681-1753), por ejemplo, ejerció su poderoso magisterio en Italia través de sus manuscritos y epístolas, ya que por su propia elección dejó su obra inédita.

¹⁷⁰ Sarmiento, a petición de Feijoo en 1728, corrigió las pruebas de imprenta y se encargó de la publicación del *Theatro* y las *Cartas*, así como de sus reediciones. Sarmiento se encargaba de revisar los manuscritos originales de Feijoo; los ordenaba y los distribuía en los distintos volúmenes; se ocupaba de las aprobaciones y censuras; elaboraba los índices y proporcionaba información bibliográfica a su amigo. Véase Ameneiros, *La biblioteca...*, 52-53.

¹⁷¹ Salvador Mañer, *Antitheatro critico, sobre el primero y segundo tomo del Theatro critico universal*. (Madrid, 1729).

*satisfactoria*¹⁷². Feijoo guardó silencio, pero en su ayuda acudió Sarmiento con la *Demostracion critico-apologetica del Theatro critico* en 1732. El último coletazo de la polémica fue el *Crisol critico* de Mañer, editado en dos volúmenes en 1734¹⁷³. Pese a lo encendido de la disputa y de los insultos cruzados, Mañer terminó siendo admirador del benedictino, según cuenta Campomanes en la página XXVI de la *Noticia* mencionada.

Los libros de Mañer denunciaban los “descuidos” del texto feijoniano, ponían objeciones a ciertas afirmaciones y presentaban sus propias opiniones relativas a cuestiones tratadas por el benedictino. La revisión crítica de Mañer no entraba generalmente en el fondo de las cuestiones planteadas en el *Theatro*, en muchas ocasiones se centraba en el significado que se daba a los términos utilizados o ponía el acento en la fidelidad de las citas o referencias, pasando por alto ideas y doctrinas de mucho mayor calado que deberían haber causado respuestas, discusiones y polémicas entre los intelectuales españoles. Pero tanto Mañer como Feijoo apuntaban a un público no académico al que querían convencer de lo fundamentado de sus aserciones; las disputas se basaban a menudo en expresiones que maliciosamente se interpretaban literalmente y se sacaban de contexto; los autores tenían el prurito de mostrar su erudición libresca y retórica¹⁷⁴.

Del primer tomo del *Antitheatro* vamos a fijarnos en las impugnaciones al segundo volumen de Feijoo y en concreto al discurso 14, que presenta lo que Feijoo llama “paradojas físicas”. Mañer aprovecha la paradoja sexta, en la que Feijoo atribuía a las manchas solares un efecto sobre la desigualdad observada en la luz y en el calor recibidos en la Tierra, para desvelar que las informaciones procedían de las *Memorias de Trévoux* de 1716 y 1725¹⁷⁵, intentando desacreditar de este modo al autor de *Theatro*. Más adelante la impugnación se hacía contra la paradoja novena, donde Feijoo especulaba sobre si los graves, puestos a gran distancia de la Tierra, volverían a caer en ella. El Padre benedictino tenía toda la razón cuando se quejaba de las tergiversaciones que sus oponentes hacían de

¹⁷² Salvador Mañer, *Antitheatro critico, sobre el tomo tercero del Theatro critico, y replica satisfactoria, primera y segunda parte, a la Ilustración apologética del P. Feijoo* (Madrid, 1731?).

¹⁷³ Salvador Mañer, *Crisol critico theologico, historico, politico, physico y mathematico* (Madrid: Bernardo Peralta, 1734), Tomos I y II.

¹⁷⁴ Antonio María Herrero, íntimo amigo y socio de Mañer, también cuestionó algunas de las paradojas físicas de Feijoo; sus refutaciones, publicadas en el *Mercurio Literario*, tuvieron que ver con el lugar donde se generaba el rayo y con el descenso del mercurio en el barómetro en tiempo lluvioso. Las dejaremos aparcadas por el momento, a la espera de poder dedicarles mayor atención.

¹⁷⁵ Mañer, *Antitheatro*...I, 233-236. Aparte de que, como dice Mañer, Feijoo obviaba que en las *Mémoires de Trévoux* de 1725, art. 57, de donde había tomado la información, se desestimaba el argumento, lo realmente relevante, a mi entender, era que se exponía que en el Sol había manchas y que giraba sobre sí mismo en veintisiete días.

sus palabras. En efecto, Mañer, mediante el uso de la cursiva, daba a entender que las frases que reproducía eran citas literales del texto del discurso. Y efectivamente lo son, pero descontextualizadas se pervierte indudablemente su sentido. Veamos un ejemplo. Mañer cita este párrafo de Feijoo: “Como quiera, la probabilidad, que tiene esta opinión, junto con las graves dificultades que padece la sentencia Peripatética, deja la materia en el equilibrio de la duda. Y habiéndola en esto precisamente, la ha de haber en si los graves, puestos en cualquiera distancia descenderían a la tierra”. Y de aquí deduce maliciosamente que Feijoo duda de que los graves descendan a la tierra, porque ha sustituido la “gran distancia” del título de la paradoja por “cualquier distancia”. Pero Mañer sabe que el párrafo siguiente deja patente lo que Feijoo quiere decir: “La razón es clara, porque la virtud atractiva, como finita, tiene determinada esfera de actividad y, por consiguiente, no puede hacer su operación a cualquiera distancia: luego hay distancia a la cual no alcanza la virtud atractiva del globo terráqueo: luego en suposición de que los graves bajen por atracción, puesto el grave en aquella distancia, no bajaría”¹⁷⁶. Entrando en la tesis de la paradoja, Mañer defendía que los graves descendían siempre a la Tierra por dos razones: “La una, porque siempre que el impulso que lo suspendió no pueda más sostenerlo, la pesadez del aire que le es contraria, lo repele cargando su peso sobre la gravedad del otro: y así se ve que, mientras más se acerca a la tierra, con mayor precipitación se llega, porque se le va doblando el peso de la materia que le carga. La otra, que todo cuerpo grave tiene propensión al descenso, por la inclinación natural de ir como parte a componer el todo de donde fue separado: y si los graves suspensos de la tierra no volvieran, se destruirían a sí mismos, arruinando el todo de que proceden; y en tal caso ya no hubiera Mundo”¹⁷⁷. Como vemos, los argumentos de Mañer tienen un sabor aristotélico, con los graves moviéndose a su lugar natural y un impulso que los sostiene hasta que cesa; por otra parte, atribuye la aceleración en el descenso al peso cada vez mayor de la columna de aire sobre el cuerpo. Mañer y los tertulianos que lo acompañaban eran ávidos lectores de las *Memorias de Trévoux* y sacaban de ellas su munición para combatir las suposiciones de Feijoo sobre el no retorno de los graves; a favor de su tesis, el Rvdo. Padre Maestro mencionaba que Mersenne había observado que una bala disparada verticalmente no caía de vuelta al suelo. Mañer sacaba en su contra la artillería pesada, recordando que Descartes no había considerado la experiencia significativa, y se

¹⁷⁶ TC II, D 14, *Paradojas físicas*, 255. El título de la paradoja es “Es dudoso, si los graves apartados a una gran distancia de la tierra volverían a caer en ella”

¹⁷⁷ *Antitheatro* I, 243-244.

permitía ridiculizar la deducción parafraseando unas reflexiones del jesuita Antoine-François Laval (1664-1728), cuya fuente no citaba¹⁷⁸. Como vemos, nada se comenta sobre la teoría gravitatoria de Newton. Parece lógico pensar que lectores tan aplicados de la publicación jesuítica hubieran tropezado con ella en alguna ocasión; los Padres de la Compañía, por más que no estuvieran de acuerdo con Newton, no dejaban por ello de escribir reseñas y publicar extractos de obras favorables o contrarias a la hipótesis de la atracción.



Grabado de *Nouvelles conjectures sur la pesanteur* de Varignon, en el que se ve a Descartes y Mersenne esperando la caída de la bala que se ha disparado. (Ver nota 177).

La defensa de Feijoo realizada en la *Ilustración apologética* de las dos paradojas impugnadas por Mañer carece realmente de interés. Ni el contenido de estas paradojas ni los argumentos en contra son realmente relevantes. A lo sumo nos indican la influencia de las *Memorias de Trévoux* en los círculos eruditos y el conocimiento de primera mano que se tenía en ellos de la obra cartesiana. Tanto el aprobante Sarmiento como su compañero de hábito insistían en que Mañer tenía a su disposición los fondos de la Real Biblioteca y que la refutación había sido, si no elaborada, al menos alentada y ayudada por sus contertulios¹⁷⁹. La intervención del P. Sarmiento, sin embargo, proporciona

¹⁷⁸ Se trata del artículo XXI de las *Mémoires de Trévoux* de marzo de 1726, *Reflexions sur ce qui arrive à un boulet de canon qu'on tire étant situé verticalement*. Mañer, por cierto, hace que forme parte del lema de *Nouvelles conjectures sur la pesanteur* de Varignon la frase “sin duda”, cuando en realidad es un añadido de Laval, que escribe: “On y voit une pièce Canon qui est posée verticalement; & le boulet qui monte au Zenith par l'action du feu qu'on a mis à ce Cannon. A côté sont Monsieur Descartes, & le RP Mersenne le boutefeu à la main; tous les deux regardent en haut; au dessus du Canon on lit ce mot *Retombera-t'il?* Je me souviens que je mis à côté la réponse *sans doute*”. ¿Quería con ello reforzar la idea de la caída? véase la ilustración que aparece en la obra de Laval y que se reproduce en la página siguiente. Están representados Mersenne y Descartes, esperando que caiga la bala lanzada por el cañón.

¹⁷⁹ “Respecto de la continuación de su obra, en que me dicen trabajan él, y toda la bandada de sus Contertulios con grande afán”. Feijoo engarza una serie de insultos y descalificaciones nada piadosas contra Mañer y el *Antitheatro* en su *Prólogo* al lector: el *Antitheatro* es “un agregado de ineptias, futilidades,

información de cierto calado. Para empezar recordaba que la paradoja ya había sido enunciada por el P. Deschales y que, por tanto, calificar de disparate lo dicho por Feijoo equivalía a decir lo mismo de un autor respetado¹⁸⁰. Respecto a la experiencia de la bala de artillería lanzada verticalmente daba toda una disertación que hacía palpable su dominio de los textos de Descartes y de Mersenne –y también de Eusebio Amort (1692-1775)– concluyendo que, independientemente de que la bala bajase o no bajase, para Descartes y sus seguidores la bala podía escapar de la gravedad al alcanzar cierta altura. Sarmiento, por otra parte, no se comprometía con la causa de la gravedad, como según decía tampoco lo hacía su defendido que, en este punto, no seguía ningún sistema¹⁸¹. En realidad, en esta obra Sarmiento expone con mayor claridad que Feijoo el significado de la atracción newtoniana, apenas mencionada en los tres primeros tomos del *Theatro*. Así nos dice: “El caballero Newton, para significar la recíproca gravitación de los cuerpos, usó la voz atracción. No faltó quien le censurase que introducía de nuevo cualidades ocultas. Pero los newtonianos se burlaron de la censura. Así pues, Rogero Cotes la desvanece del todo. Newton se aparta de los aristotélicos y los cartesianos. Sin averiguar en qué consiste la gravedad, supone que la hay en todos los cuerpos; y según esta suposición, procura explicar todos los fenómenos generales, sin salir de los principios. Por esto llama mecánica racional a su obra. [...] Así pues, la gravedad, en sentido aristotélico es una cualidad intrínseca. En sentido cartesiano es un efecto procedente de causa externa. En sentido newtoniano no se determina qué es; se supone existente; y después, de ella, como causa general, afirman los newtonianos que se originan los movimientos; y que según la varia combinación y analogía, resultan los fenómenos más admirables”¹⁸². Como vemos, Sarmiento subraya que la gravedad, en sentido newtoniano, es una atracción recíproca que se produce en todos los cuerpos, si bien no establece las variables de que depende. Muestra de su buen conocimiento de los *Principia* es la inserción que hace de esta cita: “*Caveat lector (previene el mismo Newton) ne per hujusmodi voces cogitet me especiem, vel modum actionis, causamve, aut rationem Physicam alicubi deffinire, vel centris (quae sunt puncta Mathemtyica) vires vere, et*

reparos pueriles, materialidades impertinentes, ignorancias y equivocaciones [...] no es más que una tramoya de Theatro, una quimera crítica, una comedia de ocho Ingenios, una ilusión de inocentes, un coco de párvulos, una fábrica en el aire”. Su autor, un “pobre Zoilo, que nunca había hecho, ni podrá hacer otra cosa más que morder escritos ajenos”.

¹⁸⁰ *Demonstracion* II. 221.

¹⁸¹ “Afirma que en cualquiera es evidente su conclusión. La razón fundamental consiste en que no se sabe quien impele los graves hacia la Tierra; y aun en el caso que se supiese, sería inaveriguable cuánto era el Diámetro de la esfera de la actividad”. *Ibid.*, 222.

¹⁸² (*Demonstracion* II: 229-230).

*Physicae tribuere; si forte aut centro TRAHERE, aut vires centrorum esse dixerō*¹⁸³, con la que Newton advertía al lector de que las fuerzas y atracciones de las que hablaba había que tomarlas en sentido matemático y no físico.

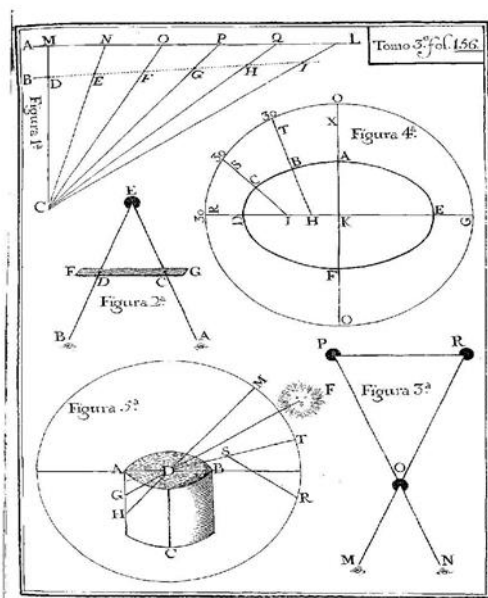
Mucho más incisivo es el Mañer que en 1731 escribió sobre el tercer tomo del *Theatro*, irritado por las descalificaciones que Feijoo había vertido en el *Prólogo* a su *Ilustración Apologetica*. El desprecio con que Feijoo trató a Mañer no casa bien con el efecto causado por el *Antitheatro*, pues en el *Prólogo* de la *Ilustración* Feijoo justificaba su trabajo como “desengañador del público” y reconocía que el mayor estorbo que encontraba en su empeño “era el antitheatro del señor Mañer”¹⁸⁴. Veamos las objeciones de Mañer a la física y a las matemáticas del benedictino. Comenzaremos por las afirmaciones contenidas en el discurso séptimo del *Theatro*, en el que Feijoo proponía unas paradojas matemáticas, ordenadas según las distintas materias que formaban esta disciplina: aparecían primero dos problemas geométricos, seguidos de dos de óptica y a continuación, dos de astronomía, uno de geografía, dos de estática y uno de dióptrica. La explicación venía ilustrada con una lámina en la que estaban dibujadas cinco figuras. En primer lugar, Mañer resaltó la arrogancia de Feijoo en la introducción a dicho discurso, que comenzaba con estas palabras: “Entro en esta materia con el preciso desconsuelo de no poder darme a entender bastante a la mayor parte de los Lectores. Son en España tan forasteras las Matemáticas, que aun entre los Eruditos hay pocos que entiendan las voces facultativas más comunes”¹⁸⁵. No le faltaba razón al impugnador al comentar que, si los lectores del benedictino carecían de conocimientos matemáticos e ignoraban las voces facultativas de la disciplina, difícil fuera que se interesaran por lo que Feijoo titulaba paradojas o que entendieran la solución que presentaba. Por otra parte, Mañer defendía que los eruditos, al menos algunos de ellos, tenían motivos sobrados para sentirse insultados al meterlos en el saco de la ignorancia, y presentaba un listado de autores que algunos conocimientos en la materia habían mostrado.

¹⁸³ *Ibid.*, 230. Las mayúsculas son del propio Sarmiento. José Santos Puerto descubrió en su día que es cita exacta de los *Principia* y, en efecto, corresponden al libro I, definición VIII.

¹⁸⁴ “Habiendo tomado el trabajoso oficio de desengañador del Público, es de mi incumbencia remover los estorbos que se oponen al desengaño. El mayor (se entiende en la extensión), que hasta ahora he encontrado, es el Anti-Theatro del Sr. Mañer”.

¹⁸⁵ *TC* III, D 7, *Paradojas matemáticas*, 127.

La primera paradoja del discurso del *Theatro* versaba sobre la posibilidad de que dos líneas se fueran acercando continuamente sin llegar nunca a cortarse. Feijoo se servía de la primera figura de la lámina para describir el proceso¹⁸⁶.



Biblioteca Nacional de España

Imagen procedente de los fondos de la Biblioteca Nacional de España.

Señalaba la imposibilidad de su ejecución en la práctica “por ser imposibles formar líneas indivisibles” e indicaba que a las líneas que cumplieran esta propiedad se las llamaba *asymptotos*¹⁸⁷. Para que se entendiese mejor la cuestión formulaba una paradoja análoga basada ahora en propiedades de algunas sucesiones: “Digo que puede suceder que entre dos cantidades desiguales, aunque se vayan haciendo infinitas adiciones a la menor, nunca llegue a igualar la mayor. Ello sucederá infaliblemente, como las adiciones se vayan haciendo en progresión geométrica descendente [...] La razón de no llegar jamás a tocarse las dos líneas, es porque la inclinación de una a otra también se va disminuyendo sucesivamente en alguna determinada proporción geométrica, al paso que las líneas se van prolongando”¹⁸⁸. El ataque de Mañer se desarrolló en varios frentes: las asíntotas no eran ninguna novedad, sino tema estudiado y conocido desde la antigüedad; las líneas indivisibles no existían en matemáticas; no solo las adiciones en progresión geométrica

¹⁸⁶ Véase fig. 1 de la lámina adjunta. La descripción de Feijoo se basa en trazar desde el punto C rectas a los puntos A, M, N, O, P, Q, L, etc., siendo los puntos A y L los que determinan la recta. En cada segmento CA, CM, CN, etc., tomar la misma distancia desde los puntos A, M, N, lo que determinará una serie de puntos B, D, E, F, G, ... Si se unen estos puntos, se obtiene una curva que se aproxima tanto como se quiera a la recta, sin cortarla nunca.

¹⁸⁷ TC III, D 7, *Paradojas matemáticas*, 129.

¹⁸⁸ *Ibid.*, 129 -130. Feijoo terminaba utilizando esta paradoja como símil oportuno en asuntos de filosofía y teología.

descendente daban lugar a una suma inferior a una cantidad determinada. La interpretación que hacía Mañer de las líneas “indivisibles” era que Feijoo había cometido un error léxico y conceptual, y que en realidad había querido decir líneas de longitud infinita, pues pone un ejemplo de comportamiento asintótico hacia una línea cerrada de longitud finita. En cuanto al enunciado de las infinitas adiciones, poca razón tiene Mañer al atribuir a Feijoo una consecuencia necesaria cuando el enunciado censurado habla en realidad de una condición suficiente. Escribe el crítico: “Luego si no se ejecuta en progresión geométrica, no se conseguirá”¹⁸⁹, y pone un contraejemplo con la suma de una sucesión no geométrica.

Esta imagen corresponde a la explicación de Mañer sobre el comportamiento asintótico hacia una línea cerrada ABCD, base de un cono de vértice E¹⁹⁰

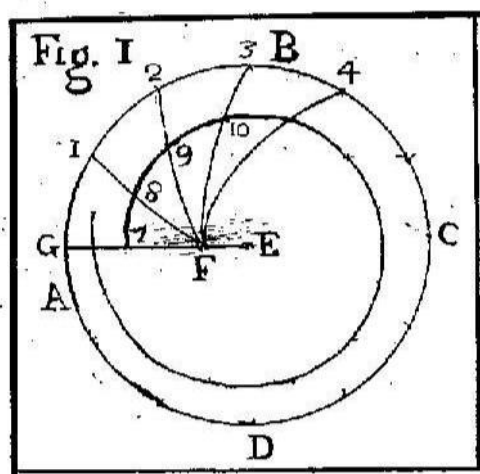


Imagen procedente de los fondos de la Biblioteca Nacional de España

Como ya se ha dicho, Feijoo no respondió a las impugnaciones de Mañer; en su lugar cedió la palabra a Fray Martín. Sobre esta primera paradoja Sarmiento tenía varias cuestiones que aclarar. Veamos cómo defiende la “línea indivisible” de su correligionario. Según Sarmiento, lo que Feijoo había querido indicar era que la línea era indivisible en

¹⁸⁹ Transcribo lo que dice Mañer: “En el nº 7 (se refiere al discurso 7) dice *Que puede suceder que entre dos cantidades desiguales aunque se vayan haciendo infinitas adiciones a la menor nunca llegue a igualar la mayor. Esto sucederá, añade, infaliblemente como las adiciones se vayan haciendo en progresión geométrica descendente.* Ha buen P, y qué bien lo entiende. Luego sí no se ejecuta en progresión geométrica, no se conseguirá”. *Anti-theatro critico...*, 127. Evidentemente, lo que escribe Mañer no es lo que afirma Feijoo.

¹⁹⁰ “Y para su demostración, sea la figura primera A, B, C, D un cono del cual sea E el vértice y su base A. B. C. D., que se considerará como línea dividida en partes iguales G, 1, 2, 3, 4 &c. Tómese, pues, un punto fuera del vértice E. como en F. del cual a los puntos de la división de la base se tirarán las líneas FG, F1, F2, F3, F4 &c., de las cuales, empezando de la línea de la base en que se terminan, se cortarán porciones iguales como G7, 1.8, 2.9, 3.10, &c. y por los puntos 7,8, 9, 10, &c. se tirará la línea 7,8,9, 10 &c. Digo que esta línea, por más que se continúe, jamás llegará a intersectarse con la línea finita A, B, C, D de la base del cono”. Mañer, *Antitheatro [...]* sobre el tomo tercero del *Theatro critico...*, 126.

anchura; recordaba que, de acuerdo con Euclides: “*linea est longitudo, cujus nulla est latitudo*”, y que era imposible dibujar una línea en el sentido que le daban los geómetras, de modo que en la figura de Feijoo, al ir disminuyendo los ángulos entre la asíntota y los segmento CM, CN, CO, ... se terminarían confundiendo en la práctica curva y asíntota, diferenciando por tanto el razonamiento matemático de su puesta en evidencia mediante un dibujo¹⁹¹. La interpretación de Sarmiento tiene sentido, pero la verdad es que Feijoo debería haber evitado la utilización de la voz “indivisible” que podía tomarse tal y como lo hizo Mañer. En cuanto al meollo de la paradoja, Fray Martín da toda una lección sobre curvas, al mismo tiempo que rebaja el alcance de sus propios conocimientos matemáticos para poner en evidencia la ignorancia de R., que es como llama siempre al impugnador¹⁹². Los argumentos de Sarmiento reflejan que era un buen lector de matemáticas: la curva de Feijoo no era sino la conchil de que hablaba Juan Caramuel (1606-1682) en su tratado de arquitectura¹⁹³; el ejemplo de Mañer era la misma curva conchil, a su vez una variante de la concoide de Nicomedes; nombraba la cisoide, la cuadratriz, la tractriz y la cicloide; citaba a Caramuel, a Franciscus Barocius (1537-1604) –de quien dice que tiene el libro¹⁹⁴–, a Ludolph van Ceulen (1540-1610) sobre la obtención de cifras decimales de π , a Descartes y a Wolff¹⁹⁵. Sin embargo, la respuesta al razonamiento de Mañer contra el ejemplo de Feijoo basado en la suma de los infinitos términos de una progresión geométrica no es del todo honesta, porque Sarmiento tergiversa los términos que aquel utiliza, como puede verse en la nota al pie¹⁹⁶. Pero ya nos hemos extendido bastante en

¹⁹¹ Sarmiento, *Demonstracion...*, II, 340-350: “Aun antes que la recta y la que con ella hace ángulos agudos lleguen a hacer ángulo de 30 minutos, ya la Conchil coincidirá Físicamente y en la práctica con la recta. Según la especulación Matemática jamás coincidirán; pues siempre, según Hipótesis, lo impedirá el ángulo que precede. [...] La línea [es] indivisible según latitud”.

¹⁹² “Yo vivo tan ajeno del estudio de las Matemáticas y tan remoto de sus abstractas especulaciones, si cual otro que apenas pase de la regular inteligencia de algunas voces y de una superficial noticia de tal cual Teorema. No obstante, alcanzo ese cortísimo conocimiento para hacer evidencia de los infinitos errores que el R. estampó contra los primeros Axiomas y contra el Idioma Matemático”, *Ibid.*, 347.

¹⁹³ *Ibid.*, 346. Se refiere a *Arquitectura civil recta y oblicua* (1678), en cuyo tomo tercero, lámina VII, fig. XXVI, aparece la misma curva con asíntota de Feijoo.

¹⁹⁴ Debe de referirse a “*Admirandum illud geometricum problema tredecim modis demonstratum quod docet duas lineas in eodem plano designare, quae nunquam invicem coincidunt, etiam si in infinitum protrahantur: et quanto longius producuntur, tanto sibi inuicem propiores euadant*” (1586).

¹⁹⁵ “Las relaciones de las Ordenadas con sus Abcisas se podrán leer en Christiano Wolfio. Es confusión ponerlas por escrito; y para ponerlas con caracteres Algebraicos, no los hay en la Imprenta”. Sarmiento, *Demonstracion...*, II, 352. Como vemos, Fray Martín parece desenvolverse igualmente bien en la geometría analítica.

¹⁹⁶ En su crítica de las paradojas matemáticas del Tomo III del *Theatro*, Mañer, 127, enmendaba al Padre Maestro en la cuestión de las asíntotas. Ponía un ejemplo tomado de la Aritmética: “En la Aritmética harmónica o sucesiva, tomadas las partes del exceso como fracciones de fracciones sucesivas o interpoladas sucederá lo mismo. De dos cantidades, sean discretas o continuas, elijase una de ellas, vg. en las discretas 7 y 8. Añádasele a la menor, 7, las partes de exceso que se quisiere en cualquier progresión descendente

esta paradoja matemática que, si pone algo de manifiesto, es la buena preparación de Fray Martín en estos asuntos.

El segundo problema que trataba Feijoo era bien conocido, como él mismo avisaba: dos paredes construidas a plomo no podían ser paralelas, ya que en el supuesto de que los graves bajasen en línea recta al centro de una Tierra de figura esférica, la prolongación de las paredes convergería a un punto, el centro terrestre. Esta paradoja se completaba con las que hacían los números VII y VIII, en las que se afirmaba que la tierra no era un esferoide y que los graves no descendían en línea recta al centro de la Tierra. Feijoo informaba a sus lectores de que los datos aportados por los astrónomos franceses tras las medidas de 1718 daban a nuestro planeta la forma de una elipse ligeramente achatada por el Ecuador. Una conclusión a la que se había llegado midiendo en diferentes latitudes la longitud correspondiente a un grado de meridiano. Si la Tierra fuera una esfera, esa longitud debería ser idéntica en cualquier paralelo, pero el resultado que se había obtenido de las medidas era que el grado de meridiano disminuía cuando se viajaba hacia el norte, lo que indicaba que la Tierra no era una esfera, sino un elipsoide cuyo eje menor era el Ecuador. Feijoo ayudaba a comprender la cuestión con la figura 4 de la misma lámina, que explicaba con detalle; incluso describía someramente la técnica de medición, reconociendo que su práctica era trabajosa y demandaba extrema exactitud¹⁹⁷. Los datos de Feijoo eran antiguos y en el texto de su discurso no se mencionaba la agria polémica que enfrentaba en Francia a los partidarios de la hipótesis de Newton con los incondicionales de los datos experimentales de los Cassini, un debate en cuyo trasfondo se debatía el valor de la evidencia extraída de supuestos teóricos¹⁹⁸.

Mañer reaccionó ante la cuestión de la figura de la Tierra. Para empezar, daba cuenta de la disputa entre los que sostenían que era la de un elipsoide achatado por los Polos o los que defendían que el elipsoide estaba aplastado por el Ecuador. La primera hipótesis había sido aventurada por Newton mediante consideraciones teóricas: “Mas el

tomadas como fracciones de fracciones de cualquier género, como por ejemplo: $7\frac{1}{2}$ de $\frac{1}{3}$ de $\frac{1}{4}$ de $\frac{1}{5}$ de $\frac{1}{6}$ de $\frac{1}{7}$ de $\frac{1}{8}$ de $\frac{1}{9}$ etc. Estas sumadas y añadidas a la menor cantidad, 7, nunca llegarán a igualar a la mayor 8, porque tomadas las sumas de las dichas fracciones jamás llegarán a componer una unidad entera cual era necesaria para que la menor, 7, igualase la mayor, 8”. Esta serie es la de la suma de los recíprocos de los números factoriales, que es en efecto menor que 1. Sarmiento, 353-354, lo interpreta de este modo y añade que esa serie no es progresión aritmética ni geométrica, algo que pone en boca de Mañer, pero que no figura estrictamente en su escrito: “Escribe [Mañer] que también sucederá el caso en una progresión aritmética”.

¹⁹⁷ Feijoo, *TC* III, D 7, 145-149.

¹⁹⁸ Véase, por ejemplo, Antonio Lafuente, «La cuestión de la figura de la Tierra. Los elementos de un debate científico durante la primera mitad del siglo XVIII», *Geocrítica. Cuadernos críticos de Geografía Humana* 46 (1983). <http://www.ub.edu/geocrit/geo46.htm>

celebérrimo Inglés, el Caballero Newton, en los *Principios de la Filosofía natural* afirma que aunque tiene esa figura [elipsoidal] es según la Equinoccial pues considerando cada parte mínima de la tierra por la diurna revolución alrededor del propio eje, se reconoce en ella una cierta figura centrífuga mediante la cual hace violencia para apartarse del eje de la tierra, y que no siendo igual a este connato sino tanto mayor cuanto más sus partes se apartan de los Polos y se acercan al Ecuador se infiere ser la tierra más elevada por la parte de la Equinoccial que hacia la de los Polos”¹⁹⁹. Los cartesianos, según Mañer, opinaban lo mismo, refiriéndose probablemente a Christian Huygens. Los franceses Cassini, Maraldi y La Hire, así como Burnet y Riccioli, se inclinaban por la depresión ecuatorial. El antagonista de Feijoo se decantaba sin embargo por la figura esférica, que según decía era la admitida por el común de los matemáticos. Frente a las medidas del grado de meridiano oponía que el cálculo realizado no coincidía con una línea meridiana de forma elíptica²⁰⁰. Tampoco le valían las razones de Newton, basándose en que de ellas se deduciría una elevación grande en el Ecuador que no había sido constatada por los viajeros a esos lugares; ni las de Huygens, ya que el péndulo mostraba variaciones incluso en el mismo paralelo. No nos interesan sus argumentos a favor de la esfericidad, pues tanto el tan manido de la sombra circular de la Tierra sobre la Luna durante los eclipses como la apelación a la necesidad de que las partes de la superficie terrestre equidistasen del centro debido a la gravedad habían encontrado respuestas verosímiles. Lo que cabe destacar es que Mañer conocía, a través fundamentalmente de las publicaciones periódicas francesas, lo que se gestaba en el país vecino, y acercaba a sus lectores las teorías newtonianas, explicando de hecho con mayor claridad que Feijoo la cuestión de la figura de la Tierra. Es evidente que las polémicas en las que se veía envuelto el fraile gallego contribuían a que Newton y sus resultados fueran conocidos por el gran público.

Pero no quedó aquí la cosa, porque Fray Martín, el amigo y compañero de hábito de Feijoo, intervino también en la disputa. En su respuesta a la impugnación de Mañer a la paradoja II expresaba ya los términos del conflicto: “Quiere el P. M. demostrar que en

¹⁹⁹ Mañer, *Antitheatro...*, III, 154. Mañer dice que Feijoo había citado a Cassini, Maraldi y La Hire entre los partidarios de la elevación de los Polos, y añadía que de la misma opinión eran Burnet en su *Theoria Sagrada de la Tierra* y el Padre Riccioli. Sin embargo, lo que Feijoo había escrito era que los dos Cassini –padre e hijo–, Maraldi y La Hire habían procedido a la medida del grado de meridiano en Francia.

²⁰⁰ “La línea meridiana de Francia, si se considera como porción de la periferia de la Elipse, suponiendo que la tierra sea Esferoides según los Polos preciso será que tenga las mismas propiedades que tiene la línea Elíptica; es sí que aquesta no las tiene, respecto de no disminuir las distancias de los grados según aquella porción de periferia de la Elipse como con facilidad puede reconocerse formando el cálculo: luego deberemos decir o que aquellas observaciones fueron erradas, o que la tierra no es de figura Esferoides”, *Ibid.*, 155.

caso de que la Tierra no sea Esférica sino Oval o Elíptica, tampoco serán Paralelas dos torres. Aquel caso tiene dos consideraciones: o suponiendo con los Ingleses que la Tierra está más elevada hacia el Ecuador, o que su mayor diámetro lo tiene de Polo a Polo, según los Franceses”²⁰¹. Al abordar el problema de la figura terrestre, Sarmiento procedió en varias etapas. En primer lugar, gastó varias hojas de papel para narrar las tentativas realizadas en distintas épocas y lugares conducentes a medir el diámetro de la Tierra, señalando acertadamente que en todas ellas se partía de la esfericidad del planeta²⁰². Eisenschmidt (1656-1712), continuaba Fray Martín, al examinar los resultados obtenidos por Eratóstenes, Riccioli, Picard y Snellius había observado que la longitud de los grados aumentaba a medida que se bajaba hacia el Ecuador²⁰³. Por otra parte, los ocho grados de meridiano que habían medido los académicos confirmaban la deducción de Eisenschmidt y acreditaban la hipótesis de la figura oval: el meridiano no era una circunferencia, sino una elipse cuyo eje mayor pasaba por los Polos. La figura oval estaba admitida según Sarmiento por todos, así como la escasa diferencia entre los ejes polar y ecuatorial, lo que hacía que, a efectos prácticos, se pudiera seguir considerando nuestro planeta como una esfera. Las divergencias se centraban en la dirección del eje mayor del elipsoide. La relación entre los ejes había sido calculada por Newton, Huygens y Cassini: 229 a 230, 577 a 578 y 162 a 161, respectivamente²⁰⁴. Las explicaciones de Sarmiento provienen seguramente de Nicola Antonio di Martino ((1701-1769), cuya obra de Estática cita más adelante, y de Hubert Gautier (1660-1737), a quien nombra expresamente en diversos lugares de la *Demonstracion*²⁰⁵.

Para Sarmiento, el sistema de Newton y Huyghens se basaba en supuestos no contrastados, pues era falso el movimiento de la Tierra y dudoso que los graves pesasen

²⁰¹ *Demonstracion* II, 355.

²⁰² Sarmiento refiere que la experiencia más exacta había sido la realizada en Francia por orden de Luis XIV. En la medición habían participado los matemáticos más prestigiosos: “Tomose por punto fijo el Observatorio Real de París. Desde este hacia el Norte, la comenzó Mons. Picard y después la continuó Mons. La Hire. Hacia el Medio día la describieron los señores Cassinis Padre e hijo, Mons. Maraldi, Mons. Couplet el hijo. Y Mons. Chazelles la continuó hasta el Rosellón. Comenzose esta célebre Experiencia en 1659 y duró hasta el año de 1718”. *Ibid.*, 387.

²⁰³ Se trata de Johan Gaspar Eisenschmidt (1656-1712), autor de *Diatriba de figura telluris elliptico-spheroides* (1691).

²⁰⁴ Sarmiento, 390 dice que la relación en Cassini es de 161 a 162, invirtiendo el resultado, lo que daría lugar a que Cassini estuviera de acuerdo con el achatamiento polar.

²⁰⁵ Nicolà di Martino, *Elementa statices in tyronum gratiam tumultuario studio concinnata* (Nápoles: Felices Mosca, 1727), 7. De los apartados dedicados a Cassini y a Eisenschmidt obtiene Sarmiento parte de su información, 8. Hubert Gautier, *La Bibliothèque de Philosophes et des Savans* (París: 1723), Tomo I, 64-66.

menos en el Ecuador²⁰⁶. A la hora de refutar a Newton, el paladín de Feijoo invocaba al matemático italiano di Martino, que pese a su adhesión al sistema newtoniano estaba de acuerdo con los académicos franceses: “Nicolás Martino, grande admirador y secuaz de Newton, excita la cuestión sobre la figura de la Tierra. Pone lo que hay de parte de Cassini y Newton y resuelve tres cosas. Primera, que la Tierra no es esférica sino Oval o Elíptica. Segunda, que está colocada según lo que resultó de las observaciones Francesas, y no según el dictamen de Huyghens, Newton y Herman. Tercera, que es tan corta la diferencia de los dos Diámetros del Globo terrestre en cualquiera de los dos Sistemas, que para la Práctica se podrá suponer que la Tierra es Esférica”²⁰⁷. Teniendo en cuenta que el movimiento terrestre jugaba un papel crucial en la hipótesis newtoniana —elaborada a partir de consideraciones teóricas—, pero que en el caso de Cassini era irrelevante, ya que se basaba en mediciones independientes de la rotación de la Tierra, el punto a examinar era el de la fiabilidad de las variaciones pendulares y en su interpretación. Newton, detallaba Fray Martín, había tenido en cuenta las variaciones en las oscilaciones del péndulo, y remitía al lector a la página 382, pero sin proporcionar el texto al que aludía: “Es verdad que en la pag. 382. quiere probar esto con las observaciones de los Péndulos. Dice que para que en París, que está en 48. grad. y 50. min. haya Péndulo que con sus oscilaciones señale minutos segundos de hora, es preciso que tenga tres pies, 8. líneas y 5/9 de otra. Advierte que en Países más Meridionales no se necesita tanta longitud del Péndulo para que señale los segundos. En prueba de esto cita las observaciones de Richer, Halley, Varin, des Hayes, Couplet, P.Feuillé, y de otros célebres Viajeros. De todas infiere en general que, aunque debajo del Ecuador sean los Péndulos dos líneas menores que en París, con todo eso señalan todos un mismo espacio de tiempo con sus vibraciones. Suponiendo después, como principio, que las gravedades son entre sí, como las longitudes de los Péndulos, hace Tablas para todo y asienta que el Diámetro mayor de la Tierra no está de Polo a Polo, sino al contrario”²⁰⁸. Sarmiento había citado literalmente a Newton en un párrafo anterior: “Para la tercera está expreso el mismo Newton (pag. 383.) *Ut in rebus Geographicis figura Terrae pro Sphaerica haberi possit*”²⁰⁹. No nos dice a qué obra de Newton se refiere, pero sabemos que es a los *Principia*, como bien identificó Santos

²⁰⁶ Sarmiento niega el movimiento terrestre en algún caso más: Dos [movimientos] tiene el Sol: uno que se llama violento de Oriente a Poniente; otro que es el más natural y propio, de Poniente a Oriente. A este, que es el movimiento annuo del Sol por la Eclíptica, se atribuyen los influjos”, Sarmiento, *Demonstracion ...*, II, 237.

²⁰⁷ *Ibid.*, 390.

²⁰⁸ *Ibid.*, 391.

²⁰⁹ *Ibid.*, 390.

Puerto; en efecto, los datos y la cita que aporta provienen de la obra newtoniana²¹⁰. El estudioso de la obra de Sarmiento considera que el benedictino tenía ya en su biblioteca la segunda edición de los *Principia* cuando escribió la *Demonstracion*. A favor de esta tesis juegan la exactitud de los datos que aporta Sarmiento, el hecho de que figure entre los libros de su biblioteca y la siguiente declaración que hace en el *Prólogo* de la *Demonstracion*: “Cerca de 800 Autores, y más de mil citas diversas van en esta Obra. Antes de hacer una protesta te advierto que, prescindiendo de seis citas; y de aquellos pocos Autores que expresamente advierto leí citados en otros, he tenido presentes todos los demás. Lo que protesto es (y juraré en caso necesario) que no solo he tenido presentes todos los Autores y citas que alego; sino que también los he visto, leído y registrado por mis ojos en sus originales”. Cabe la posibilidad de que lo hubiera manejado en la Real Biblioteca²¹¹, pues añade un poco más adelante: “Si dudas de algo ofrezco darte registrado todo cuanto dije en nuestra Librería; o cita individual para que lo veas en la Real Biblioteca”. En cualquier caso, hasta lo que yo he podido investigar, Santos Puerto tiene razón cuando afirma que Sarmiento es el primer español que cita textualmente los *Principia*.

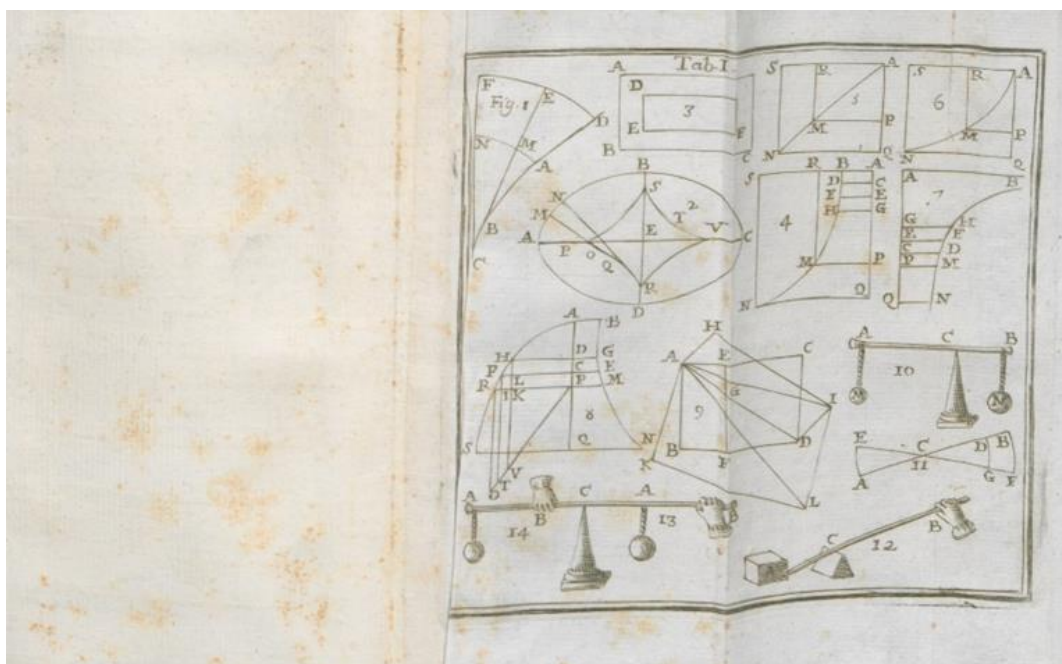
Sarmiento recogía algunas objeciones –como las de La Hire– al análisis que asociaba la menor velocidad de las oscilaciones en latitudes ecuatoriales con una menor gravedad, como eran la inconstancia e irregularidad de los datos o el calor que dilataba el hilo en climas tórridos²¹². Nada comentaba sin embargo sobre las hipótesis físicas que habían llevado a Newton a postular la figura de la Tierra como un elipsoide de revolución achatado por los polos, pues de un plumazo había negado el movimiento terrestre. Ahora bien, aun admitiendo la menor gravedad en el Ecuador, como hacía di Martino, la figura terrestre era la propiciada por los franceses. Sarmiento exponía en varios párrafos la hipótesis del matemático italiano, que conciliaba la inmovilidad terrestre, la menor gravedad en el Ecuador y la forma oblonga deducida de las mediciones, y lo hacía insistiendo en que el matemático italiano era un newtoniano convencido, con lo que su

²¹⁰ Como afirma Santos Puerto en «El Padre Sarmiento...», 715, se trata del volumen tercero de los *Principia*, editado por Roger Cotes en 1713, 382-386.

²¹¹ En la BNE, que se nutrió de algunos fondos de la Real Biblioteca, se encuentra la segunda edición de los *Principia* que maneja Sarmiento.

²¹² Aunque Sarmiento no lo cita, creo que viene al caso la opinión de Fontenelle en 1733: “Los razonamientos obtenidos de la diferente longitud del péndulo en diferentes climas o las desigualdades de la fuerza centrífuga resultantes del movimiento diario de la Tierra, son tal vez demasiados sutiles para resultar suficientemente convincentes; incluso se puede no estar aún bastante seguro de los principios y consecuencias, que pueden a veces ser diferentes”. *HARS* 1713, 84, en Lafuente, «La cuestión de la figura de la Tierra...», 34.

autoridad se veía libre de la sospecha de sectarismo. La solución de di Martino era que los graves no bajaban a un punto, sino al cuerpo originado por la evoluta de la elipse²¹³, Tabla 1, fig. 1 y 2.



El fraile español cita textualmente al matemático italiano, y resume su argumento a favor de la hipótesis de los Cassini. Así lo describe Sarmiento: “Es preciso imaginar, dice el dicho Autor, que los Graves gravitan sobre un cuerpo central de la Tierra. Este cuerpo tiene aquella figura que se forma de la revolución de una superficie, cuyo perímetro es la Línea Evoluta de la figura Elipse que Monsieur Cassini descubrió para dibujar explano el cuerpo Terrestre. Para que algunos no extrañen la voz Evoluta, noten si se aplica un hilo alrededor de una línea curva y después se va desenvolviendo el hilo, es claro que una punta del hilo, al desenvolverse, irá dibujando otra línea curva pero distinta. Esta curva se llama curva Resultante, y la primera, Evoluta. Colocado pues, aquel cuerpo central en donde el Diámetro mayor y menor de la Tierra se cruzan en ángulos rectos, resultará lo siguiente. Todos los Graves bajarán perpendicularmente al centro sobre que gravitan. Este centro estará más distante de los cuerpos graves cuantos más estos se acercaren a la

²¹³ Di Martino, en *Elementa statices...*, 10-18, estudiaba primeramente la evoluta de una curva en general (fig. 1) y después explicaba con más detalle la evoluta de una elipse que representaba la sección plana de la figura de la Tierra según el modelo de los académicos franceses, es decir, eje AC mayor que eje BD, siendo AC el eje polar y BD el eje ecuatorial. En la figura 2 vemos que la evoluta de la elipse ABCD es el astroide PRVS, donde el arco PR corresponde al arco AB, luego R es el centro de curvatura del punto B. Di Martino sostenía que los graves se dirigían perpendicularmente a la superficie de la Tierra y que, en consecuencia, seguirían la dirección del radio del círculo osculador correspondiente. Por ello, en el punto B se dirigirían a R, mientras que en A lo harían hacia P. Dado que la distancia BR era mayor que AP, la gravedad en B sería menor que en A. Naturalmente, al ser la Tierra un sólido, la figura evoluta sería la resultante de la rotación de PRVS sobre el eje AC.

Equinoccial. Supuesto después el principio experimental que los cuerpos graves aceleran más su movimiento o son más graves, según que están más cerca del centro sobre que gravitan, será infalible que suceda la variación en los Péndulos. Con que ha tenido razón el P.M. para inclinarse a creer, que la Tierra está colocada según las observaciones Francesas. Ellas tienen toda la exactitud posible, y las de Newton, sobre proceder en supuestos falsos, tienen mil nulidades o tienen mil soluciones. *Quo circa (dice Martino pag.16.) quum inaequalitas illa graduum terrestrium, ob exactissimas Geographorum observationes nequeat in dubium revocari; CONCLUDENDUM EST figuram Telluris reverá talem esse, ut partes Polares sint elevatae; Aequatoriae vero depressa*” (*Demonstracion II: 393*). Las mayúsculas no están en la obra de di Martino, pero el amigo de Feijoo quería sin dudar enfatizar la conclusión, y aunque no nos dice el título del libro que le ha servido de guía en toda su refutación y del que ha extraído gran parte de los datos que alega contra Mañer, hemos podido comprobar que se trata de los *Elementa statices in tyronum gratiam tumultuario studio concinnata* (1727). En esta obra se ilustraba la obtención de la evoluta mediante una figura que Sarmiento no incluyó en su disertación, pero que adjunto para una mejor comprensión de los argumentos alegados.

Resulta estimulante comprobar que lo que se hacía en el reino de Nápoles llegaba a la corte española, proporcionando nuevas fuentes de transmisión del pensamiento newtoniano. Sarmiento, sin embargo, parece quedarse con los aspectos de la obra de Martino que le confirman en sus teorías. Así, resalta que para el profesor napolitano la Tierra está inmóvil y, en efecto, así lo afirma quien como tantos otros estaba sometido al poder de la Inquisición italiana, lo que no le impidió desarrollar una obra personal acorde con las conclusiones de los *Principia*.

Mañer, después del vapuleo erudito que le había propinado Sarmiento, tuvo todavía agallas para responder con el texto que pondría punto final a la disputa, al no tener réplica de sus antagonistas. Las respuestas del Padre Maestro y de su admirado discípulo habían pecado de intolerantes y de nada benévolas, rezumaban desde luego desprecio, y no es de extrañar que Mañer se sintiera ofendido y hostigado. En el *Prólogo* al lector, Mañer culpó a los dos benedictinos de estar tras las maniobras para impedir la publicación del *Crisol*, al igual, según decía, que habían intentado, “el P. M. con sus cartas, y el discípulo con sus visitas”, evitar la salida del tomo segundo del *Antitheatro*²¹⁴. La retórica de Mañer es la

²¹⁴ La licencia del ordinario y la aprobación del PM Cayetano Hontiveros son de junio de 1733; la aprobación de Fr. Joseph Manuel de Medrano, de diciembre de ese mismo año, la fe de erratas y las tasas, de marzo de 1734. Mañer, en el *Prólogo* al lector, se queja de que el juez de imprentas, el señor Arana,

misma que en sus anteriores producciones; consiste, al modo tradicional de argumentación, en defender su erudición y señalar lo que llama descuidos en el primer *Antitheatro*, errores en el segundo y falsedades en el *Crisol*, reproduciendo párrafos enteros de sus oponentes²¹⁵. Sin embargo, no era fácil competir con los conocimientos de Sarmiento ni, menos todavía, con el estilo directo y fresco de Feijoo, que presentaba a sus lectores una miscelánea de temas actuales aligerada de citas y referencias. Nuevos públicos más amplios, más diversificados, más protagonistas. No hubo reimpressiones de estas obras de Mañer que, no pudiendo negar el éxito de ventas del *Theatro*, atribuyó al “poco despacho” de la *Demonstracion* las alabanzas que le había dedicado el Padre Maestro²¹⁶. La realidad iba a contradecir a Mañer: la *Demonstración* fue reimpresa varias veces a lo largo del siglo.

La polémica entre nuestros tres personajes, más allá de sus contenidos físicos y matemáticos, nos permite atisbar el ambiente intelectual en que se desenvolvían los literatos afincados en la Corte en estos primeros años de la década de los treinta. La bien surtida Real Biblioteca les proporcionaba acceso a publicaciones periódicas y textos de adquisición costosa. En sus dependencias podían consultar las *Memorias* de los jesuitas, el *Journal des Savans*, la *Histoire de l'Académie Royale de Sciences* o las *Acta Eruditorum*, además de diccionarios y compendios, así como obras de los más conocidos filósofos. Allí se reunían los tertulianos para intercambiar pareceres, discutir escritos, elaborar réplicas y realizar consultas²¹⁷. En estos aspectos, tanto las revistas como la institución colaboraron de forma innegable a la circulación del conocimiento científico, aunque su apropiación estuviera constreñida por los principios cognitivos y filosóficos de los que partían sus lectores.

había pedido la revisión de la obra a instancias de cierto ministro. La sustitución de Arana por Juan José de Mutiloa facilitó la publicación que, no obstante, todavía se retrasó al tener que buscar una nueva imprenta, dado que el impresor que tenía previamente apalabrado se había echado atrás. Mañer señala a Feijoo y a Sarmiento como instigadores de estas artimañas. Campomanes, en la *Noticia* sobre Feijo, XXVI, recuerda que en el *Prólogo* del *Crisol* Mañer refiere las dificultades que encontró para obtener la licencia, con lo que parece dar por buena su versión.

²¹⁵ A veces da la impresión de que Mañer no entiende a su oponente. Afirma que Sarmiento pone a Huygens al lado de los que sostenían una Tierra alargada por los Polos: “Y añádase a esto, que siendo el sistema de Eisenschmid el mismo que el de Huguens (*sic*), y ambos el del P. M...”, Mañer, *Crisol...*, II, 611.

²¹⁶ “Como se reconoció desde los principios el poco despacho de la obra referida, fue necesario dar este nuevo reclamo para que se avivase la venta”, Mañer, *Crisol...*, I, *Prólogo* al lector, sn.

²¹⁷ Tanto Mañer como Sarmiento invitan a menudo a los lectores a que comprueben las referencias y citas en la Real Biblioteca.

8. El medio es el mensaje.

Los canales por los que discurre el relato de Feijoo —el libro impreso, la copia manuscrita, la correspondencia epistolar, la tertulia—nada tenían de innovadores en cuanto a la tecnología o los usos en que se sustentaban. Sin embargo, Feijoo dio a sus escritos un aire nuevo que captó de inmediato el interés de sus lectores. Algunos de ellos, los menos, como se ha visto, reaccionaron viva y prontamente en su contra, pero las ventas y reimpressiones dan fe del magnífico recibimiento de su obra, que no puede atribuirse sino a que su literatura amena e instructiva llenó el nicho del mercado editorial que requerían los tiempos. Su lectura no demandaba a sus seguidores unos conocimientos eruditos previos —lo que no quiere decir que no los tuvieran—, ni tampoco una atención concentrada que durara más allá de un discurso o una carta; el lector podía seleccionar el relato que le apeteciera y dejar para otro momento aquellos menos atractivos. Como dice Álvarez Barrientos: “No interesaba escribir, como Zapata, Martínez y otros autores del XVII, largos trabajos dirigidos a un público limitado, sino textos breves capaces de llegar a los lectores y “capturar” su opinión”²¹⁸. Las réplicas a los escritos de Feijoo ampliaban el eco de sus opiniones y suscitaban el deseo de conocer los argumentos del benedictino contra sus detractores, que en pocas ocasiones consagró su pluma a responderles directamente; le bastaban los prólogos para despacharse a gusto contra ellos.

Por otra parte, el revuelo causado en el país por la aparición de los primeros tomos del *Theatro* indica que Feijoo se distanciaba de las formas acostumbradas de comunicación, tanto por el estilo como por las materias tratadas, próximas ambas a obras de divulgación bien acogidas en el extranjero; los lectores a los que se dirigía no necesitaban la credencial de instruidos; formaban un público más amplio que el de los tratados tradicionales. Al mismo tiempo, la obra del benedictino ensanchó la esfera de opinión, que se vio enriquecida con nuevos participantes y temáticas. Sus escritos desencadenaron reacciones de todo tipo, tanto a favor como en contra, originando una literatura polémica que colaboró eficazmente al conocimiento de su obra y al de los pronunciamientos en ella contenidos²¹⁹.

²¹⁸ Álvarez Barrientos, *Benito Feijoo...*, 27. El proyecto educativo y cultural de Feijoo se vehicula según Álvarez Barrientos, mediante una composición literaria novedosa: “En los preliminares de su obra construye un modelo de escritor, de escritura y de relación que triunfará años después y que se ensayaba también en el resto de Europa. Recuérdese como Addison y Steele iniciaron lo que empezó Feijoo en España: la publicación en formato periódico de trabajos largos sobre materias hasta entonces gestionadas en otros tamaños, para otros lectores y con otra retórica, presentados de un modo más fácil y al alcance de los más posibles”, 22.

²¹⁹ Como dice Joaquín Álvarez Barrientos en «Benito Jerónimo Feijoo elabora su imagen como autor»,

Un tercer aspecto a señalar es el hecho de que Newton comienza a ser incorporado a las discusiones. Hemos visto que Sarmiento lo cita textualmente; lo conoce, no creo que fuera el único; otra cosa es que la obra del matemático contara en ese momento con el terreno apropiado para prosperar. La influencia francesa en el pensamiento de los modernos, la inmadurez –por no decir inexistencia– de los estudios matemáticos, el atraso económico, científico y cultural, la ausencia de instituciones de enseñanza competentes, la escasa vinculación durante el XVII a las modernas corrientes filosóficas, o el tardío despertar a la nueva conciencia europea, no facilitaban el conocimiento de la física que se proponía, discutía o practicaba allende los Pirineos en las décadas de los años treinta y cuarenta.

Como el mismo Feijoo nos dice e insiste en ello, su propósito era desterrar opiniones comunes, y lo hace desde la perspectiva de la ciencia moderna, para la que los entes y fenómenos de la naturaleza obedecen a unas leyes mecánicas objetivas. Por tanto, no hay que buscar descodificaciones que pongan de manifiesto propiedades ocultas o misteriosas; de ahí que desautorice la fábula, las supersticiones, los pronósticos, las adivinaciones, la magia o los sucesos tenidos por milagrosos en las tradiciones populares. Es obvio que sus escritos no pretendían ser unas lecciones o un tratado de física –por mucho que le gustara esta materia sobre la que nos cuenta que podría formar un tomo aparte por ser infinito el número de errores del vulgo²²⁰–, pero es consciente del prestigio creciente de las investigaciones que se llevan a cabo en otros países: dispone de publicaciones periódicas eruditas y tiene una surtida biblioteca, y sabe que el estudio de la naturaleza ha tomado un nuevo rumbo cuyos resultados se traducen en explicaciones que responden más convincentemente que la escolástica a las preguntas que en ese momento se consideran relevantes²²¹. Sabe también del atraso de la nación y de los “estorbos” al adelantamiento de las Ciencias y, en consecuencia, propone soluciones que pasan por el establecimiento de una Academia de Ciencias impulsada por el rey y bajo su

Anejos de dieciocho 5 (Spring 2019), 19-31:22 “Este apoyo de la dinastía y de la Corte —que no fue continuado— deja su eco en los epistolarios de los contemporáneos, que procuran hacerse con el favor del benedictino, pues una palabra suya vale mucho en una República Literaria en la que brilla como el sol. Feijoo vive en la periferia del reino pero está en el centro de la República y a él se dirigen quienes quieren hacerse un nombre. Se dirigen ya desde el lado positivo: consiguiendo su favor; ya desde el contrario, polemizando con él. Es líder y guía”.

²²⁰ Feijoo, *Theatro...*, I, *Prólogo* al lector.

²²¹ A su público no le interesan las cuestiones que pretende resolver la escolástica; son otros los cuidados: “Después de tanto razonar de los principios del Ente natural, de Causas, Acciones, Pasiones, Efectos, &c. si le preguntan al que gastó su calor natural en estos Tratados cómo se enciende el Fuego, cómo se disuelven las Nubes en agua, cómo fecunda esta a la Tierra, cómo se engendran, cómo se nutren las Plantas, se halla el pobre en densísimas tinieblas”, *TC* VII, D 13, *Lo que sobra y falta en la Física*, 308.

patrocinio²²². Por eso le interesa divulgar la nueva forma de entender la naturaleza y promover una cultura que tenga como guías la razón y la experiencia, siguiendo el modelo de la filosofía experimental, a la que ha dado su total beneplácito. A veces acomete esa labor presentando alguna cuestión física o matemática, o reflexionando sobre la filosofía natural; en otros momentos, se sirve de sus conocimientos en estos asuntos para pronunciarse contra supuestos milagros, creencias o supersticiones. Hay una explicación natural y racional que la física pone de manifiesto. El lector del *Theatro* y de las *Cartas* percibe retazos, noticias, anécdotas; descubre que los fenómenos que ha presenciado, las sensaciones que recibe o los cuerpos que le rodean –eclipses, cometas, mareas, el calor, el frío, el sonido, la luz, el agua, el fuego...– son objeto de estudio de los físicos, quienes aunque a menudo sostienen distintas opiniones sobre sus causas o su naturaleza, se basan en experimentos, en medidas, en cálculos. También accede a la doctrina más sobresaliente de Newton, la atracción gravitatoria, y sabe que el matemático inglés cuenta con muchos seguidores. Feijoo despierta la curiosidad, fomenta una aproximación autónoma y personal a todo tipo de sucesos, ofrece fuentes bibliográficas. En resumen, proporciona una cultura científica general esencialmente recreativa, y lo hace mediante aquello que mejor domina: su facilidad para comunicarse con el público mediante una forma de escritura que podemos calificar de periodística “avant la lettre”, al menos en España. Nuestro autor no aburre, intercala anécdotas que relajan la lectura, pone ejemplos que provocan la sonrisa²²³. Por eso no importan tanto los contenidos como el estado de opinión que logra crear. Feijoo es consciente del potencial expansivo que encierran el intercambio y el debate de hipótesis, ideas, doctrinas, resultados o prácticas

²²² En la carta XXXI del tomo tercero, *Adelantamiento de las Ciencias y Artes en España*, Feijoo justifica la utilidad y el provecho de sus escritos frente a los que los desprecian como curiosidades; va nombrando algunos de los *Discursos* que considera especialmente felices en cuanto a los beneficios que pueden reportar y hace una defensa del servicio que hacen las ciencias matemáticas y físicas. La carta se dirige a un “Excmo. Señor”, al que ruega que haga intervenir la autoridad del monarca para suprimir los estorbos de que habla. Dado que en la dedicatoria al rey Fernando VI se aplauden los programas de gobierno destinados a sacar a España de la postración –fortificar puertos, construir arsenales, crear fábricas, establecer instituciones de enseñanza de náutica, artillería y cirugía, abrir acequias, mejorar los caminos, impulsar el comercio, traer extranjeros, ordenar la Hacienda– y que Feijoo se reconoce deudor del Ministro de Estado José de Carvajal y Lancaster (1698-1754) por los beneficios que le ha concedido, entre otros el permiso del rey para dedicarle el libro, es más que posible que en su carta se refiera al ministro, más teniendo en cuenta que Carvajal había participado en la creación y aprobación de varias academias y, en particular, en la de San Fernando.

²²³ “Enfundado en esta Física experimental, tengo por sin duda, que padecerá mucho menos calor puesto al Sol uno que vista de blanco que otro vestido de negro; y así viajará con menos incomodidad por un gran Sol un Religioso Mercedario que un Monje Benito”, *CE* I, C II, 39. El hábito negro era el que vestía Feijoo y, al escoger precisamente este ejemplo, establecía una complicidad con el lector.

experimentales, y sabe ver en las nuevas facilidades para la circulación del conocimiento una ventaja para el avance de la ciencia²²⁴.

Uno de los objetivos de su empresa de divulgación, y su primer efecto, es implantar en la esfera pública el debate sobre el estudio de la naturaleza. En el *Theatro* Feijoo organiza el texto mediante “discursos”, voz a la que el *Diccionario de Autoridades* da diferentes acepciones. Entiendo que en nuestro caso puede tomarse por “razonamiento, plática o conversación ponderada y dilatada, sobre alguna materia”, y también en el sentido de “tratado o escrito, que contiene varios pensamientos y reflexiones sobre alguna materia, para persuadir o ponderar algún intento”, pues ambos aspectos se encuentran en dicha obra, en la que el escritor discurre y se expresa. En las *Cartas* adopta el género epistolar: hay un saludo al corresponsal y una respuesta a la demanda que este le ha hecho. En su relato Feijoo incorpora ahora al público y le da protagonismo. Son dos formas de acercarse al lector, instruyendo y deleitando²²⁵. En alguna que otra ocasión se atreve a dar un carácter más erudito a sus explicaciones²²⁶.

El hecho de que fuera un fervoroso partidario de la indagación de la naturaleza mediante la física experimental poco nos dice sobre lo que entendía por experiencia o experimento; hemos visto que era un rendido admirador de Bacon, pero no analiza su método ni lo expone; simplemente lo alaba, como hace con Boyle, que es su modelo en los discursos del *Theatro*. No era una novedad, cuando aparecieron los primeros tomos del *Theatro*, reivindicar la experiencia como guía y criterio del conocimiento de los seres y fenómenos naturales, pero sí lo era ilustrar con prácticas concretas los procedimientos experimentales, y no me refiero a la descripción del experimento de Torricelli o los

²²⁴ “Una ventaja no puede negarse a los modernos para adelantar más que los antiguos en todo género de Ciencias; pero debida no a la habilidad, sino a la fortuna. Esta consiste en la mayor oportunidad que hay ahora de comunicarse mutuamente los hombres, aun a Regiones distantes, todos los progresos que van haciendo en cualesquiera Facultades. El mayor comercio de unas Naciones con otras, y la invención de la Imprenta hicieron a nuestro siglo este gran beneficio”. Feijoo, *TC* IV, D 12, *Resurrección de las Artes y Apología de los Antiguos*, 283.

²²⁵ A las objeciones de algunos sobre que se escribiera sobre “curiosidades”, responde: “No será mejor entretener a los circunstantes con los experimentos de la Máquina Pneumática, o con los de la virtud Eléctrica, que con los desórdenes que hubo tal día en el paseo; con las borracheras que hubo en tal romería; o con los infelices efectos que produjo un desigual casamiento? ¡Oh! que bastantes Libros tenemos por acá en que ocupar agradablemente el tiempo. Si se habla de Libros de Comedias y Novelas, bastantes hay. Pero esos Libros son nocivos para muchas personas, especialmente para jóvenes de uno y otro sexo. Doy que no lo sean. No será mejor sacar de la lectura, sobre el deleite de gozarla, alguna Noticia Física, Astronómica, Botánica, Geográfica, de Historia Natural, &c. que es un bien algo estable y duradero, que el deleite solo de la lectura, que únicamente tiene la existencia pasajera de uno u otro rato?”, *CE* III, C XXXI, *Adelantamiento de las Ciencias y Artes en España*, 390.

²²⁶ En la *CE* I CI, 1 dice que va a dar como respuesta una especie de “Tratadillo curioso de Física sobre los cuatro Elementos [...] algunas observaciones nada Vulgarizadas y otras tan particulares o propias de mi atención, que inútilmente las buscaría en los libros”.

llevados a cabo en la máquina neumática, –ya detallados en otros textos– sino a diseños menos difundidos que nuestro autor seleccionaba las más de la vez de la *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, como los relativos a los espejos ustorios, a la relación entre la intensidad de la luz solar y la lunar según el método de Bouguer, o los relativos a la difracción de la luz, por aportar unos ejemplos. A estas descripciones adjunta los datos numéricos y los cálculos correspondientes, los resultados y sus consecuencias, transmitiendo la imagen de que la física experimental es cuantitativa y precisa; cosa distinta es lo que se averigua con esa metodología.

Como ya se ha dicho, no les faltaba razón a los que acusaban a Feijoo de no ser docto en física y matemáticas, pero esa falta de dominio no desmerece su labor ni su figura. Comete errores propios de lo que es, un aficionado autodidacta, pero no se equivoca al percibir la potencia de los nuevos desarrollos en esos campos, ni tampoco yerra en la necesidad de que sean conocidos y valorados por la opinión pública. La importancia de la obra de Feijoo no reside en su contenido, insisto en algo que es bien conocido, su transcendencia está en el continente. Se puede decir de Feijoo lo que los Padres de Trévoux dijeron de Voltaire, salvando las distancias que separan los *Éléments de la Philosophie de Newton* –donde se expone informadamente y con conocimiento de causa el sistema de Newton– de la obra feijoniana, que solo trata a grandes rasgos y superficialmente de los aspectos más conocidos del autor inglés: “Rien ne prouve mieux l’efficacité tranchante de la parole, et la supériorité d’un homme que sait la manier [...] Newton était un secret [...] M. Voltaire parle enfin et aussitôt Newton est entendu ou en voie de l’être”²²⁷.

9. El lector modelo.

Imaginemos por un momento al que podría ser el lector modelo de Feijoo y de los papeles periódicos. Lo voy a personificar en la figura de D. Antonio Jacobo del Barco (1716-1784), aunque no tengo constancia de que fuera seguidor de Feijoo. Este catedrático de Filosofía y vicario de Huelva, Socio de la Academia Sevillana de las Buenas Letras, publicó en el Tomo XIV de los *Discursos Mercuriales* de Enrique de Graef (1710-¿?) una carta en el que describía el terremoto del uno de noviembre de 1755, el famoso terremoto de Lisboa que también afectó a Huelva. Del Barco se preguntaba por “las causas del te-

²²⁷ *Mémoires de Trévoux*, agosto 1738, 1673-74.

remoto, su duración, sus diversos movimientos, su principio, su centro, de donde se disparaba aquella formidable tempestad subterránea, sus pronósticos y efectos, si fue natural y otras mil cosas”²²⁸, todo un programa que podemos designar como científico. Del Barco proponía sus propias explicaciones, basadas como decía en la razón, atribuyendo exclusivamente a causas ordinarias el terrible fenómeno y denunciando la credulidad del vulgo que tomaba por anuncios del cielo las catástrofes naturales²²⁹. Tras la narración de los sucesos acaecidos pasaba a explicar el origen de los terremotos mediante la comparación con las explosiones en las minas y los culetazos que se producían al disparar un fusil: el azufre, el nitro y el betún de la pólvora, al incendiarse, provocaban que el aire contenido en la misma se expandiera por soltarse los “fortísimos muelles”; de igual modo ocurría en la tierra, donde accionado un fuego por la “fermentación de las partículas de nitro”, el almacén de los productos que formaban la pólvora estallaba dando lugar al terremoto. A partir de ahí pasaba a esbozar mediante analogías una hipótesis sobre las causas de los flujos y reflujos regulares, poniendo en cuestión que en la Luna residiera la razón de las mareas²³⁰. Después exponía la opinión de los cartesianos sobre el empuje que ejercía nuestro satélite sobre la materia celeste, y ésta sobre los mares, y seguía a continuación con la recíproca atracción de los newtonianos, para pasar más tarde a dar los argumentos habituales en su contra. Para el catedrático, estas doctrinas eran unos recursos semejantes a los de los aristotélicos cuando se auxiliaban de las cualidades ocultas para explicar lo que no sabían. El hombre juicioso, decía del Barco, se contentaba con buscar los efectos, no las causas cuando estas eran inaveriguables, y así actuaba la filosofía experimental, aunque no descartaba que los efectos ayudasen a establecer teorías verosímiles o probables sobre los fenómenos naturales. El escepticismo marca como vemos las reflexiones del vicario, que consideraba ilusoria la confianza que algunos filósofos tenían en ciertos experimentos con los que pensaban que habían desentrañado los arcanos de la naturaleza; a menudo otras experiencias venían a demostrar que estaban engañados. En el caso del flujo y reflujo del océano, adelantaba la posibilidad de que la causa fuera el fuego interno de la Tierra, el mismo que causaba los terremotos, pero sin su violencia, pero terminaba afirmando que se ignoraba en realidad la causa de este fenómeno que reputaba admirable. El vicario remitía al P. Losada, y es posible que su conocimiento de las teorías modernas proviniera de la lectura del docto jesuita. No será esta la única vez que del Barco publique

²²⁸ *DM* XIV, 566.

²²⁹ *Ibid.*, 602-603.

²³⁰ *Ibid.*, 596-597.

en los *Discursos*. En el tomo XIX volvió a escribir, indignado por las afirmaciones hechas por Rousseau en la disertación que había sido premiada por la academia de Dijon. El filósofo suizo ponía a España como muestra de que, “las costumbres más estimables y las cualidades más sólidas pueden nacer y conservarse sin el concurso de las Ciencias y las Artes”²³¹, es decir, como ejemplo de ignorancia. Del Barco se quejaba de la escasez de noticias que daban los papeles extranjeros sobre las obras literarias y artísticas producidas en España y del poco crédito que merecía el país allende nuestras fronteras; con el propósito de reivindicar la imagen del reino, dedicaba su discurso a recordar las aportaciones españolas a la cultura universal. El capellán reconocía que la práctica de la filosofía experimental, la única que merecía el nombre de Filosofía, había llegado a España con retraso, pero que de unos años a esa parte se había “tomado ya el gusto a esta deliciosa senda, por donde más nos acercamos a la verdad”²³²; rechazaba igualmente que se calificara a los españoles de sectarios de Aristóteles, pero, al mismo tiempo, decía no entrar en guerras filosóficas, si bien, al igual que Feijoo, terminara salvando la filosofía de Aristóteles, en la que él había sido formado²³³.

Del Barco se nos presenta como un hombre interesado en la ciencia moderna, de la que tiene un conocimiento somero, producto probablemente de lecturas de carácter divulgativo. Es partidario de la filosofía experimental, pero escéptico en cuanto a sus posibilidades explicativas, que tampoco concede a los sistemas. Adopta una postura ecléctica, fue muy favorecida en España por los modernos, y que responde, en gran medida, al rechazo de las disputas de las Escuelas, y a una cierta pereza intelectual que encuentra en el escepticismo y en la descalificación de las corrientes filosóficas, una coartada conveniente para evitar el compromiso de un análisis profundo de las mismas.

10. A modo de recapitulación.

La evolución del pensamiento de Feijoo en relación a las ciencias físicas corre en paralelo a la percepción que de ellas se fue teniendo en España. Comparte con autores como Berni, Piquer, Martín Martínez o los redactores de *DLE* su aproximación ecléctica

²³¹ *DM* XIX, 983.

²³² *Ibid.*, 989.

²³³ “...Sistema por sistema, tan dudoso, por lo menos, es el Cartesianoismo, el Atomismo, el Newtonianismo como el Peripatetismo. Demuestren primero, que se ha decidido la Vitoria a favor de Descartes, Maignan, o Newton; y que alguno de estos Monsieures se ha hecho dueño de los tesoros, que hay en el campo de la naturaleza, y verán cuántos desertores de Aristóteles aumentan cada hora sus Ejércitos. En el Ínterin dejen a cada Filósofo que guarde fidelidad a la Escuela, donde sentó plaza: y consideren atentamente que para el estudio de la Teología Escolástica, que es el más común en España, es indispensable el de la Filosofía Aristotélica, porque ese es el Idioma, en que se explica esta Sagrada Facultad”, *DM* XIX, 990.

y experimental. En los primeros tomos del *Theatro* el benedictino expone y refuta la filosofía cartesiana, pero a medida que avanza el siglo acepta el sistema mecánico como el más apto para explicar los fenómenos y la composición de los entes naturales, aunque sin renunciar explícitamente a la materia y forma aristotélica. Estos temas dejan de aparecer en sus escritos hacia 1745, año de publicación del segundo volumen de las *Cartas eruditas*; no abandona, sin embargo, las reflexiones filosóficas y, por tanto, Descartes no dejará de asomarse en la obra. Esto no quiere decir que Feijoo se afilie a ningún sistema, es ecléctico y escéptico y, sobre todo, lo único que le convence es la física experimental, cuya capacidad para obtener conclusiones y leyes mediante los métodos apropiados reconoce en sus últimas obras. Para entonces se habían traducido las obras de Nollet y Pluche y los experimentos habían ganado consistencia material: no eran solo unas experiencias impresas en octavo o en cuarto, había instrumentos e incluso se realizaban prácticas en lugares escogidos.

Feijoo traslada a sus escritos las contradicciones entre lo que le dicta su razón y lo que dice la Iglesia respecto del sistema copernicano; nunca termina de decidirse a dar una respuesta taxativa sobre cuál es el sistema del mundo: la amenaza de la Inquisición se cernía sobre cualquiera que avalara el movimiento terrestre, como probará en sus *Observaciones*, aunque afortunadamente no en sus carnes, Jorge Juan. No era, ni mucho menos, el único partidario de Copérnico que había en el país, pero su condición de religioso le impedía pronunciarse con claridad. Esa insistencia en la configuración de los cielos tenía una importancia capital para la aceptación de la física moderna, como también la tenía la denuncia del escolasticismo, y Feijoo lo sabía, a pesar de afirmar que no se interesaba por el sistema copernicano

Viene siendo tradicional asignar a Feijoo un papel preponderante en la divulgación de la física experimental y en la introducción de Newton en España. En mi opinión habría que matizar el alcance de su obra. La presencia de Newton se hace más frecuente en las *Cartas eruditas* –ya en las décadas de los cuarenta y cincuenta, y para entonces la física newtoniana había sido recibida en la península por otros medios– y, aunque habla del “caballero inglés” en algún tomo del *Theatro* –sobre todo en el quinto, cuando trata el tema de la luz–, estas primeras menciones tienen poca sustancia: mucho mayor conocimiento despliega Sarmiento en la defensa de su amigo frente a Mañer. El nombre de Newton aparece seis veces en el *Theatro*, mientras que lo hace al menos doce en las *Cartas*, siendo el número de páginas de esta obra prácticamente la mitad de las del

Theatro. Feijoo sabe de Newton por las publicaciones periódicas, por Fontenelle y por S'Gravesande, en concreto cita su *Philosophiae Newtonianae institutiones in usus academicus*. Su actitud hacia la atracción es, como es habitual en él, pragmática, no le importa desdecirse: si anteriormente había defendido la necesidad de la comunicación del movimiento por contacto, ahora no le parece necesario, acudiendo al argumento del primer impulso dado por Dios a los cuerpos y a su libre voluntad para establecer las leyes de la naturaleza. Lo que importa es saber qué leyes funcionan mejor y, en la comparación de unas con otras, las de Newton, según la mayoría de los filósofos, son más acertadas, y a eso se atiene Feijoo. Al mismo tiempo, la filosofía newtoniana es experimental, pues no es producto de principios *a priori*, sino basada en la observación, con lo que nuestro autor puede rebajarle el calificativo de sistema. A pesar de estas manifestaciones tan favorables, el Padre Maestro se abstiene de declararse newtoniano.

¿Es Feijoo el introductor de Newton en España? Habría que precisar primero qué significa “introductor de Newton” o de la filosofía newtoniana, una cuestión que recorre demasiados caminos que se bifurcan para abordarla ahora. Nombrar a Newton elogiosamente, presentarlo como un genio de vuelo inalcanzable, exponer someramente algunas de sus ideas más fecundas, aceptar la atracción al modo de los filósofos newtonianos holandeses no constituye, en mi opinión, introducir a Newton o el newtonianismo en cualquiera de sus múltiples interpretaciones. Dicho lo cual, no puedo ni debo restar mérito al fraile benedictino en su campaña mediática en favor de la física newtoniana. Feijoo utiliza sus mejores armas para crear una corriente de opinión favorable a la física newtoniana y, en concreto, hacia la atracción gravitatoria: confiesa que no la conoce bien—como la mayoría de sus lectores—, pero subraya que es aceptada en otros países por los filósofos más prestigiosos. Además, nada hay en la filosofía de Newton que repugne a Feijoo, pues parte de principios deducidos de la observación y no, como Descartes, exclusivamente de la razón. Al fin y a la postre, el newtonianismo que defendía Feijoo resultaba menos peligroso y revulsivo que el cartesianismo; se ceñía a ciertas materias físicas y los reparos levantados contra la filosofía del caballero inglés desde el mecanicismo podían ser bordeados con el pragmatismo que habían puesto en escena los newtonianos holandeses; de hecho, la dificultad mayor que Feijoo encuentra en el sistema de Newton es que daba carta de naturaleza al de Copérnico. Por añadidura, Newton es un físico que realiza cuidadosos experimentos, como los que le han llevado a la descomposición de la luz; es el sucesor de Bacon, tan admirado por los modernos españoles; personas de altísimo rango se declaran newtonianos. La carta de un personaje

tan importante de la Corte, vástago de la familia de los Pico –cuyo miembro más renombrado era Juan Pico de la Mirandola (1463-1494)–, que se declara partidario de Newton, era un reclamo que Feijoo no podía dejar escapar: la física newtoniana contaba con el beneplácito de la gente de calidad, lo que indirectamente daba a sus escritos una autoridad adicional debida a la alcurnia de sus corresponsales. Otras personas de ascendiente científico y religioso, los jesuitas Noceti y Boscovich, se habían pronunciado newtonianos, y esa doctrina se enseñaba en el Colegio Romano. Cuando un autor logra imprimir un número tan elevado de ejemplares durante el siglo XVIII²³⁴, es evidente que sus opiniones eran muy tenidas en cuenta y su influencia enorme. Feijoo colaboraba a la mayor aceptación de la física newtoniana dándola a conocer a sus numerosos lectores, mientras que él mismo había ido modificando su pensamiento como consecuencia de los cambios que se habían producido en la sociedad de su tiempo.

La misión que se impone Feijoo no es la de divulgar la filosofía moderna, su propósito es otro: busca inducir una aproximación a los distintos órdenes de la existencia guiada por una opinión libre de prejuicios, basada en el propio juicio, fruto de la observación imparcial y del ejercicio de la razón. La ciencia que le convence y que lleva a la esfera pública tiene precisamente esas características –así lo ve al menos nuestro monje–, es el ejemplo que demuestra cómo la aplicación de observación y razón conducen al mejor conocimiento de la naturaleza y a beneficios para la sociedad. Los *novatores* y sus adversarios se habían enzarzado en debates y discusiones que habían tenido repercusión en el mundo literario; Feijoo extiende ese espacio restringido de los llamados literatos a un público mucho más amplio, dilata el radio de acción de la esfera pública y propicia una opinión afín a la que se busca desde el poder. La física se ha incorporado al escenario donde se desenvuelve la acción del *Theatro*: la vida en sociedad.

En el periodo que va de 1742 a 1760, años en los que se publicaron las *Cartas eruditas*, las ciencias físicas habían progresado notablemente en España, teniendo en cuenta el punto de partida: habían aparecido las *Observaciones* de Jorge Juan; se impartía física experimental en el Seminario de Nobles, que contaba con un gabinete bien surtido de instrumentos y máquinas; se habían traducido las *Leçons* de Nollet y la obra del abate Pluche; en las Escuelas y Academias militares se consolidaba la formación matemática; se había creado y dotado el Observatorio de Cádiz; la filosofía natural iba incorporando

²³⁴ Abellán, *Historia crítica...*, III, 493, recoge en nota al pie que según Sempere y Guarinos se hicieron quince ediciones de las obras de Feijoo hasta 1786 y que Gregorio Marañón calculaba que se imprimieron más de 400 000 ejemplares a lo largo del siglo.

elementos de las ciencias físico-matemáticas y de la física experimental. Estas y otras iniciativas son algunos de los signos que atestiguan la voluntad de modernización y el papel que se concede a la ciencia moderna en ese proyecto. Feijoo pudo plantear en ese contexto cuestiones más atrevidas: el sistema de Copérnico, la atracción gravitatoria. En este proceso de divulgación jugaron un papel importante las publicaciones periódicas extranjeras, a las que acudía el benedictino asiduamente y que le permitían estar al tanto de lo que ocurría en Europa.

Los textos estudiados en el capítulo anterior, aunque dirigidos al público general, aspiraban sin duda a tener un reconocimiento académico. Trataban exclusivamente de física, una materia que no había despertado por estos lares un entusiasmo arrollador. En los escritos de Feijoo la física aparecía al costado de otros asuntos; pero precisamente, el que figurara en esa miscelánea de temas hacía que la labor de nuestro autor fuera mucho más eficaz a la hora de incorporar las nuevas formas que tomaba el conocimiento de la naturaleza al ámbito de los intereses de sus lectores. Los *Discursos* y *Cartas* eran una lectura breve, que no exigía mucho tiempo y que podía dejarse o tomarse a conveniencia del lector; estaban escritos en un lenguaje directo, sencillo, casi coloquial, y ocupaban un número de páginas que permitía su lectura en voz alta para otros, propiciando posiblemente la discusión de su contenido. El recurso de dirigirse directamente al lector o el de redactar sus *Cartas* en respuesta a las preguntas de un corresponsal sacaba al público del anonimato, le confería una identidad propia al convertirlo en un interlocutor del escritor. El utilizar paradojas físicas y matemáticas que contradecían lo que se tenía por sabido servía para dar explicaciones físicas basadas en la observación y en los experimentos; preguntarse por fenómenos cotidianos –¿Por qué sube la llama?, ¿Es el aire diáfano? ¿Por qué el agua disuelve las sales? ¿Cuánto calienta la Luna?– tenía una intención recreativa y alentaba la búsqueda de explicaciones físicas de los sucesos naturales, fueran estos extraordinarios o habituales; transcribir experimentos cuantitativos tomados de las *Memorias de la Academia Real de Ciencias* daba a la física experimental un aura de rigor y de prestigio; mencionar como partidarios y practicantes de la física moderna y experimental a personajes importantes, religiosos respetados, filósofos que gozaban de gran autoridad y renombre, contribuía a asentar en el imaginario colectivo la verdad de esas propuestas; ridiculizar a los escolásticos mediante fábulas y tildarlos de ignorantes e inmovilistas hacía atractivos a sus adversarios. Feijoo, a diferencia de muchos de sus contemporáneos, no pontifica, examina desde varias perspectivas sus planteamientos, expresa sus reparos, intenta convencer mediante argumentos. Todo un

conjunto de recursos pone en acción el Rvdo. Padre Maestro conducentes al descrédito de la filosofía imperante en los claustros, a la denuncia de las creencias mágicas o milagrosas, a la censura de la aceptación irreflexiva de la autoridad de los antiguos. Y, en contraposición, Feijoo plantea unas estrategias discursivas dirigidas a resaltar los méritos de la física experimental, las virtudes de la observación y del uso de la razón y la actitud abierta y reflexiva hacia los nuevos conocimientos.

CAPÍTULO III: Publicaciones periódicas. 1ª Etapa (1738-1759).

1. Introducción.

Las publicaciones periódicas como fenómeno literario, cultural y sociológico, han suscitado desde sus inicios el interés de los historiadores. Para nuestros propósitos consideraremos que la aparición del *Journal des Savans* en 1665 es el punto de partida de la prensa europea. En un corto espacio de tiempo le siguieron publicaciones tan prestigiosas como *Philosophical Transactions* (1665), *Acta Eruditorum* (1681), *Nouvelles de la République des Lettres* (1684) o *Bibliothèque universelle et historique* (1686)¹. Antes de la fecha señalada abundaban en toda Europa almanaques, panfletos y hojas de noticias de todo tipo, muchas de ellas clandestinas, pero los periódicos que nos interesan, los llamados periódicos eruditos y de noticias, se consolidaron en el último tercio del seiscientos, convirtiéndose en pocos años en un decisivo instrumento de intercambio y transmisión de las ideas ilustradas y de los descubrimientos científicos².

En España no se puede hablar propiamente de prensa hasta bien entrado el setecientos, aunque ya desde finales del siglo XVII se imprimieron numerosas gacetas en diversas ciudades de la península y a partir de 1661 comenzó a publicarse la *Gaceta* de Madrid. Como dice Paul Guinard, no se daban las condiciones favorables para el desarrollo de una prensa viable: un cierto nivel económico y cultural, un público receptor, unas estructuras técnicas y organizativas que facilitasen la producción, una red de comunicaciones apta para la distribución de los ejemplares y una mentalidad tolerante por parte de las instituciones políticas y religiosas del Estado³. Siguiendo a M^a Dolores Sáiz podemos hacer un breve resumen de los distintos episodios y avatares que sufrieron los papeles periódicos a lo largo del setecientos⁴.

¹ De 1710 es la historia de los periódicos de Burkhard Gotthelf Struve (1671-1738) insertada en su *Supplementa ad notitiam rei Litterariae & usum bibliothecarum, accessit oratio de meritis Germanorum in historiam*. Anterior a ella es la obra de Christian Juncker (1668-1714) *Schediasma historicum, De Ephemeridibus Sive Diariis eruditoru, In Nobilioribus Europae partibus hactenus publicatis* (1692), sobre revistas y periódicos eruditos. Más conocida es la obra de Denis-François Camusat (1697-1732) *Histoire critique des journaux*, de 1734.

² Para un estudio de los orígenes de la prensa véase Georges Weill, *El Periódico: Orígenes, evolución y función de la prensa periódica* (Sevilla: Comunicación social ediciones y publicaciones, Pedro J. Crespo, editor, 2007), 19-99.

³ Paul Guinard, *La Presse Espagnole du 1737 à 1791. Formation et signification d'un genre* (Paris: Centre de Recherches Hispaniques. Institut d'études hispaniques, 1973), 14.

⁴ M^a Dolores Sáiz, M^a Cruz Seoane, *Historia del periodismo en España. Los orígenes. El siglo XVIII* (Madrid: Alianza Universidad Textos, 1983), 87-90.

2. Nacimiento y desarrollo de las publicaciones periódicas en España.

La primera etapa, marcada por una escasa producción, alumbró la llegada en 1737 del que viene siendo considerado como el primer periódico español propiamente dicho, se trata del *Diario de los Literatos de España*, del que nos ocuparemos más adelante. Poco tiempo después, en 1738, comenzó a editarse el *Mercurio histórico y político*, compuesto inicialmente por traducciones del *Mercurio de la Haya* realizadas por Salvador Mañer, fundador del periódico; en 1756 se convirtió de hecho en un boletín oficial al anexionarse la Corona el privilegio de impresión de su cabecera, que cambió a *Mercurio de España* en 1784. Un año más tarde, en 1739, Mañer y Antonio María Herrero sacaron el *Mercurio Literario*, obra periódica mensual de la que no se imprimieron más que cinco volúmenes, el último de ellos en marzo de 1740. De esta época son también las *Ephemerides barométrico-médicas*, editadas por la Sociedad Médico-matritense. Poco provecho tiene para nuestros propósitos algunos papeles más de corta vida e influencia.

A estos primeros balbuceos sucede lo que Guinard ha llamado la “primera edad de oro” del periodismo español. Estamos en el periodo comprendido entre 1750 y 1770 en el que ven la luz los *Discursos Mercuriales* (1752- 1755) de Enrique de Graef; el *Diario noticioso, curioso, erudito y comercial público y económico* fundado en 1758 por Francisco Mariano Nipho (1719-1803), una figura capital en la historia del periodismo de la época. Nipho fundó numerosos periódicos y fue el primero en publicar un diario y en establecer en 1760, con su *Caxón de Sastre*, el procedimiento de suscripción⁵. A este periodo pertenece igualmente el influyente medio de José Clavijo y Fajardo titulado *El Pensador* (1762-1765).

Durante la década siguiente la actividad periodística se vio restringida por las normas emanadas del Consejo de Castilla, recuperándose sin embargo a partir de 1780. A esta época brillante— “segunda edad de oro” para Guinard— pertenecen publicaciones como el *Memorial Literario* (1784), el *Correo de los Ciegos* (1786), el *Espíritu de los mejores diarios literarios que se publican en Europa* (1787), el *Diario de Madrid* (1788) y el más relevante de todos ellos por su incisiva crítica social y de costumbres, el *Censor* (1781-1787) de Luis María García Cañuelo. La entrada en vigor de la Real Resolución de febrero de 1791 por la que se prohibieron todos los periódicos, a excepción del *Mercurio*, la *Gaceta* y el *Diario de Madrid*, supuso para la mayoría de las publicaciones el cierre defini-

⁵ Sobre Nipho véase el estudio de Luis Miguel Enciso Recio, *Nipho y el periodismo español del siglo XVIII* (Valladolid: Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones, 1956).

tivo, si bien algunos retomaron su labor al levantarse la proscripción en tiempos de Godoy. El gobierno de Floridablanca pretendía con esta medida controlar los flujos de información sobre los sucesos y manifiestos revolucionarios procedentes de Francia.

3. Rasgos distintivos de la prensa española.

La bibliografía sobre la prensa española en el siglo XVIII es abundante. Aparte de los tratados enfocados al periodismo propiamente dicho, los papeles periódicos de esa época han sido analizados desde la crítica literaria, los estudios de género, la economía política, el derecho o la divulgación y comunicación de la ciencia⁶. A los trabajos ya mencionados de Paul Guinard y de M^a Dolores Sáiz podemos añadir, sin pretender ser exhaustiva, los de Francisco Aguilar Piñal, François Lopez, Inmaculada Urzainqui, Joaquín Álvarez Barrientos, Luis Miguel Enciso Recio o Elisabel Larriba, todos ellos dedicados al caso español. Estos y otros estudiosos irán apareciendo en las notas y referencias que acompañan a este trabajo. Las catalogaciones realizadas sobre el material existente en la *BNE* y en las hemerotecas de diversas ciudades, así como los inventarios y recopilaciones bibliográficas, tanto institucionales como privadas, nos permiten hacernos una idea del número de papeles que consiguieron la licencia de impresión durante el periodo considerado, y de aquellos a los que se negó⁷. El acceso a las publicaciones del setecientos viene enormemente facilitado por la digitalización a que han sido sometidas las más representativas. La Hemeroteca Digital y la Biblioteca Digital Hispánica del portal de la *BNE* me han facilitado la consulta de la mayor parte de los impresos periódicos que he necesitado⁸. La exploración de diarios y revistas extranjeras ha sido posible gracias a *Gallica* o *Le Gazetteur universel*.

Antes de entrar en materia conviene precisar algunas características comunes de los periódicos dieciochescos, de sus lectores y de sus editores. Los rasgos singulares que hacen de la prensa un nuevo género literario diferenciado de la literatura por entregas

⁶ Existen revistas especializadas en el tema, como *El Argonauta Español*, cuya consulta puede hacerse en <https://argonauta.revues.org/?lang=es>.

⁷ Para un repertorio de catálogos y publicaciones véase la obra de M^a Dolores Sáiz citada o la de Antonio Algaba Calvo, «La difusión de la innovación. Las revistas científicas en España 1760-1936», *Scripta Nova*, 69 (2000), 17. Sobre la historiografía del periodismo científico véase Mavi Corell Doménech, Víctor Navarro Brotons, «Prensa y periodismo científico», en Juan José Fernández Sanz, *Doce calas en la historia de la prensa española especializada* (Guadalajara: Asociación de la Prensa de Guadalajara, 2004): 53-83. Aguilar Piñal registra 166 títulos publicados y 66 que no vieron la luz por problemas con la censura, pero cuyo rastro se encuentra en los expedientes del Consejo de Castilla, Francisco Aguilar Piñal, *La prensa española en el siglo XVIII. Diarios, revistas y pronósticos* (Madrid: CSIC, 1978).

⁸ A la hora de estudiar algunas publicaciones que no aparecen digitalizadas, el texto mencionado de Aguilar ofrece las instituciones en que se pueden consultar.

residen en principio en su vinculación a novedades o acontecimientos recientes, sean estos históricos o literarios. El propósito de estos “papeles” era el de convertirse en obras periódica cuyo término no estuviera fijado de antemano y, principalmente, en ser una lectura dirigida a un público de gustos variados e intereses culturales heterogéneos. Frente a otros impresos se caracterizaban por ser una forma de comunicación novedosa, facilitada por la mejora de los transportes, su precio asequible y su formato pequeño; estamos ante un instrumento orientador y creador de opinión que abre un espacio de diálogo, crítica y participación a sus lectores; que, así mismo, propicia un foro para la discusión e intercambio las ideas y que amplifica mediante la traducción, el préstamo, la conformidad o la repulsa los contenidos de otros papeles.

3.1 El sujeto “público.

El sujeto “público”, que será a la postre el que valore la obra se convierte, como dice Elisabel Larriba, en interlocutor de los publicistas, que invitan a sus lectores a participar en la construcción del periódico mediante sus juicios y apreciaciones, mediante sus memorias, disertaciones, avisos, papeles, cartas o juicios⁹. Así lo pregonaba el *Diario de los Literatos de España*¹⁰; unas décadas más tarde el *Correo de los Ciegos* o *Correo de Madrid* abrirá sus puertas a los lectores, y ya en los primeros números tenemos ejemplos de la respuesta que encontró esa llamada, bien en forma de cartas aisladas bien en forma de colaboraciones habituales, como las del médico y poeta Manuel Casal (1751-1837), que se firmaba con el anagrama *Lucas Alemán*, o las del militar ilustrado Manuel de Aguirre (¿?-c.1800), que utilizó el seudónimo de *El Militar Ingenuo*. Autores reconocidos –Leandro Fernández de Moratín, Juan Pablo Forner, Tomás de Iriarte o Juan Meléndez Valdés– escribieron en el *Correo*, y cupo al periódico el honor de dar a conocer las *Cartas Marruecas* y las *Noches lúgubres* de José Cadalso tras su prematura muerte¹¹. El mismo

⁹ Elisabel Larriba, *El público de la prensa en España a finales del siglo XVIII (1781-1808)* (Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza, 2013), 23.

¹⁰ El *Diario* se ofrece a publicar “cualesquiera Tratados, Proyectos, Memorias, o Disertaciones manuscritas que sus Autores quisieren comunicar al público [...] Hallarán asimismo recurso en nuestro Diario cualesquiera Apologías, en consideración de que muchos Autores dejan de dar la satisfacción conveniente por no formar Libro de una justificación, que se reduce a pocas líneas”, *DLE I*, Introducción, 17-18.

¹¹ En el *Prólogo* al tomo segundo dice el editor: “En obsequio de la verdad debo decir, que no todas las piezas que se publican en este Correo, son fruto de mi trabajo; son muchos partos de ilustrados entendimientos, que llevados del patriotismo me favorecen remitiéndomelas, sin que en las más tenga yo el trabajo de retocar la menor cosa”. <http://fondosdigitales.us.es/fondos/libros/3807/498/correo-de-madrid-o-de-los-ciegos/> [Consulta 21/XI/2017]

Correo dice que “nos favorecen con sus escritos muchas personas”¹², de hecho, se recogieron en este medio réplicas y contrarréplicas y se dio cabida a polémicas encendidas que dibujaban una sociedad, o al menos una parte de ella, comprometida y preocupada por los problemas de su tiempo y dispuesta a airear sus afinidades y diferencias públicamente¹³. A una carta al editor contestaban otros lectores, estableciéndose durante semanas un diálogo a varias bandas en el que participaban también otras publicaciones. Esa contribución de los lectores comunica a este periódico unos rasgos que lo singularizan frente a otros papeles, pues una gran parte del medio pliego bisemanal se llenaba con los escritos de gente de toda la geografía española que recibía el *Correo* por suscripción¹⁴. El *Memorial Literario* se nutría también de las cartas de los lectores, aunque su peso en la publicación fue menor que el que tuvieron en el *Correo*; muchos de ellos eran párrocos que describían observaciones y curiosidades botánicas o prácticas agrícolas, y que hacían comentarios sobre fomento del comercio, la excelencia de ciertas aguas medicinales o los fenómenos eléctricos y magnéticos, prestando especial atención a ciertos meteoros, como los rayos y a las auroras boreales¹⁵. El público no era un agente pasivo sino un colaborador activo en la buena marcha del periódico¹⁶. Pero, además, era el propio público el que tenía conciencia del papel que le correspondía, pues como dice un lector en una carta dirigida al *Memorial Literario*, el público “es dispensador de los elogios y de las censuras”¹⁷.

Nobles, clérigos, profesionales, funcionarios, militares y comerciantes aparecen en las listas de suscriptores insertadas en los periódicos¹⁸. Los clérigos no solo fueron activos lectores, algunos de ellos, como Cristóbal Cladera (1760-1816) o Antonio Manegat, por

¹² CM: 24/10/1786, 19.

¹³ Un ejemplo de polémica relacionada con la ciencia la tenemos en la que se desarrolló entre el *Correo* y el *Diario de Madrid* sobre el tarantismo a finales de 1789 y principio de 1790. Se puede seguir en los números 321, 333, 334, 337 y 338 del primero y en los números 404, 469, 479, 471, etc. del segundo.

¹⁴ Si tenemos en cuenta la información que daba el propio periódico sobre los puestos en los que se podía solicitar la suscripción, podemos comprobar que su radio de acción no estaba limitado a la capital. En efecto, en el número 25 se dice que se ha abierto la suscripción en una librería de Zaragoza y en el número 29 se publica que se admiten suscripciones en diversas librerías de Valencia, Burgos, Sevilla, La Coruña y Pamplona; al cerrar el año de 1788 los lectores pueden suscribirse en Madrid, Valencia, Ávila, Barcelona, Bilbao, Cádiz, Cartagena, Orán, Salamanca y Valladolid.

¹⁵ Véase, por ejemplo, ML: VIII/1787: 664-676.

¹⁶ “De todas partes de nuestra Península e Islas adyacentes hemos recibido auxilios, ya enviándonos noticias útiles, ya consejos sabios, ya benignas advertencias, ya exponiéndonos sus eficaces deseos de que nuestro *Memorial Literario* se ponga en un punto que se acerque a la perfección”, ML: I/1786, 5. Y en la *Advertencia* del número 2 de este mismo papel se dice: “El Público ha de ser quien en esta parte ha de hacer esta obra más provechosa y deleitable; si, como ya ha empezado, nos va comunicando lo que él mismo hallare digno de atención”.

¹⁷ ML: I/1786, 8.

¹⁸ Inmaculada Urzainqui, «Un nuevo instrumento cultural: la prensa periódica», en Joaquín Álvarez Barrientos, François Lopez, Inmaculada Urzainqui Miqueleiz (eds.) *La República de las Letras en la España del siglo XVIII* (Madrid: CSIC 1995), 125-216: 127.

no hablar de los redactores del *Diario de los Literatos*, se embarcaron también en aventuras periodísticas que buscaban propagar y afianzar las corrientes modernas.

3.2 Restricciones, obstáculos, ligaduras.

En realidad solo hasta cierto punto la hegemonía de los lectores fue determinante. Los poderes públicos, mediante su apoyo, control y censura, condicionaron en gran medida la producción periodística española. A lo largo de este estudio comprobaremos el favor de que gozaron algunas publicaciones reformistas en las que el gobierno veía un medio poderoso de modernizar el país, dirigiendo y controlando la opinión pública¹⁹. Pero precisamente por su capacidad de llegar a muchos, por la influencia que podían ejercer sobre la población, se hacía necesaria una vigilancia estrecha, de modo que nunca se traspasaran las líneas rojas establecidas por la censura. El primer control que se practicaba sobre cualquier obra destinada a la imprenta era la concesión de la licencia de impresión, que correspondía en general al Consejo de Castilla, salvo en los casos, cada vez más numerosos con el transcurso de los años, en que la Corona se reservaba esta potestad con carácter excluyente²⁰. El Juzgado de Imprentas era el órgano del Consejo encargado de esta función que en provincias recaía sobre los corregidores y presidentes de las Audiencias y Chancillerías, si bien ciertas materias, como las de Estado correspondían al Consejo²¹. Buen cuidado tendrán los publicistas en cumplir esta normativa bajo pena de sufrir todo el peso de la ley.

El precepto fundamental que guiaba la labor del Juez de Imprentas era el de evitar la difusión de cualquier oposición o discrepancia que afectara a las prerrogativas del Soberano, a la doctrina oficial de la Iglesia católica, a la moral y las buenas costumbres o a la jerarquía eclesiástica y a las órdenes religiosas, para lo que contaba con las normas recogidas en las sucesivas disposiciones gubernativas que se fueron decretando a lo largo de

¹⁹ Véase Joaquín Álvarez Barrientos, «Mecenazgo y escritura en los tiempos de Leandro Fernández de Moratín», *Cuadernos de Historia Moderna. Anejos*, VI (2007), 99-117.

²⁰ Es el caso de los dos periódicos oficiales, la *Gaceta de Madrid* y el *Mercurio*, que no estaban sujetos a la licencia del Consejo de Castilla.

²¹ El examen y el visto bueno para publicaciones periódicas, que hasta la Orden de 19 de mayo de 1785 se efectuaba en las mismas condiciones que los demás impresos, pasó desde esa fecha a estar a cargo del Juez de Imprentas siempre que no tuvieran más de seis pliegos, reservándose el Consejo las obras de mayor extensión, *Novísima Recopilación de las leyes de España*, Libro VIII, Título XVII, Ley IV. Tres años más tarde, la Real Resolución de 2 de octubre de 1788 establecía una serie de reglas de observación obligada para los papeles periódicos bajo la jurisdicción del Juez de Imprentas en las que se limitaba la libertad de expresión. Resultaban perseguibles las expresiones torpes o lúbricas, las sátiras, el descrédito de las personas, los teatros o la instrucción nacional, las denigrativas del honor y estimación de Comunidades o personas y cualquier alusión directa contra el Gobierno y sus Magistrados, añadiendo la prohibición de tratar de asuntos resueltos por el Rey, sus ministros y sus tribunales, *Novísima Recopilación de las Leyes de España*, Libro VIII, Título XVII, Ley III.

la centuria con el objetivo de corregir los abusos y mejorar la eficiencia²². En la segunda mitad del siglo los censores, sin embargo, comenzaron a desplegar una actividad que iba más allá de la meramente restrictiva de ideas, creencias u opiniones; sin abandonar por ello esa función tradicional, se tornaron en jueces que dictaminaban sobre los beneficios que podían reportar los escritos presentados, y negando la licencia a aquellos que, a su juicio, no tuvieran la suficiente calidad o no contribuyeran a la instrucción y entretenimiento del público o a las mejoras técnicas que el país necesitaba²³. La censura se hizo “ilustrada”, denominación que dan determinados autores al “uso del aparato restrictivo del Estado para imponer un ideario de educación, buen gusto en el estilo, pureza y propiedad en el lenguaje, progreso moral y material, excelencia científica y estética, erradicación de supersticiones y malos hábitos, racionalidad, rigor documental, patriotismo cultural, honor nacional, etc., en los términos que los ilustrados y los gobernantes de la segunda mitad del XVIII entendían tales cosas”²⁴. Se convierte así en un Jano que reprime y refrena cuanto pueda poner en peligro el orden establecido, pero que simultáneamente promueve, en el más puro estilo del despotismo ilustrado, aquellas iniciativas afines a las ideas reformadoras de los gobernantes. La exigencia de rigor y utilidad estaba contemplada desde antiguo, pero la censura había puesto hasta entonces su mira en la inmunidad de ciertas instituciones y estamentos, sin llegar a hacer ejecutiva la vigilancia sobre las obras que no respondían a los criterios de bondad exigidos. Siguiendo los preceptos de calidad y servicio, la “censura ilustrada” podía negar la licencia a obras, manuscritos o traducciones que en opinión de los censores no cumplieran con los requisitos exigidos, lo que dejaba el campo libre a alguna que otra arbitrariedad guiada por intereses o enemistades²⁵. Cristóbal Cladera, por ejemplo, no logró la licencia de impresión para una obra

²² En Javier Bragado Lorenzo, Ceferino Caro López, «La censura gubernativa en el siglo XVIII», *Hispania*, LXIV/2, 217 (2004), 571-600 se estudian los diversos procedimientos puestos en marcha para la regulación de la censura, con especial atención a las disposiciones emanadas durante el ministerio de Juan Curiel como Juez de Imprentas. También se halla una abundante bibliografía sobre este tema, del que se ocupó primeramente Antonio Rumeu de Armas, en su *Historia de la censura literaria gubernativa en España* (Madrid: Aguilar, 1940), al que han seguido trabajos más actualizados como los de Lucien Domergue o los relativos a la Inquisición de Marcelin Dufourneaux. Las leyes sobre impresión y venta de obras fueron muy numerosas; pueden estudiarse en la Novísima Recopilación, Libro VIII, títulos XV, XVI, XVII

²³ Sobre los procedimientos censores en la segunda mitad del XVIII véase Víctor Pampliega Pedreira *et al*, *Instituciones censoras. Nuevo acercamiento a la censura de libros en la España de la Ilustración* (Madrid: CSIC, 2016).

²⁴ Fernando Durán López, *Instituciones censoras...*, Introducción, 14.

²⁵ Correspondía también a la censura vigilar por los contenidos científicos y técnicos de los escritos, para lo que disponía de doctos censores pertenecientes a distintas academias, universidades e instituciones laicas o eclesiásticas, como los Colegios de Cirugía o de Abogados. Así, por ejemplo, según la Real Orden de 13 de noviembre de 1757 los libros de medicina debían ser examinados, antes de concederse la licencia, por algún médico nombrado por el presidente del Protomedicato. Lo mismo ocurría con los mapas del Reino,

titulada *Biblioteca periódica y elemental de las Ciencias, Artes, Literatura y Comercio*, aunque un poco más tarde la obtuvo para el *Espíritu de los mejores diarios literarios que se publican en Europa*. La Academia de Historia, como órgano censor, emitió un informe, que luego pasó al Consejo, en el que se calificaba la obra en implacables términos²⁶. En algunos círculos se consideraba, por ejemplo, que los papeles periódicos no eran los medios adecuados para tratar la física experimental, pues la divulgación de estos conocimientos no podía quedar en manos de unos literatos sin pedigrí académico. A este respecto podemos traer a colación la disputa entre el Coronel de Ingenieros Antonio Gilman y el escritor Pedro Alonso Salanova sobre la información astronómica y meteorológica que este último proporcionaba desde el *Diario de Madrid* y que terminó con la decisión del Consejo de atribuir al militar la censura de las obras que trataran de astronomía o asuntos concernientes a ellas²⁷. Esta vigilancia sobre los contenidos no siempre impedía la publicación de obras que hubieran recibido un informe desfavorable; un caso que tuvo repercusión en la prensa y que tendremos ocasión de estudiar en el último capítulo fue el de la *Summa* del dominico Salvador María Roselli. Por otra parte, tampoco estaba asegurado que el mecanismo de control evitara la impresión de escritos llenos de incongruencias e incluso errores, otros factores ajenos a la calidad intervenían decisivamente en el otorgamiento de las indispensables licencias²⁸.

que debían ser revisados por la Academia de Historia. En Novísima Recopilación, Libro VIII, Título XVI, Ley XX y XXI.

²⁶ “una miscelánea indigesta; sin título, sin discernimiento, juicio ni pulso, con estilo impropio y arrastrado que denostaba el escritor desflorando algún libro francés; pues deja en blanco algunas palabras cuando ignora sus significaciones; por lo común lleno de galicismos y barbarie [...] Indicios claros de una pluma poco versada en el francés, y aun menos, quizá, en el castellano [...] La física experimental, especialmente la newtoniana, nos parece poco o nada adaptable para reducir sus elementos a capítulos sueltos de un papel periódico [...] Luego era forzoso reprobar la obra por su mala idea, peor ejecución y ningún mérito”, En Eulogio Varela Hervías, *Espíritu de los mejores diarios literarios que se publican en Europa* (Madrid: Hemeroteca municipal, 1966) ,65-66.

²⁷ Véase Nuria Valverde, *Actos de precisión. Instrumentos científicos, opinión pública y economía moral en la Ilustración española* (Madrid: CSIC: 2007), 293-304. De la misma autora, «Displayed dexterity and distorted knowledge: amateurism and precision in late 18th century Spain» *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, vol. LXII 2 (julio-diciembre, 2010), 483-516.

²⁸ La Academia de la Historia, por ejemplo, censuró favorablemente la *Cosmografía Abreviada: uso del globo celeste y del terrestre* (Madrid: Viuda de Ibarra, 1786) de Tomás López. Cualquier estudioso de la obrita se encontraría con una cosmografía plenamente aristotélica, con la Tierra en el centro del universo, la región elemental con sus cuatro elementos, la región etérea y el empyreo; es cierto que se exponían las opiniones de distintos filósofos sobre la solidez o fluidez de los cielos, o que se describían los sistemas del mundo, incluido el de Copérnico, pero haciendo la salvedad de que estaba condenado por la Congregación de Cardenales e Inquisidores y, por tanto, solo como hipótesis se podía utilizar, 46-67. A pesar de esto, Tomás López, Geógrafo de su Majestad y miembro de varias academias, admitía sin mayores reparos la ley de atracción gravitatoria para el cálculo de las masas de los planetas y explicaba el fenómeno de las mareas mediante la teoría newtoniana. Pensionado en París desde 1752, permaneció nueve años en la capital del reino de Francia, ¿qué aprendió durante su estancia? Seguramente algo de cartografía, que era su ocupación principal, pero según Antonio López Gómez y Carmen Manso Porto, Tomás López recibió dos cursos

La superación de todas estas regulaciones coercitivas sobre la impresión de libros y papeles periódicos no suponía en modo alguno que autores, traductores e impresores se vieran libres de obstáculos en su intento de difundir y vender sus obras. Cabía siempre la intervención *a posteriori* del tribunal de la Inquisición, que mantenía su autoridad en materias de fe, de moral y de costumbres. Entre 1737 y 1768 no hubo prácticamente intervenciones del Santo Oficio, pero en las décadas siguientes se abrieron expedientes y se retiraron ejemplares de varios periódicos; fueron los casos del *Diario Pinciano*, *El Corresponsal Universal*, *Correo de Madrid* o *El Censor*. En algunas ocasiones las prohibiciones afectaban incluso a los que disfrutaban de permiso para leer obras del Índice²⁹. El procedimiento en cualquier caso era tan lento que las sanciones se imponían cuando hacía tiempo que los papeles circulaban entre los lectores, restándole en gran parte eficacia.

3.3 La carcoma de la precariedad.

Los periódicos tuvieron que enfrentarse a numerosas dificultades para salir adelante en la España del setecientos y prácticamente ninguno, salvo los de carácter oficial, logró una continuidad equiparable a la de los más importantes de la prensa extranjera. A lo largo del siglo rara fue la cabecera que se mantuviera activa durante varios años; muchos de los papeles periódicos que iniciaron su andadura echaron el cierre al cabo de unos pocos números³⁰. Los motivos de esta precaria situación fueron múltiples, desde actuaciones represivas de los poderes públicos y religiosos, a restricciones financieras derivadas del número de lectores y de la capacidad técnica de las imprentas, lo que daba lugar a tiradas insuficientes para costear los gastos. Las iniciativas legislativas que desde mediados de

completos de matemáticas en el colegio de Mazarin y lecciones privadas de La Caille, y asistió a las clases de astronomía de Lalande. El aprovechamiento en estos campos, a la vista de su *Cosmografía*, fue realmente escaso. La Academia de la Historia censuró favorablemente el libro y le permitió por tanto usar en la portada el título de académico. Véase Antonio López Gómez, Carmen Manso Porto, *Cartografía del siglo XVIII. Tomas López en la Real Academia de la Historia* (Real Academia de la Historia: Madrid 2006), 101 - 115. Sin embargo, el *Atlas geográfico de la América septentrional* recibió una censura desfavorable de la Academia en 1764 y, a pesar de ello se imprimió. Eva Velasco Moreno, «Las censuras de la Real Academia de Historia (1746-1772)», en Fernando Durán (ed.) *Instituciones Censoras en la España del siglo XVIII* (Madrid: CSIC, 2016), 113-158. López había sido alumno del Colegio Imperial y de la Academia de Bellas Artes y confeccionó un mapa de España impreciso, obteniendo información de los párrocos y sin pisar el terreno, en M^a Isabel Vicente Maroto, «La técnica en la España del XVIII», en Enrique Martínez Ruiz, Magdalena de Pazzis PI Corrales (eds.) *Ilustración, ciencia y técnica en el siglo XVIII español* (Valencia: Universitat de Valencia, 2008), 83-110: 93.

²⁹ Julio Gómez de Salazar, «La Inquisición y la prensa española», *Gaceta de la prensa española*, VIII 90 (1955). Sobre las actuaciones de la Inquisición contra la prensa, Elisabel Larriba, «Inquisición y prensa periódica en la segunda mitad del siglo XVIII», *Cuadernos de Ilustración y Romanticismo* 13: 77-92. DOI: http://dx.doi.org/10.25267/Cuad_Ilus_Romant.2005.i13.04.

³⁰ Una situación que no se dio únicamente en España. Publicaciones tan renombradas como las *Mémoires* de los jesuitas pasaron por dificultades económicas que casi las hicieron desaparecer en la década de los años veinte.

siglo tomaron los gobernantes para mejorar la debilitada industria del libro favorecieron indudablemente el desarrollo de la prensa, pero las estructuras de producción y distribución constituían barreras económicas que ponían en peligro la continuidad de las empresas³¹. Los costes de impresión corrían generalmente a cargo del propietario, que tenía que adelantar el dinero con la esperanza de recuperar posteriormente su inversión. Algunos afortunados podían contar con ayudas públicas concedidas por los gobernantes, a los que solían agradecer el favor y la protección que les otorgaban. El sistema de suscripción, que se generalizó en las últimas décadas del siglo, contribuyó positivamente a aliviar las finanzas de los titulares de las cabeceras, pero en los primeros tiempos resultaba más caro para el suscriptor que el ejemplar suelto, debido a la carestía de los portes. Por otra parte, los periódicos contaban normalmente con un único redactor, que solía ser a su vez el propietario y en ocasiones editor del mismo, acumulándose en su persona las diferentes funciones de búsqueda de información —obtenida con frecuencia de periódicos y revistas extranjeras a las que debía estar suscrito tras realizar un desembolso previo—, redacción, revisión y composición asociadas al acabado y puesta a punto de la publicación³². Pocos de los dedicados a la labor periodística lograron hacer de ella una actividad lucrativa que les remunerara de sus desvelos, al contrario, la mayoría tenía otras ocupaciones con las que lograban su sustento³³.

Ahora bien, los quebraderos de cabeza no tenían únicamente su origen en la economía o en las trabas administrativas. Los publicistas se enfrentaron también a los feroces ataques de sus contemporáneos y colegas, a la crítica acerba y a menudo malintencionada de

³¹ Así, el decreto de 27/XI/1752 prohibió la importación de libros en castellano provenientes del extranjero y estableció una serie de normas sobre los requisitos que debían cumplir los aspectos materiales de la impresión. Sobre la dependencia de la edición española de la imprenta extranjera y las condiciones de la industria tipográfica en nuestro país véase, por ejemplo, François Lopez, «El libro y su mundo», en Álvarez et al. (eds.), *La República de las Letras en la España...*, 63-124. Años más tarde se suprimieron las tasas y se redujeron los derechos de impresión; al mismo tiempo se rebajaron las tarifas postales y se mejoraron las comunicaciones.

³² Nos cuenta el *Diario Curioso, Erudito, Económico y Comercial* en su primer número, página 16, las arduas tareas de componer e imprimir la tirada: “resumir especies diversas en un Papel precipitadamente; darlas colocación y orden en un tiempo momentáneo; expurgarlas de lo falso y supuesto por la malicia de ciertos espíritus bajos que se entretienen en preparar la zancadilla a los Diaristas con papeletas de embustes paliados [...]; componer en la imprenta casi siempre con luz; corregir con ahogo y ansia más de ciento veinte ejemplares [...] Todas estas operaciones se hacen en muy pocas horas [...] y se repiten todos los días. El corrector se desoja, el componedor se desceja, el prensista se descoyunta, a veces se descomponen los moldes por la prisa, y todo se retarda”.

³³ Sobre la figura del publicista o diarista véase, por ejemplo, Inmaculada Urzainqui, «Un nuevo instrumento cultural...», 172-181. También en M^a Dolores Bosch, «Aproximación a los hombres del periodismo español en el siglo XVIII», *Estudios de Historia Social* 52-53 (1990), 65-72, o en Joaquín Álvarez Barrientos, «El periodista en la España del siglo XVIII y la profesionalización del escritor», *Ibid.*, 29-39. Se quejan los redactores del *Diario de los Literatos de España* en el *Prólogo* del tomo VII de haber servido a la patria sin interés ninguno, “antes bien con pérdida de algún caudal, así en las impresiones, como en las compras de Libros”, *DLE* VII, xxvii.

los que les acusaban de superficialidad, de buscar la diversión del público y no su instrucción; casi todos sufrieron descalificaciones personales, desde negarles la capacidad para juzgar las producciones literarias ajenas, a las acusaciones de ignorantes y plagiarios, llegando a extremos que poco tenían que ver con las lides literarias. Véase sino la queja de Cristóbal Cladera, fundador y redactor del *Espíritu de los mejores diarios literarios que se publican en Europa*, a cuenta del desprestigio que podía acarrear a su periódico la malintencionada corrupción de las planchas listas para la estampación³⁴. El descrédito de los periódicos entre ciertos intelectuales era grande, y no solo entre los de tendencias conservadoras. Basta leer la entrada que les dedica Denis Diderot en la *Encyclopédie*³⁵.

No todo fueron, sin embargo, sinsabores, pues no podría explicarse la firme implantación que terminó teniendo la prensa en nuestro país y, por supuesto, allende nuestras fronteras, sin el aprecio del público. Con el correr de los años los periódicos contaron con el beneplácito de las instancias ilustradas de la nación y el favor de los monarcas y de sus ministros³⁶. Ello no fue óbice para que se produjeran algunos episodios aislados en los que se manifestó con crudeza la capacidad de represión de los gobernantes o de las instituciones censoras. Podemos mencionar la desaparición repentina de los *Discursos Mercuriales* de Enrique de Graef, debida a una decisión del ministro Ricardo Wall tras la caída en desgracia de Ensenada³⁷, o la supresión de todas las licencias de impresión en 1791, salvo las del *Diario de Madrid* y los oficiales.

4. La prensa como vector de circulación del conocimiento científico.

Es un hecho innegable que la prensa, tanto en sus inicios como a lo largo del siglo XVIII, tuvo un papel señalado en la circulación y elaboración del conocimiento científico³⁸. La

³⁴ En Varela, *Espíritu de los mejores diarios...*, 9.

³⁵ “C’est un moyen de satisfaire sa curiosité, & de devenir savant à peu de frais”, “on a trouvé qu’il étoit plus facile de rendre compte d’un bon livre que d’écrire une bonne ligne, & beaucoup d’esprits stériles se sont tournés de ce côté”. Años antes, en 1698, se quejaba de lo mismo el obispo Huet contra los extractos de libros que aparecían en los periódicos, pues complacían a un público que no se tomaba la pena de hacer una lectura completa y en profundidad.

³⁶ En Urzainqui, «Un nuevo instrumento cultural...», 189-193, se recogen algunas manifestaciones de apoyo a la labor de los periódicos por parte de reconocidos prohombres de nuestras letras, como Campomanes, Jovellanos, el abate Andrés o Leandro Fernández de Moratín.

³⁷ En julio de 1756 el ministro Wall dio instrucciones para que bajo cualquier pretexto se prohibiese la publicación de los *Discursos Mercuriales* (AHN Consejos 11275-30)”, dice Francisco Sánchez-Blanco en «Los Discursos Mercuriales de Juan Enrique Graef: opinión y poder en el movimiento ilustrado español», *Estudios de Historia Social*, 52-53 (1990), 488. Leticia Villamediana González, «Publicación y censura de los *Discursos Mercuriales*, primer periódico español de economía política», *Dieciocho* 38.2 (Fall), 291-318: 296, amplía esta información con más detalles.

³⁸ Véase, por ejemplo, Jeanne Peiffer, Jean-Pierre Vittu, «Les journaux savants, formes de la communication et agents de la construction des savoirs (17e-18e siècles)», *Dix-huitième siècle*, 2008/1 n° 40, 281-300. DOI

ciencia estaba presente no solo en las publicaciones eruditas y especializadas, los periódicos generalistas también incluían de forma habitual noticias referentes a descubrimientos científicos o técnicos, memorias de academias, reseñas de libros o artículos de divulgación. En general los papeles periódicos se embarcaron con entusiasmo, aunque no siempre con acierto, en la labor de propagar los avances de las ciencias. Los redactores eran conscientes de la influencia que su medio iba adquiriendo en la sociedad; para Antonio Manegat, propietario del *Correo*, “los periódicos son propiamente los papeles que más instruyen al pueblo”³⁹. Y no solo los publicistas defendían su labor, Sempere y Guarinos abundaba en lo mismo⁴⁰. Las ramas del saber que gozaron de mayor favor en la prensa aparte de la medicina, fueron la astronomía, la química y la electricidad, convertida esta última en favorita del público por sus experiencias y demostraciones efectistas y espectaculares⁴¹. Sin embargo, la sociedad española no estaba madura para la aparición de memorias, revistas o boletines científicos al estilo de lo que existía en otros países adelantados. En realidad el país no contaba ni con una Academia de Ciencias –pese a las voces que clamaban por el establecimiento de esta institución–, ni con los establecimientos educativos adecuados, ni con una tradición asociativa al estilo de la de Italia, ni con las estructuras económicas, políticas y civiles necesarias para que hubiera una masa crítica de

: 10.3917/dhs.040.0281, 289- 299, dónde se proporcionan ejemplos del papel que jugaron los periódicos eruditos más reputados en la circulación y elaboración del conocimiento científico pues en ellos filósofos, astrónomos, matemáticos y demás estudiosos de la naturaleza publicaban observaciones y descubrimientos, daban a conocer sus resultados, comentaban o corregían los de sus colegas y llevaban a la esfera pública sus controversias, incitando a algunos de sus lectores a embarcarse en el estudio de sus disciplinas y métodos. [Consulta, 4 de septiembre de 2017] <http://www.cairn.info/revue-dix-huitieme-siecle-2008-1-page-281.htm>.

³⁹ CM: 26/XI/1788, 1300.

⁴⁰ “Para los progresos de las ciencias y las artes, o a lo menos para la mayor y más rápida extensión de sus conocimientos, han contribuido mucho en estos últimos tiempos los Papeles periódicos [...] Por otra parte, reducido hasta ahora el estudio de las ciencias a cierta clase de Profesores, el resto de la Sociedad quedaba en la ignorancia de un gran número de objetos, de lo cual resultaba, que ni los sabían apreciar, ni lo buscaban”, Juan Sempere y Guarinos, *Ensayo de una Biblioteca española de los mejores escritores del reinado de Carlos III* (Madrid: Gredos, 1969), Tomo IV, 176-177.

⁴¹ Como muestra baste un botón. El *Correo de Madrid o de los Ciegos* dedicó a partir del número 118, durante varias semanas, uno de sus artículos a la explicación de los distintos *ayres*, un tema de relativa actualidad tomado del *Cours Complet d'Agriculture theorique, pratique, économique et de Medicine rurale et Vétérinaire* del abate Rozier. Los fenómenos eléctricos también estuvieron presentes en la prensa de la época. Por seguir con el mismo papel, me referiré a los textos aparecidos en los números 380, 381 y 384, de 21 y 24 de julio y 4 de agosto de 1790. Los dos primeros, enviados según el *Correo* por un corresponsal que se firmaba *El Aficionado* estaban tomados de Benjamín Franklin, *Expériences et observations sur l'électricité* (París: Duran, 1756), tomo I; el último es del mismo corresponsal, pero ahora lo firma como *El Aplicado* y se trata de una traducción de las *Conjectures sur les causes physiques des phénomènes électriques* del P. Paulien insertas en el volumen segundo de su *Dictionnaire de Physique*, si bien, como puntualizaba el *Correo*, el autor había omitido la descripción de la experiencia de la que el jesuita había obtenido sus conclusiones, por lo que en nota al pie se corregía dicha omisión. La traducción literal no se preocupaba de explicar cuál era la ley de hidrostática “confesada en todo el mundo” en que se basaba la hipótesis de partida de Paulien.

individuos dispuestos a organizarse en sus ciudades respectivas en sociedades estatutarias capaces de llevar a cabo una labor continuada que terminara siendo reflejada por medio de la imprenta. Algunos casos aislados se dieron en las primeras décadas del siglo —la Real Sociedad Médica de Sevilla o la de Madrid, por ejemplo; y es innegable que cuajaron numerosas iniciativas pasado la mitad del setecientos: cómo no mencionar las Sociedades de Amigos del País o la muy ilustre Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona—, pero el balance no resulta muy satisfactorio, sobre todo si lo comparamos con el empuje y la inserción social que este tipo de instituciones tuvieron más allá de nuestras fronteras. De hecho, mientras que muchos papeles periódicos extranjeros dedicaban alguna que otra sección a las noticias relativas a sus academias y sociedades, los de aquí reproducían esa misma información y en muy pocos casos daban voz a las españolas⁴². No quiero decir con esto que no se realizaran trabajos o experiencias de carácter científico en algunas agrupaciones societarias, o en las tertulias, o en los espacios privados del hogar, pero no cobraron sustancia suficiente para dar lugar a revistas científicas⁴³. Por otra parte, los publicistas tenían las más de las veces una formación anticuada que habían recibido a su paso por la universidad o el seminario; muchos eran clérigos, otros abogados, médicos o escritores⁴⁴. Poco tenían que ver con los redactores del *Journal des Savans* o de las *Mémoires de Trévoux*, excelentes conocedores de los temas que trataban⁴⁵. En general, los redactores se habían preocupado de mejorar su educación con el estudio de idiomas y la lectura de libros; el hecho de que emprendieran la puesta en marcha de un periódico es

⁴² En el *Espíritu de los mejores diarios literarios que se publican en Europa* se daba noticia, de los premios convocados por distintas sociedades provinciales francesas y de las memorias premiadas, una información que Cladera obtenía de los periódicos extranjeros. Sobre la actividad de las academias españolas dio cuenta en numerosas ocasiones el *Memorial Literario*.

⁴³ Tenemos algunos ejemplos en la Real Academia de las Buenas Letras de Sevilla, fundada en 175, o en la Asamblea Amistosa Literaria de Jorge Juan. Son numerosos los testimonios de observaciones astronómicas en casas particulares, de hecho, los periódicos dieron cuenta de algunas de ellas realizadas en palacio. A este respecto, Carlos Le Maur, en la dedicatoria a Doña Mariana de Silva y Mendoza que aparece en su *Discurso sobre la Astronomía*, 4-5, nos dice que su obra “es fruto de las conversaciones que ha excitado V.E. con motivo del célebre fenómeno observado este año pasado sobre el disco solar y en que, como en todo, he admirado el cabal discernimiento de V.E.”.

⁴⁴ Sobre los colaboradores militares véase Manuel-Reyes García Hurtado, «La participación de los militares españoles en la prensa del XVIII», *Stud. his., H.^a mod.* 32 (2010), 375-398.

⁴⁵ El *Journal des Savans* contó entre sus colaboradores y redactores con autores tan prestigiosos como Pierre Bouguer, Jean-Jacques Dortous de Mairan, Alexis-Claude Clairaut, Pierre-Joseph Macquer, Louis Cotte o Jérôme-Joseph de Lalande. En el caso de las *Mémoires de Trévoux* sabemos que la mayoría de los redactores y colaboradores pertenecían a la Compañía de Jesús y, por tanto, habían pasado un largo e intenso periodo de formación antes de entrar en la orden. Baste recordar que entre ellos se encontraba Louis-Bertrand Castel.

ya indicativo de sus inquietudes⁴⁶. Consecuencia de todo ello es la prácticamente inexistencia de publicaciones de temática científica durante el siglo, fuera ésta especializada o dirigida a un público más general⁴⁷.

Los periódicos españoles adoptaron distintas modalidades –crítica de costumbres, recopilación bibliográfica, noticias y avisos, prensa económica⁴⁸–, pero un asunto tan ligado a la modernidad y la ilustración como fue la ciencia no podía quedar fuera de sus pliegos. A través del análisis de algunos de los más representativos intento seguir el impacto que pudo tener la prensa dieciochesca en la recepción de los cambios que se habían producido en la filosofía natural y en la aceptación de la física newtoniana. La prensa es igualmente una de las plazas en que se escenifica la vida cultural española y uno de los instrumentos de creación y expresión de la opinión pública. Teniendo en cuenta el tardío florecer de la prensa en España y las características generales del medio, no podemos esperar que en sus páginas se reflejasen los problemas, interpretaciones y disputas que las doctrinas sostenidas por los newtonianos despertaron en las primeras décadas del XVIII en otros países; lo que llegará a las manos del público será una teoría madura y unas prácticas bien asentadas. Newton, en todo caso, siempre fue tratado elogiosamente, a pesar de que la atracción fuera rechazada por muchos: era el genio por excelencia y el descubridor de las leyes que describían el movimiento de los cuerpos celestes.

La prensa erudita, fundamentalmente la francesa, alimentó el hambre de novedades y de conocimientos de personajes como el P. Feijoo y fue una fuente de información insustituible para muchos de los periódicos que se editaron en España. A través de ella llegaron primicias bibliográficas, extractos y comentarios extensos de obras científicas y literarias, polémicas y discusiones relativas a la naturaleza y métodos de estudio de la filosofía na-

⁴⁶ Salafranca, nos cuenta que “En las mismas Escuelas nos educamos que todos nuestros Patricios, y de ellas salimos casi con las mismas aprehensiones o preocupaciones; de suerte que nos interesábamos como todos en la estimación de nuestras costumbres Españolas literarias; nos dejábamos ocupar de la admiración de nuestros Escritores, o leíamos cualquier Libro como necesario para nuestra enseñanza, y pensábamos bajamente de los Extranjeros; pero deseosos de informarnos de todo comenzamos a leer los Autores modernos”, en *DEL VI*, xli.

⁴⁷ Antonio Algaba Calvo ha realizado un inventario de las revistas científicas aparecidas en España entre 1769 y 1936 en el que afirma que la medicina fue la única disciplina científica que contó con publicaciones especializadas, en total, hasta 1810, según el censo elaborado por José María López Piñero y Mari Luz Terrada. Entre las que tuvieron una vida más larga destacan las *Ephemérides barométrico-médicas*, iniciada en 1737 y que dejó de publicarse diez años más tarde. En «La difusión de la innovación. Las revistas científicas en España 1760-1936». *Scripta Nova*, 69 (2000), 17.

⁴⁸ Véase Francisco Aguilar Piñal, *La prensa española en el siglo XVIII. Diarios, revistas y pronósticos* (Madrid: CSIC, 1978); sobre las diversas modalidades de periódicos, Urzainqui, «Un nuevo instrumento cultural...», 144-171.

tural, ensayos, descubrimientos científicos y teorías explicativas de los fenómenos naturales; la lectura de publicaciones como *Journal des Savans* o *Mémoires de Trévoux*, las más conocidas y accesibles para nuestros literatos, les proporcionaron indicaciones sobre a los acontecimientos y experiencias que se estaban dando en la esfera de la ciencia. Estas informaciones que recogieron los periódicos españoles colaboraron a la propagación de los conocimientos científicos, realizando una labor divulgativa notable entre sus lectores⁴⁹, pues aquellos que no tenían capacidad para llegar a las obras originales, bien por su precio, bien por la dificultad que entrañaba su lectura, recibían de los papeles periódicos reseñas, extractos y noticias que les facilitaban la percepción que se tuvo de los cambios que se estaban efectuando en las teorías, métodos y prácticas de la ciencia, o, al menos, a hacer una interpretación de los mismos.

5. Cabeceras objeto de estudio.

El horizonte temporal que me marco es el comprendido entre el año 1737, fecha de la publicación del *Diario de los Literatos de España*, y el año 1791, cuando se prohibieron todos los papeles periódicos menos los oficiales. En 1792, cuando se levantó la prohibición, algunas cabeceras volvieron a activarse, como es el caso del *Memorial Literario*, y surgieron nuevas revistas y publicaciones. Para entonces se habían creado cátedras de física experimental en las universidades españolas, la filosofía natural había desterrado los principios y métodos de la escolástica y aceptado los de los modernos, el cálculo infinitesimal formaba parte de los planes de estudio, a los que se habían también incorporado los avances realizados durante esos años en el extranjero. Es evidente que no todos los papeles periódicos interesan para mis propósitos, me ocuparé tan solo de aquellos en los que la filosofía natural y las disciplinas físico-matemáticas tuvieron una representación destacada y gozaron de una mayor estabilidad y éxito de público. Dejaré pues de lado publicaciones ilustradas tan sobresalientes como *El Censor* o *El Pensador*, centradas en la crítica social, o las memorias y disertaciones de las sociedades médicas; tampoco trataré los contenidos de la *Gaceta* o el *Mercurio de España*. Aunque fuera de la villa y corte hubo publicaciones nada desdeñables, todos los periódicos que voy a analizar se editaron e imprimieron en Madrid, centro principal de producción y distribución de la

⁴⁹ Sobre los lectores de la prensa del setecientos, véase Guinard, *La Presse Espagnole...*, 72-89. Un estudio más extenso y actualizado puede encontrarse en Elisabel Larriba, *El público de la prensa en España a finales del siglo XVIII (1781-1808)* (Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza, 2013).

prensa del setecientos⁵⁰. Su radio de acción no se limitó a la capital, ya que el procedimiento de suscripción, la mejora de las comunicaciones y las rebajas en las tarifas postales facilitaron su llegada a otros lugares de la geografía española, e incluso a las provincias de ultramar. En este capítulo comenzaré con el *Diario de Los Literatos de España*, activo entre 1737 y 1742, para continuar con los *Discursos Mercuriales*, publicados entre 1755 y 1756 y el *Diario Noticioso, Curioso, Erudito y Comercial Público y Económico*, cuyo primer número salió en 1758 y que duró ininterrumpidamente hasta 1917 aunque con cambios de cabecera. El *Memorial Literario de la Corte de Madrid*, que se publicó entre 1784 y 1791, y sus prácticamente contemporáneos *Espíritu de los Mejores Diarios Literarios que se publican en Europa* y el *Correo de los Ciegos o de Madrid* constituyen el material del capítulo séptimo. Esta división cobra sentido por varias razones: la primera, por corresponder los tres primeros citados al periodo comprendido entre 1738 y 1759, años en que se inicia la aventura periodística en un medio social poco dinámico, en el que las inquietudes de los eruditos son esencialmente de orden filosófico y las actividades científicas se encuentran todavía en estado embrionario. La segunda, porque en las últimas décadas del siglo se observa un mayor espíritu emprendedor, tanto en el aspecto económico como en el científico, y se puede hablar más abiertamente de cuestiones anteriormente penadas por Tribunal del Santo Oficio, como el sistema copernicano. Las alusiones a otras publicaciones periódicas serán inevitables pues nuestros publicistas gustaban del comentario mordaz, de las polémicas, de las descalificaciones frente a sus competidores, aunque tampoco faltaba cuando venía al caso un comentario elogioso.

6. Una primera etapa: los inicios. De 1737 a 1759. Crítica literaria y economía política.

La primera cabecera que se va a estudiar en este epígrafe es el *Diario de los Literatos de España donde se reduce a compendio los Escritos de los Autores Españoles, y se hace juicio de sus obras*, revista de carácter literario que inicialmente tenía por objetivo el extracto de obras españolas, pero que terminó ejerciendo una crítica severa no siempre bien recibida por los reseñados. El *Diario de los Literatos* nos asoma al panorama de la producción literaria española y al entorno intelectual en el que esta se desarrollaba.

El último tomo del *Diario de los Literatos de España* salió en 1742. Hasta pasada más de una década no aparecerán otras publicaciones cuya continuidad y contenido tengan

⁵⁰ Véase, por ejemplo, Juan Francisco Fuente, Javier Hernández Sebastián, *Historia del periodismo español* (Madrid: Síntesis, 1998), 21.

interés para nuestra investigación. Tendremos pues que esperar a los *Discursos Mercuriales* (1752-1756) de Enrique de Graef y a que Francisco Mariano Nipho solicite y obtenga en 1758 la licencia de impresión para su *Diario noticioso, curioso, erudito y comercial público y económico*, para continuar con el análisis de los contenidos científicos en la prensa. De muy distinta índole que el *DLE*, no carecen de interés; el primero, por su perspectiva económica y práctica, el segundo, por su formato y el público al que se dirige. Ambas publicaciones insisten en la utilidad de las aplicaciones de la ciencia a las actividades cotidianas.

6.1 Diario de los Literatos de España: fundadores, apoyos institucionales, adversarios.

Como es bien sabido, el *DLE* está considerado como la primera publicación periódica generalista de carácter erudito editada en España⁵¹. Comenzó su andadura en 1737, cuando ya en los otros reinos de Europa abundaban los papeles periódicos de todo tipo. Su último volumen salió en 1742. La colección está formada por un total de siete tomos en octavo, de unas cuatrocientas páginas por volumen. En ellos se extractan y comentan obras de autores nacionales publicadas durante los años de 1737 y 1738, con alguna incursión en años anteriores. También se proporciona informaciones sobre novedades literarias extranjeras. Estamos pues ante una publicación de carácter bibliográfico.

El *DLE* tuvo su origen en la tertulia madrileña de Julián de Hermosilla, a la que asistían regularmente los clérigos Francisco Xavier de la Huerta Vega (1697-1752), Juan Martínez Salafranca (1697-1772) y Leopoldo Jerónimo Puig (1703-1763), fundadores del periódico⁵². Los dos últimos, junto con Hermosilla, Agustín de Montiano y otros contertulios firmaron en 1735 las Constituciones de una Academia que en 1738 obtuvo la protección real y se convirtió en Real Academia de la Historia. La relación entre *diaristas* y algunas personalidades vinculadas a esta institución favoreció sin duda el apoyo que prestaron al

⁵¹ No se tiene en cuenta *La Gaceta* por tratarse de un boletín oficial, ni tampoco los infinitos avisos, cartas, relaciones, gacetas y almanaques que inundaron las capitales españolas desde mediados del siglo XVII. El *Diario* nació con vocación de periódico, pues aspiraba a aparecer regularmente, llevaba una cabecera y se dirigía a un público anónimo, características con las que M^a Dolores Saiz caracteriza este tipo de publicación. Véase, María Dolores Sáiz y María Cruz Seoane, *Cuatro siglos de periodismo en España* (Madrid: Alianza Editorial, 2010), 15. Por otra parte, las *Memorias Eruditas para la Crítica de Artes y Ciencias* (1736), fundada por Salafranca y mencionada en la introducción del primer volumen del *Diario*, no eran propiamente un periódico, sino unas misceláneas enciclopédicas. Véase, al respecto, Guinard, *La presse espagnole...*, 95.

⁵² Una semblanza de los *diaristas* puede verse en Jesús Castañón Díaz, *La Crítica literaria en la prensa española del siglo XVIII (1700-1750)* (Madrid: Taurus, 1973), 109-169.

DLE los bibliotecarios Blas Antonio Nasarre y Juan de Iriarte, al que se atribuye la redacción de numerosos artículos⁵³. También se vieron favorecidos por Francisco de Rávago, que sería más tarde confesor de Fernando VI, y por el ministro Campillo⁵⁴. Si bien la Academia de Historia colaboró económicamente en la publicación de los primeros números, las diferencias surgidas con los socios de la institución condujeron finalmente a la ruptura y a la expulsión de Puig y Salafranca del seno de la Academia que habían ayudado a fundar.

Según cuenta Salafranca en su disputa con Mayans a raíz de la crítica del *DLE* a los *Orígenes de la Lengua Española*, la idea de fundar una publicación de estas características ya había sido considerada unos años antes en el entorno real. Al parecer el monarca había encargado a Ferreras, bibliotecario de la Real Biblioteca, la realización de una obra que recogiera los títulos extranjeros y diera a conocer los publicados en España⁵⁵. No es de extrañar que estudiosos como Giovanni Stiffoni defiendan que la creación del *Diario* estuviera alentada por el poder político⁵⁶. De hecho, Ruiz Veintemilla sostiene que la financiación de los tomos cuarto, quinto y sexto procedió de la hacienda real y es bien sabido que el último tuvo en el ministro Campillo un poderoso valedor⁵⁷.

⁵³ M. Ruiz Veintemilla, «La polémica entre D. Gregorio Mayans y el *Diario de Los Literatos de España*», *Revista de Literatura* (1979), 69-130: 101, da por seguro la autoría de Iriarte en los artículos XII, XIII, XVIII, XIX y XXIII del Tomo III del *Diario*. Los discursos VI y XII del tomo VII del *Diario* se incluyeron como obras de Juan de Iriarte en *Obras sueltas de Juan de Iriarte*, impresas por Francisco Manuel de Mena en 1774.

⁵⁴ Antonio Mestre Sanchis, *Apología y crítica de España en el siglo XVIII* (Madrid: Marcial Pons, 2003), 116.

⁵⁵ Al *diarista* le constaba “que el rey nuestro Señor, consultó al Sr. Ferreras, en el año 23, el día 6 de febrero, para que se emprendiera esta obra, por la Bibliotecaria de la Real Biblioteca”, *DLE* III, 201. Sobre este asunto volvió el periódico en el *Prólogo* del último volumen publicado, en el que los *diaristas* justificaban su labor en el provecho que se podía derivar de reseñar y extraer obras escritas en España para así darlas a conocer. Alegaban que en su día había habido un intento de enviar extractos a las Academias de París y de Trévoux pero que Juan Ferreras, encargado por el rey para llevar a cabo esta diligencia, había considerado inútil realizar esta labor ya que “en nuestros libros españoles [...] no se hallaba cosa singular, ni invención, ni descubrimiento nuevo” y que los padres de Trévoux “no quisieron publicar en su *journal* sino el título de algunos”, *DLE* VII, iv-v.

⁵⁶ Stiffoni sostiene que el *Diario* gozaba del apoyo de personalidades pertenecientes a la Secretaría de Estado que en la publicación veían un instrumento para desarrollar una política cultural reformista controlada desde la Corte. De ahí que considere que la furibunda crítica contra Mayans y Segura no fue tanto producto de rencillas y enemistades personales como un ataque orquestado para debilitar a aquellos intelectuales que no se hallaban vinculados al poder, apuntando igualmente a las diferencias que separaban a los *diaristas* del solitario de Oliva en cuanto a la renovación de la cultura en España: los primeros, en la línea de Feijoo, eran partidarios de rebatir los errores comunes y hacer extensivas las novedades a un público de cultura media; el segundo, se decantaba por el rigor en la investigación histórica y aunque también era partidario de la culturización del país, no lo era de facultar a cualquiera para realizar la crítica de las obras eruditas, y desde luego no concedía ese privilegio a los *diaristas*. Véase Giovanni Stiffoni, *Verità della storia e ragioni del potere nella Spagna del primo '700* (Milano: Franco Angeli, 1989), 199-240.

⁵⁷ Ruiz Veintemilla, Introducción a la edición facsímil..., 61. En el *Prólogo* que inicia el séptimo tomo se dice textualmente: “[Nuestro] Católico Monarca, habiéndose dignado, sin ningún mérito nuestro, favorecer

Los tres primeros volúmenes salieron de las prensas con la periodicidad trimestral anunciada, aunque ya el tercero se retrasó hasta diciembre de 1737. Esta primera etapa es conocida como la “del triunvirato”, nombre con el que se referían sus adversarios al trío formado por los fundadores. Tras la publicación del tercer volumen, de la Huerta Vega abandonó la empresa y los académicos de la Historia se desentendieron de la publicación, en parte debido a las agrias disputas y controversias mantenidas entre los *diaristas* y los autores de los libros reseñados. Los publicistas se ganaron la encarnizada enemistad de muchos de ellos. La aventura que se iniciaba con el *DLE* era indudablemente una novedad en las letras españolas y como bien analizaban los fundadores, despertaba todo tipo de respuestas⁵⁸. Las disputas entre los escritores del siglo XVIII eran pan de cada día y al dedicar la obra al rey Felipe V y solicitar su protección, los fundadores pretendían sin duda resguardarse de los feroces ataques que vislumbraban en el horizonte y a los que efectivamente fueron sometidos a lo largo de la vida del *DLE*⁵⁹. Nada más salir el primer tomo se produjeron los ataques y así, en el *Prólogo* de la segunda entrega, se lamentaban de la persecución que habían sufrido a manos de otros literatos, lo que casi les había inducido a suspender la publicación ya que reconocían “cuan inútil es oponerse a muchos sin el escudo descubierto de una protección Real”⁶⁰. La virulenta reacción a la nueva crítica que ocasionó la aparición del *DLE* suscitó un aluvión de escritos que se han venido a denominar el *Anti-Diario*. Lejos de ser apaciguada por una mayor contención de los *diaristas*, encontró motivos para avivarse en las sátiras mordaces, en las acusaciones de plagio y en las descalificaciones personales con que se respondía desde la publicación⁶¹.

el *Diario* con el caudal necesario para su impresión: felicidad que debemos a los favorables informes y amparo de nuestro Excelentísimo Mecenaz el Sr. Campillo”.

⁵⁸ “Cualquiera novedad publica en un Reino, produce varias parcialidades, favorables, o adversas, según las circunstancias de ella, del sujeto que la introduce, y de las gentes que la reciben. Unos la aplauden, otros la temen, otros la desprecian: cada uno conforme al bien, o el mal, que aprende en el uso de ella, y la mayor parte, según la opinión de las personas que dominan su voluntad, por respeto, inclinación, interés, compañía, emulación, complicitad, y otras innumerables causas que inclinan las pasiones”, *DLE* V,i.

⁵⁹ *DLE* I: *Dedicatoria al Rey*, 8 y 9.

⁶⁰ *DLE* II, *Introducción*,ii..

⁶¹ Véase, por ejemplo, el artículo V del tomo III o, en este mismo volumen, el artículo VIII. Otros ejemplos se encuentran en los artículos XI y XX del tomo IV. A Mañer, por ejemplo, se le acusó de plagio por medio del P. Jacinto de Loaysa en la página 24 del Tomo VII, y los *diaristas* aprovecharon la carta del citado padre para añadir en la página 51 el descubrimiento de otro plagio que atribuyeron al mismo Mañer en una obra distinta. En el *Prólogo* del Tomo V los *diaristas* dibujaron mediante unos rasgos expresivos el rostro de a sus enemigos, a los que probablemente fuera fácil identificar, aunque no los nombraran. También se defendieron de las acerbas críticas que habían recibido por sus extractos, declarando que los libros españoles, en comparación con los extranjeros, eran “sin estilo, sin método, sin invención, sin pensamientos, sin inteligencia de la lengua latina, sin erudición, si no es la que copian de Autores vulgarísimos porque no los conocen, y sin exactitud en la verdad”. Los autores que se sintieron injuriados por los comentarios del *DLE*, escribieron y publicaron sus réplicas, manteniendo vivas las disputas; es el caso de Jacinto Segura en su obra *Apología contra los Diarios de los Literatos*, que los *diaristas* comentaron

Administraban los redactores del *DLE* la misma medicina que tan acaloradamente censuraban cuando la repartían otros⁶².

Los cuatro tomos restantes tropezaron con impedimentos de envergadura ya que no estuvieron a la venta en las fechas inicialmente previstas. El cuarto obtuvo la licencia de impresión en junio de 1738, mientras que los extractos correspondían al último trimestre del año anterior; el quinto no apareció hasta febrero de 1739, casi con un año de diferencia respecto de los artículos insertados; más de 18 meses transcurrieron entre la finalización del tomo VI y su publicación en marzo de 1740, y casi dos años mediaron entre este tomo y el último, que se imprimió en febrero de 1742⁶³. Castañón Díaz atribuye las dilaciones sufridas por el *DLE* a las dificultades económicas de los editores, que solo en el último tomo de la colección contaron con el apoyo económico del ministro Campillo, fallecido al año siguiente. Los *diaristas* dedicaron el séptimo volumen al ministro, manifestando en el *Prólogo* su agradecimiento expreso, lo que parece indicar que la financiación no iba a ser meramente puntual, ya que un poco más adelante, en el párrafo siguiente, solicitaban nuevos colaboradores⁶⁴. A los aprietos financieros hay que añadir la inquina con la que una parte del mundo literario atacó a los *diaristas* y al recelo que hacia la publicación manifestaron los conservadores y el juez de imprentas⁶⁵.

en el tomo V, 270. La querella más famosa y estudiada fue la mantenida con Mayans a cargo del juicio de Salafranca a los *Orígenes de la Lengua Española*, lo que dio pie al erudito valenciano para escribir la *Conversación sobre el Diario de los Literatos de España* bajo el pseudónimo de Plácido Veranio, y a provocar la correspondiente respuesta de Martínez Salafranca en el artículo octavo del tercer tomo.

⁶² Reconvenían los *diaristas* que se utilizaran en las polémicas “algunas expresiones poco favorables, y decorosas al ingenio y literatura de su contrario como son: Notas descabelladas, jactancias orgullosas, plagios, ignorancias, necedades, desbarro de quicio y audacia disoluta &c. De esta suerte no incurriera en la común desgracia que acompaña semejantes combates Literarios, en donde aunque se consiga la victoria siempre con el agravio de los dicterios y sátiras, sale mustio y deslucido el Laurel”. Con estas palabras comulgaba sin duda Feijoo, *DLE*, II, 272.

⁶³ Si bien los extractos corresponden a obras publicadas en 1737 y 1738, o en años anteriores, las noticias no siguen necesariamente este calendario. Así, por ejemplo, en el último tomo de la colección, impreso en 1742, se da una noticia que al menos es del año anterior pues se trata de la venta de los tomos del *Journal des Savans* comprendidos entre 1665 y 1741, noticia posterior a los correspondientes extractos. *DLE*, VII: 397.

⁶⁴ “nuestro Católico Monarca, [...] habiéndose dignado, sin ningún mérito nuestro, favorecer el Diario con el caudal necesario para su impresión: felicidad que debemos a los favorables informes, y amparo de nuestro Excelentísimo Mecenaz el Sr. Campillo; lo que ponemos en noticia de todos los Literatos, para que todos le reconozcamos como universal Bienhechor”, *DLE* VII, ix.

⁶⁵ Castañón Díaz, *El Diario de los Literatos de España*, [Extracto de la tesis doctoral del mismo título] (Madrid: Facultad de Filosofía y Letras, 1971), 17-22. También trata este asunto en las páginas 54-57, en las que nombra a algunos de los socios de la Real Academia de Historia que aportaron los fondos para sufragar los gastos de los primeros tomos. Da también un listado de autores que escribieron contra el periódico (75-82), y en la página 95 menciona la retención por parte del juez de imprenta de la publicación. Para Ruiz Veintemilla se pueden distinguir tres etapas: en la primera, estuvo apoyado por la Academia de la Historia y la Biblioteca Real, y corresponde a los tres primeros volúmenes; los tomos cuarto, quinto y sexto obtuvieron financiación de las arcas reales, si bien no contaron con la protección manifiesta del rey; la última es la que cuenta con el favor explícito del ministro Campillo, *Prólogo* a la edición facsímil..., 61

La desaparición del *DLE* tras la salida del séptimo tomo en 1742 es el primer ejemplo de la fragilidad financiera de las empresas periodísticas iniciadas en el XVIII y de la falta de continuidad de las políticas culturales, dependientes a menudo de la voluntad de unas pocas personalidades y del grado de poder de que gozaban. Desaparecido Campillo, los fondos para el periódico se esfumaron. Aunque sufrió graves ataques, el *DLE* gozó también de la admiración de muchos de sus contemporáneos y del reconocimiento posterior de prestigiosos críticos literarios⁶⁶.

6.1.1 Fuentes literarias del *Diario de los Literatos de España*.

El título de *Diario* no tenía que ver con su frecuencia sino con su intención de ser un dietario que registrase las obras que se imprimían en España, informase de las publicaciones extranjeras y suministrase un extracto comentado de aquellas que a juicio de los editores fueran más instructivas y curiosas para su público. La diana del *DEL* eran los literatos, es decir, los doctos, los eruditos. En la *Introducción* que iniciaba el tomo primero se justificaba la utilidad de las publicaciones periódicas y de los diarios en que proporcionaban una información compendiada a la que de otro modo no sería posible acceder, dada la brevedad de la vida humana y la extensión de las Artes y las Ciencias. Pero, además, se subrayaba la función que cumplían las publicaciones periódicas en el *recíproco comercio literario*, es decir, en el intercambio de saberes y en las transferencias culturales entre países para el progreso de las naciones, uno de los fenómenos característicos de las Luces. Y se destacaba lo que ocurría en otros reinos, presentando a lo largo de varias páginas un listado de las revistas periódicas europeas más relevantes, con indicación de su inicio, su cuna y del nombre de sus fundadores o autores⁶⁷. Párrafo aparte merecían las *Memorias de Trévoux*, modelo al que se apuntaron nuestros *diaristas*, subrayando de este modo su disposición a contribuir a la defensa de la ortodoxia católica. La revista de los jesuitas franceses era una de las pocas conocidas en España, y había sido la primera en emitir juicios sobre las novedades extractadas, con el propósito de orientar doctrinalmente a sus lectores y combatir las doctrinas peligrosas para la religión.

Si bien la literatura sobre el *DLE* ha insistido en que las *Memorias de Trévoux* y el

⁶⁶ Castañón Díaz, en el extracto citado, da una breve relación de los mismos, 31-33.

⁶⁷ *DLE*, I, Introducción, iv-viii. Se mencionaban el *Journal de los Doctos* (1665), las *Acta Eruditorum* (1682), las *Noticias de la República de las Letras* (1684) y el *Jornal de los Literatos de Italia* (1710-1725). Entre las que trataban de materias específicas se citaban las *Transacciones filosóficas* (1665), la *Bibliotheca Británica* o *Historia de los sabios de la Gran Bretaña* las *Miscelánea de los Curiosos de la Naturaleza*, la *Historia de la Academia Real de Ciencias de París* que “hace relación de cuanto se escribe en materia Físico-Matemáticas” y algunas otras.

Journal des Savans son las fuentes principales de los *diaristas*⁶⁸, nadie que yo sepa ha señalado la deuda de la publicación española con el *Giornale de Letterati d'Italia*⁶⁹. Para empezar tenemos un título que es traducción exacta del italiano; los fundadores podían haber escogido como cabecera la traducción que ellos mismos daban al *Journal des Savans*, es decir, *Diario de los Doctos*. De hecho se menciona en la publicación que “la voz Literatos la usaban Italianos, y Españoles modernos”⁷⁰. Pero más aun, la parte de la *Introducción* en que se relata la historia de los periódicos, es un refrito de la que figura en el primer tomo del *Giornale*, debida a la pluma de Scipione Maffei. Los redactores españoles realizaron un resumen con algunas supresiones y añadidos que, con pocas excepciones, seguía el guion marcado por los italianos. Ruiz Veintemilla sugiere que la información de la que se sirvieron Salafranca y sus compañeros podía proceder de un extracto hecho en el *Journal des Savans* de la *Historia del Jornalisme* de Struve aparecido como suplemento de una obra mayor⁷¹. En realidad la reseña a la que se refiere Ruiz Veintemilla se publicó en el número de febrero de 1712 de las *Memorias* de los jesuitas, dos años después que se imprimiera el primer volumen del *Giornale*, y no guarda parecido con el relato de los *diaristas*⁷². La práctica de traducir de la prensa extranjera sin revelar las fuentes fue una constante de los periódicos españoles cuyos redactores componían muchos de sus artículos a partir del trabajo de otros, fundamentalmente de autores franceses.

Los *diaristas* se cuidaron mucho de copiar literalmente del *Giornale*, lo que hicieron

⁶⁸ Véase, J. M. Ruiz Veintemilla, «El *Diario de los Literatos* y sus modelos», *Boletín del centro de Estudios del siglo XVIII*, Universidad de Oviedo, 4 y 5 (1977): 71-86.

⁶⁹ Se trata de la publicación creada en Venecia en 1710, y no la del mismo título fundado por Nazari, editada entre 1668 y 1683. El *Giornale* se publicó por primera vez en 1710 y hasta 1717 salió con periodicidad trimestral. Entre 1718 y 1740 sufrió varias interrupciones y apareció con irregularidad. La colección completa consta de cuarenta tomos y tres suplementos, los dos primeros son del año 1722 y el tercero, de 1726. Por tanto, cuando se inició la publicación del *Diario español*, su homónimo italiano daba los últimos estertores. Fue fundado en Venecia por Scipione Maffei (1675-1755), Antonio Vallisneri y Apostolo Zeno (1668-1750). Tanto el título como las intenciones de la obra española se inspiran indudablemente en la italiana.

⁷⁰ *DLE*, III: 189. Álvarez de Miranda, en *Palabras e ideas: El léxico de la Ilustración temprana en España (1680-1760)* (Madrid: Anejos del Boletín de la Real Academia Española, 1992), 441-442, estudia la figura del “literato”, voz que según sostiene se difundió en gran medida por la elección realizada por los redactores de nuestro *Diario*, para calificar a los *savans* y a los *letterati* de las cabeceras de los papeles homólogos extranjeros. Como adjetivo, literato equivalía a “erudito, docto y adornado de letras”, según el *Diccionario de Autoridades*. Su uso como sustantivo está documentado desde 1726 en Feijoo. Sinónimo de literato es hombre de letras, es decir, el que tiene una variedad de saberes.

⁷¹ Ruiz Veintemilla, «El *Diario de los Literatos* y sus modelos», 72.

⁷² El P. Segura, en su *Apología contra los Diarios de los Literatos de España* apuntó a un plagio de las *Memorias de Trévoux* de noviembre de 1735, en concreto al artículo 107 en el que se reseñaba la *Historia Crítica de los Journals*, de Camusat. El desmentido de los *diaristas* consistió en exponer al examen del público interesado el ejemplar del *Journal de Trévoux* mencionado, felices en realidad de no haber sido descubierta su auténtica fuente. Su indignación resulta tan fraudulenta como cínica.

fue modificar ligeramente los párrafos, suprimir líneas, alterar el orden de las frases, comprimir y reducir secciones enteras de su modelo, pero la inspección de ambas obras no deja lugar a dudas⁷³. Es evidente que los *diaristas* tuvieron acceso al *Giornale*, al menos al primer tomo, que es de donde copiaron parte de la *Introducción*. Teniendo en cuenta que el primer número de la publicación italiana apareció en 1710, casi treinta años antes que el *Diario*, y que prácticamente los únicos *journals* que se conocían en España eran el de los *Savans* y el de los jesuitas, surge la cuestión de la procedencia del periódico italiano⁷⁴. El hecho de que entre las acusaciones reiteradas de plagio lanzadas contra los *diaristas* no se mencione esta flagrante apropiación parece indicar que la obra italiana no circulaba en nuestro país.

No fue el *Giornale* el único periódico al que acudieron los *diaristas* para componer su *Introducción*. Como dice Ruiz Veintemilla, “Si cotejamos el prólogo del *Diario* con los equivalentes del *Journal des Savans* y de las *Mémoires de Trévoux*, vemos que los *diaristas* españoles no fueron nada originales; es más, algunas de las normas que se proponen están traducidas literalmente de ambos *journals*”⁷⁵. Conviene, sin embargo recordar, en honor de Salafranca y de sus compañeros, que muchos *journals* transcribían más o menos literalmente las mismas pautas⁷⁶. En dichas normas, o leyes, como las denominan los

⁷³ Un par de ejemplos. Dice el *Diario*, tomo I, Introducción, i: “Esta institución pues tan útil como aplaudida pudo tomar la idea de algunos Bibliógrafos del Siglo XVI como Antonio Francisco Doni y Conrado Gesnero: o del Siglo IX como Focio cuya Biblioteca puede ser ejemplar o modelo para los Jornalistas” y el *Giornale* en Tomo I, 15: “Dato n’aveano queche saggio talvolta alcuni Bibliographi nel seculo XVI, como Antonfrancesco Doni e Corrado Gesnero; e Fozio a temoi addietro nella celebrata sua Biblioteca proposto n’avea l’exemplare. [...] che in molti luoghi potrebbe dirse el preciso modelo de Giornalisti”. Más adelante (viii): “*Thomas Bartholino* el viejo dio en cinco volúmenes las *Actas Médicas y Philosóficas de Conpehagen* terminadas con su vida en el 1679. Es bien celebrada en todo el Orbe la *Historia de la Academia Real de las Ciencias de París* que hace relación de cuanto se escribe en materias Físico-Matemáticas. Con singular estimación se recibieron las *Actas Berolinenses* que dio a luz la Sociedad de Berlín con la dirección del clarísimo *Leibniz*. [...] En *Brescia* se erigió una Academia para las cosas físicas y matemáticas que tenía por instituto dar mensualmente a luz sus Relaciones pero se extinguió con la muerte del P. *Francisco de Lanis*, Jesuita, que la dirigía en 1687.” Y aquí tenemos el original, Tomo i, Introducción, 32-34 y 44-45: “Tommaso Bartolini il Vecchio con maggior eleganza ed avvedimento cinque volumi ci diede degli Atti Medici e Filosòfici di Copenaguen terminati nel 1679 insieme con la sua vita. Ne vuol qui lasciarsi di far ricordanza della bellissima Istoria dell’ Accademia delle Scienze, che dà relazione di quanto si scrive, si recita, o si scuopre da Soggetti di quell’ illustre adunanza per gli studi Fisici e Matematiche, i dal braccio Reale in Parigi sostenuta. Sperar ci giova che non saranno di minor frutto e dottrina gli Atti della Sozietà di Berlino che di giorno in giorno sono per pubblicarsi sotto la direzione del dottissimo Leibnizio, singolare ornamento della Germania in cui vive. [...] Una Academia fu parimente eretta nel 1686 in Brescia per le cose Fische e Matematiche, la quale avea per istituto di dare mensualmente in luce le sue relazioni; ma la morte del P Francesco Lanis, Gesuita che la dirigeva seguita nel 1687, ne troncò il corso”.

⁷⁴ En la BNE se encuentra la colección completa de cuarenta tomos. ¿Proviene de la Biblioteca Real, a la que sí tenían acceso los fundadores del *Diario*?

⁷⁵ Ruiz Veintemilla, «El *Diario de los Literatos* y sus modelos», 82.

⁷⁶ El mismo *Giornale* recoge explícitamente algunas de ellas en las páginas 60-64 de la Introducción al primer tomo.

redactores, se exponían las características e intenciones de la empresa: proporcionar información bibliográfica, extractar obras publicadas en España y a falta de ellas, algunas extranjeras, informar sobre acontecimientos relacionados con el mundo de las Letras –como fallecimiento de alguna personalidad literaria o la fundación de academias, universidades o colegios– y reseñar aquellos manuscritos o tratados que sus autores quisieran someter al veredicto de los editores, todo ello procediendo con total imparcialidad. Un programa que a la vista de las acerbos y mordaces querellas mantenidas con muchos de sus contemporáneos no fue seguido al pie de la letra. Declaraban asimismo que omitirían informar de las obras que no contribuyeran al adelanto de las artes y las ciencias⁷⁷, dejando así bien patente su propósito de contribuir a la mejora del país en esas cuestiones, una aspiración compartida a menudo con sus adversarios pero desde posiciones divergentes.

6.1.2 Obras extractadas. Novedades literarias.

¿Qué libros se extractaron? ¿Qué autores fueron objeto de la crítica de los *diaristas*? El tema ha sido estudiado, entre otros, por Paul Guinard, que nos ofrece la siguiente recopilación estadística: de los 85 títulos reseñados, 37 corresponden a obras de teología, filosofía moral, elocuencia religiosa y temas afines; 18, a ciencia y técnica, siendo una gran parte de los mismos de medicina; 14 tratan de historia y geografía, 7 de derecho, 6 de crítica literaria y 3 de teatro⁷⁸. Jüttner realiza una estimación de las influencias culturales que se divisan en el *DLE*, según su procedencia geográfica. De acuerdo con su cómputo, a parte de las obras y autores españoles, que constituyen la mayoría, corresponde a Francia el primer puesto, con 54 títulos y 157 autores, seguida de Italia, Alemania e Inglaterra⁷⁹. La tipología de las obras citadas se corresponde con la de las obras nacionales, es decir, con escritos de filosofía, historia y teología. Dentro de las ciencias destacan los tratados y referencias relativos a la medicina, más de 100, de los cuales 51 son de autores españoles y 17 italianos. Después de Francia, Italia es el país mejor representado.

Los *diaristas* se sirvieron en general de los anuncios de la *Gaceta de Madrid* para dar noticia de las nuevas publicaciones y realizar los extractos de las que consideraban más adecuadas para sus propósitos. Ellos mismos lo dicen en la *Introducción* del tomo que

⁷⁷ *DLE I, Prólogo*.

⁷⁸ Guinard, *La presse espagnole...*, 117-118.

⁷⁹ Siegfried Jüttner, *Diario de los Literatos de España (1737-42): Índices (onomástico, toponímico y de obras)* (Frankfurt am Main: Verlag der Wissenschaften, 2008), 12, da los siguientes datos: 54 títulos franceses, 24 italianos, 22 obras alemanas, y 7 inglesas. En cuanto a los autores, 157 franceses, 142 italianos, 68 alemanes y 34 ingleses.

inauguraba la colección. El examen de la *Gaceta* durante el periodo cubierto por el *DLE* muestra que, salvo contadas excepciones, los redactores seguían en sus artículos y listados el orden del periódico oficial. No eran las únicas obras impresas en España, pues anunciarse en la *Gaceta* suponía contribuir con un ejemplar a la Biblioteca Nacional, pero esto facilitaba grandemente la tarea de los *diaristas*, que podían disponer de los libros por sus contactos con la real institución⁸⁰. De hecho, se nombran, bien en los extractos bien en los libros anunciados, casi el 80% de los que aparecen en la *Gaceta*. El peso de las obras religiosas reseñadas se corresponde aproximadamente con las impresas en el periodo, pero los *diaristas* tuvieron buen cuidado de no dejar escapar aquellas que trataban de filosofía, filología o historia, temas que nos revelan sus inquietudes culturales y su preocupación por la correcta expresión literaria⁸¹, sin que por ello dejaran de lado asuntos más seculares, como la ciencia o la medicina, en un intento de conjugar tradición y modernidad.

Además de los extractos y juicios vertidos por los *diaristas*, nuestra publicación, al igual que sus modelos extranjeros, intentó mantener una sección en la que se dieran a conocer las novedades literarias de otros países. La realidad es que solo se cumplieron sus pretensiones en cuatro de los siete volúmenes, limitándose sustancialmente a copiar las anunciadas en los periódicos extranjeros a su alcance. No era lo que pomposamente habían anunciado en la *Introducción* a la obra⁸²; se disculparán más tarde de no haber cumplido con su propósito⁸³. El hecho de que la mayoría de los títulos insertados en el diario español se anunciaran tanto en los dos periódicos citados como en el *Journal des Savans* supone una dificultad a la hora de establecer las fuentes de información de los publicistas españoles. Por fortuna es fácil observar el paralelismo existente entre la secuenciación de las novedades del *DLE* y la de las publicaciones correspondientes, sin otra diferencia que la que se deriva de las distintas periodicidades, mensual en los periódicos

⁸⁰ Hasta 1762 fue obligado este requisito. Véase François Lopez, «Gentes y oficios de la librería española a mediados del siglo XVIII», *Nueva revista de filología hispánica*, 33 (1) (1984), 178.

⁸¹ Abundan los ejemplos, como las correcciones lingüísticas que los *diaristas* realizan al P. Jacinto Segura en el Tomo V, 318 y ss.

⁸² “Pero en todo tiempo se pondrán las noticias literarias de todos los Reinos Literatos: para cuyo efecto hay correspondencia establecida con Personas sabias, y poderosas, que facilitará la comunicación, y puntualidad”. *DLE* I, xiii.

⁸³ Con estas palabras se dirigieron a Mayans: “Si se ofrecieron noticias literarias de todos Reinos, hubo fundamentos para ello, porque nos consta la correspondencia: y si para este efecto no se ha aprovechado, se ha de atribuir a la falta de caudal para pagar, portes, y conducciones”, reconociendo una líneas más adelante su deuda con los periódicos extranjeros: “y si esto no fuese verdad escriba nuestro Bibliotecario a los Padres de Trévoux, de cuyas Memorias tomamos muchas noticias”, *DLE* III, 204. Se encuentra en la respuesta de Salafranca a las críticas vertidas por Mayans en su *Conversación sobre el Diario de los Literatos de España: la publicó Don Plácido Veranio*.

extranjeros y trimestral en el nuestro. También viene en nuestra ayuda el cuidado que pusieron los *diaristas* en realizar traducciones de una fidelidad literal, lo que, junto con los datos del punto de venta, el número de páginas o el nombre y ciudad del impresor, nos da la clave para la realizar las asignaciones, ya que los textos franceses no eran en general idénticos entre sí⁸⁴.

En el primer tomo de la colección se dio noticia de unos pocos libros escritos en francés e impresos en Alemania y en los Países Bajos. El tomo II recogía en primer lugar un largo listado de obras impresas en Portugal, casi todas de asunto religioso; probablemente los redactores se sirvieron de los anuncios insertos en la *Gazeta de Lisboa* del año 1737 o de un informador. A continuación se reproducían, traducidas, las novedades literarias del *Journal de Trévoux* de los meses de enero, febrero y marzo de 1737, solo que con un menor número de obras y ordenado el listado según el país de impresión; en el tomo IV se optó por incluir algunas noticias aparecidas en el ejemplar de octubre de ese mismo periódico, y unas cuantas más de agosto y septiembre del *Mercure de France*; en el tomo V las novedades están sacadas de los meses de enero, febrero, marzo y julio del *Mercure de France* de 1738, a excepción de una referencia que proviene del *Journal de Trévoux*, también de julio de ese año.

Desconozco las razones que indujeron a los *diaristas* a llevar una línea un tanto errática en cuanto al registro de las noticias extranjeras, con omisión de esta sección en tres de los volúmenes, aunque probablemente estuvieran relacionadas con las dificultades económicas que tuvieron que padecer tras su expulsión de la Academia de Historia. El listado del Tomo II reproduce casi enteramente las noticias literarias aparecidas en los ejemplares del primer trimestre de 1737 del *Journal de Trévoux*, pero los de los otros tomos, mucho más breves, tuvieron que obligar a los publicistas a una selección, tanto en cuanto a los temas como en cuanto a las obras y autores. En general se omitieron aquellos libros que trataban de asuntos relacionados estrictamente con el país vecino, así como los de derecho o literatura, y no se reseñaron obras técnicas o de matemáticas ni aquellas escritas en inglés. Tampoco se incluyeron diccionarios, ni las traducciones al francés de obras latinas, lo que indudablemente tenía su lógica. Entre las ausencias merecen destacarse la *Lógica* de Wolff, la *Teodicea* de Leibniz, los tratados de Grocio y la *Introducción a la filosofía*

⁸⁴ La consulta de *Journal de Trévoux* y de *Mercure de France* se ha realizado en <http://gazetier-universel.gazettes18e.fr/periodique/memoires-de-Trévoux-1-1701-1767>, y <http://gazetier-universel.gazettes18e.fr/periodique/mercure-de-france-1-1724-1778>, respectivamente.

de Gravesande, reediciones de publicaciones ya conocidas. Esta apropiación de las aportaciones de otros periódicos no fue ni mucho menos exclusiva del *DLE*.

Salafranca y sus compañeros, por sus contactos con la Real Biblioteca, pudieron sin duda acceder a publicaciones que no estaban al alcance de todos. Así, por ejemplo, desvelaron que Mayans era el autor de un catálogo de obras españolas publicado en las *Acta Eruditorum*, a las que tenían acceso por su proximidad a la Real Biblioteca. Además de las publicaciones periódicas mencionadas anteriormente, en el *Diario* se nombran el *Gran Diccionario histórico* de Louis Moreri, la *Historia de la medicina* de Le Clerc, las *Noticias literarias de Venecia*, la *Gaceta de Ginebra*, las *Memorias de la Academia Real de Francia* y numerosos autores clásicos y contemporáneos que irán asomando en los artículos y de los que se tratará en su momento.

6.1.3 Modalidades de extensión de la cultura moderna.

La línea del *DLE* era decididamente divulgativa y por tanto tenía el claro propósito educativo de informar y de orientar a unos lectores que no eran especialistas en las cuestiones tratadas, porque “para ser sabios no han menester las criaturas sino tener un alma racional expedita y un estudio proporcionado”⁸⁵. Esta democratización de la filosofía y de la ciencia constituye un rasgo de modernidad de nuestros redactores, sabedores de lo que se cocía en otras regiones⁸⁶. Eruditos como Gregorio Mayans o Jacinto Segura (1668-1751) discrepaban de este acercamiento que otorgaba criterio y opinión a un público heterogéneo en su formación y conocimientos —el eterno dilema entre ser comprendido por muchos perdiendo rigor y profundidad, o solo por los pares⁸⁷. La prevención de Mayans hacia los papeles periódicos no era exclusiva de las tierras hispanas, en el extranjero voces tan ilustradas como la de Diderot arremetían contra ellos. Y sin embargo, Mayans y los

⁸⁵ *DLE* V, XVII.

⁸⁶ Escriben, por ejemplo, “muchos Autores modernos se han desvelado en buscar nuevos términos con que explicar la Filosofía Escolástica, no solo en los Diccionarios Latinos, sino también en los vulgares de cada País; de suerte que ha facilitado este trabajo, que en Francia e Inglaterra puedan saber Filosofía los Plebeyos, y entre estos también las Mujeres”, *DLE* VII, 73.

⁸⁷ En el extracto al Norte Crítico de Jacinto Segura se reproducen estas palabras de su Tratado: “a fin de que no se haga vulgar [el Tratado], por razón de que ni la Crítica es para el vulgo, ni algunos asuntos que en él se elucidan”. Y a la crítica del *Diario* por no traducir los textos latinos en un libro escrito en romance el dominico responde: “Para que mi libro del Norte no corra entre el Vulgo y por las Barberías es causa eficaz que en él no estén vertidos en Romance los lugares Latino, habiendo gran copia de ellos del Obispo Cano, de D. Nicolás Antonio y de otros Autores, que necesitan sean Literatos los Lectores para su inteligencia, a la que no llegan medianos Gramáticos”. El publicista argumenta de esta guisa en su contra: “Y para autorizar su proceder recoge varios ejemplos, en especial de Autores Españoles [...] La razón alegada es más concluyente de lo que le parece al Padre pues su Rma. se expone a que le diga alguno: Si la Crítica no es para el vulgo, para qué saca en Idioma vulgar la presente Obra del Norte Crítico?” *DLE* II, 106 y *DLE* V, 286.

diaristas estaban de acuerdo con el fondo del asunto, porque no se diferencia mucho la frase entrecomillada anterior de lo que el erudito valenciano expresaba en la *Introducción* a la *Filosofía* de Juan Bautista Berni. Las discrepancias residían más en las formas y en los vehículos que se utilizaban para extender la cultura moderna –los papeles periódicos, los extractos, los escritos de entretenimiento divulgativo, las actividades científicas recreativas, frente a los manuales, tratados o disertaciones –que en la propia cuestión de hacer accesible a una mayoría las luces de la razón. El enfrentamiento entre los afines a Mayans y los afines a Feijoo refleja, como dice Álvarez de Miranda, dos concepciones o modelos opuestos de la Ilustración⁸⁸. En torno a estos dos modelos se movieron buena parte de los literatos de la primera mitad del setecientos.

La conformidad de los redactores con el P. Feijoo es evidente, tanto en su apuesta por la ciencia moderna como en su deseo de dar a conocer a un público extenso las novedades que surgían en los distintos campos del saber. Aunque los *diaristas* negaron la acusación lanzada por el P. Segura de pertenecer a la “facción y pandilla” de los seguidores de Feijoo no por ello dejaron de hacer una cerrada defensa del benedictino, del que “celebraban sus doctrinas todos los literatos del país”⁸⁹. Esta afinidad con Feijoo provenía de una similitud de ideas, valores y actitudes y nada tenía que ver con el trato personal pues según declaraban no habían tenido el menor trato con Feijoo o con Sarmiento, a quien apenas conocían de vista⁹⁰. Como contrapartida a la afiliación que les asignaba Segura, los redactores lo tildaron de *mayansista*, *mañerista*, *armestista*, *torrista* y *ustarrozista*, títulos asociados a los prohombres que vertían con denuedo su censura sobre el *Diario*.

⁸⁸ Álvarez de Miranda, *Palabras e Ideas...*, 32- 35.

⁸⁹ DLE V, 270. Se trata de la reseña de la *Apología contra los Diarios de los literatos de España*, del P. Segura (1668-1748?), publicada en Valencia por Joseph Lucas. La enemistad de Segura con el benedictino ya se había manifestado anteriormente. Según se cuenta en la reseña de otra obra del mismo autor titulada *Norte crítico con las reglas más ciertas para la discreción en la Historia*, Segura se enfrascaba en una larga digresión para reivindicar la utilidad del *Theatro de la Vida Humana* y del Diccionario de Calepino, obras que había impugnado Feijoo. A las alabanzas al *Theatro de la vida humana* el oponía la demoledora sentencia de Muratori de la *Reflexiones sobre el buen gusto*: “Ciertamente, no se puede expresar la multitud de los que deben la composición de Sermones, u otros razonamientos a aquella vasta miscelánea del *Theatro de la Vida Humana*, la cual, aunque inútilísima para los sujetos verdaderamente Literatos, no deja de ser utilísimo, y cómodo refugio para Aquel que sin estudio quiere parecer hombre estudioso”; y respecto de Calepino, además de acusarle de plagiarlo, le negaban cualquier valor académico, denigrando a los que lo citaban con el calificativo de vulgarísimos, epíteto que ciertamente dirigían a Segura por el buen acopio que hacía de los voces del diccionario. En DEL II, 207. Posteriormente, al defenderse de los ataques del dominico vertidos en su Apología, volverán a referirse a Muratori, extrañándose de que Segura diga desconocer a autor tan celebrado.

⁹⁰ DLE V, 326.

6.1.4 El Diario de los Literatos de España⁹¹, cronista de la vida intelectual española (1737-1738).

Dado que la actividad del *DEL* se corresponde con la salida al mercado de las obras de Berni y Herrero, me parece oportuno recoger las reseñas y extractos aparecidos en la publicación relativas a las obras relacionadas con la filosofía natural, marco en el que se desarrollaba esencialmente la física en España por entonces. Pese a ser un periódico bibliográfica, el examen de los informes relacionados con esos temas cumple varias funciones importantes: darnos una visión del estado de la ciencia en España y del marco conceptual que orientaba el estudio de la naturaleza, investigar las fuentes de información a las que tenían acceso los llamados literatos, esclarecer las cuestiones científicas que atraían su interés y conocer ciertos modos de circulación del conocimiento científico.

6.1.4.1 Elogio de la vernáculo.

El extracto que de la obra de Berni hizo el *DLE* nos abre una ventana al mundo literario de la época y a la situación de la física en España. Fue el primer libro reseñado en la publicación, lo que da una idea de la importancia que los redactores concedían a esta materia⁹². La obra, escrita en castellano, representaba una novedad en España que no dejó de ser señalada y alabada por los *diaristas*. Por primera vez un autor escribía sobre filosofía en romance. Lo cierto es que la obra de Berni tenía más de manual que de obra de pensamiento propio, y los manuales normalmente se escribían en latín tanto en España como en el extranjero, pues tenían un uso académico⁹³.

En este artículo que inauguraba la colección se realizaba un resumen y se apuntaban unos errores menores que no menguaban el crédito del escrito. El segundo tomo se extractó con mayor amplitud que los restantes en razón a que se apartaba de la física tradicional aristotélica y, según los redactores, fundaba una nueva física cercana a la de Gassendi: tenía además el atractivo de ser la primera vez que se escribía sobre física, todavía filosofía natural, en lengua vulgar. La reseña de la obra siguió las reglas de cortesía a las que inicialmente se adhirieron los *diaristas*, es decir, resumir e informar sobre los puntos más destacables, sin entrar en valoraciones ni reparos; señalaron, eso sí, que se trataba de

⁹¹ *Diario de los Literatos de España: en que se reducen a compendio los Escritos de los Autores Españoles, y se hace juicio de sus Obras, desde el año 1737* (Madrid: Antonio Marín, 1737-1742). Del *Diario* se publicaron siete tomos, el último de los cuáles salió en 1742. Las reseñas corresponden a libros publicados.

⁹² *DLE* I, 1-34.

⁹³ Desde mucho antes de que se imprimiera la obra de Berni se habían escrito en otros países libros de física o de filosofía en vernáculo, pero los manuales dirigidos a la universidad solían estar en latín. El *Compendio matemático* de Tosca está en castellano, pero no así el *Compendium philosophicum* aunque al parecer la primitiva intención del oratoriano fue darlo a la imprenta en romance.

una obra estimable, escrita en estilo llano. Es razonable pensar que en el momento de escribir el extracto las relaciones entre Mayans y los redactores del *DLE* no estuvieran tan agriadas como lo estarían tras la publicación de la censura de Mayans a la *España Primitiva* de Francisco Xavier de la Huerta Vega, uno de los fundadores del *Diario*; el encono entre la publicación y el solitario de Oliva se agravó tras la crítica posterior de Salafranca a los *Orígenes de la Lengua Española*. Llama la atención que los *diaristas* no se percataran de los numerosos préstamos tomados de Tosca, lo que me induce a creer que o bien no habían leído al eminente oratoriano, o si lo habían hecho, suspendieron su censura en pro de un afán superior, el de la instrucción pública, pues en general mostraban poca comprensión con los que consideraban plagiarios.

El extracto de la obra ocupó 33 páginas, la mayoría de las cuáles se dedicaron al tomo II, que correspondía a la Física y que venía dividido en cuatro libros. Los redactores resaltaron que Berni analizaba las cuestiones que interesaban a la filosofía natural desde las perspectivas de Aristóteles, Descartes y Gassendi, impugnando las que le parecían erróneas y dando finalmente su opinión al respecto. Tanto el autor como los redactores sustentaban sus afirmaciones en términos de materia y forma, causa eficiente y formal, sustancia y accidente, es decir, dentro de las pautas de la filosofía escolástica en la que todos ellos habían sido educados; cuando hablaban de física moderna no se alejaban de Descartes y de Gassendi. Ni Berni ni los *diaristas*, al hablar de experimentos, pensaban en experiencias cuantitativas que corroborasen la teoría, siguiendo el modelo galileano, o en experiencias indagatorias sobre la naturaleza y causas de los procesos; más bien parecían contemplar un empirismo que hundía sus raíces en Bacon y Boyle y cuyas pretensiones no iban más allá de una descripción fenomenológica de las observaciones, de las que inductivamente se aventuraban consecuencias plausibles que, sin embargo, y pese a las declaraciones de independencia respecto de cualquier sistema, no podían sino estar enmarcadas en una teoría.

6.1.4.2 Una crítica despiadada en guante de seda.

El atraso de las letras españolas, un tema recurrente en el *Diario*, fue tratado con motivo de la publicación de la obra del P. Joseph del Espíritu Santo *Medulla Theologiae*. Años antes, en 1728, el autor había dado a la imprenta su *Medulla Philosophiae pro Triennali Cursu*, un manual utilizado en el Seminario de Nobles de Madrid que con cierto retraso se comentaba en este artículo de nuestra publicación. Los *diaristas*, tras una breve explicación sobre las intenciones del autor expuestas en el *Prólogo* y sobre la estructura

de la obra, pasaban directamente a realizar una acerba censura del contenido y del método; hacía tiempo que habían arrinconado las formas amables del primer tomo. Para comenzar abominaban de un texto tan obsoleto y tan ajeno a los que se publicaban en otros países, ya fueran católicos o protestantes. El desconocimiento de las nuevas aportaciones y sistemas era el gran defecto de la *Medulla* y la repulsa que este hecho originaba en los *diaristas* se extendía a aquellas personas que habían aprobado y alentado su publicación⁹⁴. La crítica se extendía al carmelita descalzo y a las Órdenes religiosas que, recordemos, eran responsables en gran medida de la educación de la juventud. El tratamiento de la Física resultaba árido, algo que si era difícil de tolerar en los primeros tiempos de la Escolástica, no admitía perdón “en el Siglo presente, en que las navegaciones, las experiencias y la crítica la han hermosado y enriquecido tanto”⁹⁵. Era imprescindible familiarizarse con las novedades filosóficas, aunque fuera para refutarlas, y el *Diario* ponía el ejemplo del P. Juan Bautista de Benedictis (1641-1706), de la Compañía de Jesús, ferviente seguidor del sistema de Aristóteles, que en su *Filosofía Peripatética* detallaba, rechazaba y despreciaba los sistemas modernos, con lo que al menos los daba a conocer. Aclaremos que nuestros redactores no aprobaban este empeño en maltratar las nuevas doctrinas, recordando que en ellas había muchas cosas útiles.

Arremetía también el *DLE* contra la brevedad de la obra, en la que hallaba poca filosofía, resultando un texto insuficiente para los tres cursos a los que estaba destinada. Tampoco aprobaba el estilo y el latín utilizado, del que estaban ausentes las nuevas voces y expresiones aportadas por muchos autores modernos con las que se soslayaban algunas de las oscuridades y ambigüedades de la escolástica. Y no veían mayor interés en el nuevo método que pregonaba el autor, basado según los *diaristas* en acortar la exposición, suprimiendo supuestos y citas. En realidad lo tildaban directamente de malo. Pese a las opiniones negativas vertidas, se terminaba el artículo alabando el ingenio del autor, la claridad del estilo y lo apropiado que resultaba el libro como manual para los jóvenes estudiantes, en clara contradicción con lo afirmado con anterioridad, fórmulas protocolarias que no ocultaban la contundencia del vapuleo. ¿No querían acaso los *diaristas* enemistarse con los poderosos padres jesuitas del Seminario de Nobles? ¿O más bien dirigían veladamente un ataque contra la educación de las clases dirigentes del país

⁹⁴ A ellos se refería el redactor de esta manera: quienes “tal vez no estarían informados de las novedades de la Filosofía, [...] no hay en las Librerías de las Comunidades Religiosas, [...] aquella copia de Libros modernos, que puedan preparar el juicio para juzgar sobre la necesidad de descartar los antiguos Cursos Filosóficos”, *DLE* VII, 72-73.

⁹⁵ *DLE* VII, 78.

en manos de los padres de la Compañía? Porque si el manual tenía poca filosofía, era anticuado y podía aprenderse en menos de un curso, y al mismo tiempo resultaba proporcionado para los jóvenes nobles, lo que en realidad parecen decir los *diaristas* es que la nobleza recibía una deficiente formación, estaba poco interesada en las Letras y Ciencias y se limitaban en el mejor de los casos a conservar su herencia, despreocupándose del bien común⁹⁶.

6.1.4.3 Una ciencia trasnochada.

El atraso de la ciencia española, que tantas veces denunciaron los *diaristas*, se revela con claridad en la reseña del *Tratado de la naturaleza, origen y causas de los cometas*, del jesuita Joseph Cassani (1673-1750), publicado en 1737, pero escrito más de treinta años antes, un hecho que subrayó el *Diario* con una cierta ironía al afirmar que “y no habrá Erudito que se atreva a dudarlo: evidenciándose esta verdad con los Autores que cita, pues los más modernos son del siglo pasado”⁹⁷. En efecto, el *Tratado* se basaba en las observaciones del P. Christopher Scheiner (1591-1650), Galileo, Descartes y el P. Millet Deschales (1621-1678). El redactor reconvenía al religioso por alegar que no creía que llegaran a tres los tratados de cometas debidos a autores españoles y para enmendarle la plana daba un listado con los nombres de algunos de los que habían publicado sobre estas luminarias, entre ellos, Jerónimo Muñoz y Joseph Zaragozà.

El comentarista destacaba que para Cassani, como para otros autores, los cometas eran fenómenos naturales de origen supralunar que se producían por emisión de la materia que el Sol arrojaba a la superficie en su movimiento de rotación: eran las emisiones de las fáculas y manchas solares. Algo que, aunque no lo mencionaban, no representaba novedad alguna, pues el *Diccionario de Autoridades* ya recogía el origen supralunar de los cometas y la hipótesis de las exhalaciones basándose en la autoridad del P. Tosca. Los redactores, en este primer tomo, trataron educadamente a los autores que extractaban pero no dejaron de señalar que Cassani negaba el movimiento periódico de los cometas, refutando al célebre Cassini; en su contra, el encargado de la reseña expuso una opinión favorable a Cassini que no era otra sino la mantenida por el también jesuita Nicasio Grammaticus o Grammatici (1684-1736) en su tratado titulado *Exercitatio de cometa anni*

⁹⁶ Este manual estaba destinado a la educación de los Seminaristas, “para unos jóvenes, que al mismo tiempo se ejercitan en otras habilidades, con el esplendor y magnificencia que ya es bien notoria en toda nuestra España; por lo que cualquiera extensión mayor que la que se halla en esta Medula sirviera de mucho embarazo; y la recibiera con mucha violencia quien no la necesita para hacer fortuna, sino para poseer decorosamente la que hereda”, *DLE* VII, 82.

⁹⁷ *DLE* I, 338-339.

1723, en el que proclamaba la identidad de los cometas de 1707 y 1723, prediciendo que volvería a ser observado en el año 1739⁹⁸. Frente a la contundencia de Cassani negando que los cometas fueran meteoros formados por las exhalaciones terrestres, el articulista recordaba que había autores que defendían esta doctrina, como el acérrimo seguidor del aristotelismo y correligionario de Cassani, el P. Benedictis. ¿Quería el redactor subrayar la flexibilidad jesuítica capaz de sostener opiniones que militaban en campos antagónicos? Porque, como moderno, el *diarista* estaba de acuerdo con la opinión de Cassani al respecto⁹⁹.

6.1.4.4 Contra el aristotelismo.

Las objeciones del *Diario* respecto al aristotelismo fueron notables, empezando por la jerga que utilizaban los escolásticos, lo que de paso le sirvió para reivindicar la lengua vulgar como medio de comunicación filosófica¹⁰⁰. Para el redactor, “el Aristotelismo es un arenal que no fructifica cosa alguna: antes bien ha sido causa de que en todos los siglos pasados se esterilizaran tan infinito número de almas aplicadas a sus abstractos, a reserva de lo que ha servido a la Teología Escolástica, o le han hecho servir por los motivos que constan a los Eruditos”. A estas duras palabras se añadía que “no se extrañará la divina permisión de ser expuesto este Filósofo [Aristóteles] al desprecio de tantos rivales”¹⁰¹, justificando de este modo el asedio que los modernos habían iniciado contra el peripato. Pero es que, además, no se podían negar los progresos de la física moderna, de los que había numerosos testimonios y observaciones recogidas en las *Philosophical Transactions*, o en las *Memorias de las Academias* de Francia, de Alemania y de Italia; o en los escritos de autores como Scheucer¹⁰², Vallisneri¹⁰³ o Musschenbroek (1692-1761),

⁹⁸ DEL I, 346-347. El redactor reproducía un par de párrafos de la obra de Grammaticus y la traducción correspondiente al castellano, de lo que se deduce que la debía conocer bien.

⁹⁹ Reproduzco la frase a que me refiero: “y aunque afirma [Cassani] que solo se acuerda de esta sentencia para impugnarla, no faltan Autores que hacen memoria de ella para defenderla, como el Padre Juan Bautista de Benedictis, de la Compañía de Jesús, en su *Philosophia Peripatetica*, que dio a luz en el año 1723”, DEL I, 349.

¹⁰⁰ pues “si los Sistemas antiguos se pudieron saber en cualquier idioma del Mundo, el Aristotélico no se puede explicar completamente en ninguno [...]. Por ello no extrañáramos que alguno dijera que no quería ciencia que no se pudiese saber clara, y distintamente en el propio idioma: porque el hombre le crió Dios perfecto con un solo idioma y para hacerse sabio en las cosas visibles, le hacen tan imperfecto, que no puede conocer científicamente su gran madre la naturaleza”, DEL VI, 75.

¹⁰¹ DEL VI, 99-100.

¹⁰² ¿Se refieren a Johann Jacob Scheuchzer (1672-1733), médico y naturalista suizo conocido por su interpretación de los fósiles como vestigios del diluvio universal? De ello trata su *Herbarium antediluvianus*.

¹⁰³ Antonio Vallisneri, médico que apoyaba la adquisición del conocimiento de la naturaleza mediante la razón y la experimentación. Editor, junto con Apostolo Zeno y Francisco Scipione Maffei del *Giornale de Letterati*. La BNE guarda un ejemplar de sus *Opere fisico-mediche*, de 1733, de las cuales se hizo una larga

y otros que informaban también de las mejoras introducidas en el sistema de Aristóteles, que no había sido olvidado en el extranjero.

La reseña crítica de los *Desengaños filosóficos* de Juan de Nájera (1677-1748) puede tomarse como una síntesis de las ideas principales que dirigían la línea, llamémosla editorial, de la publicación¹⁰⁴. El desengañado destacaba la superioridad de la Filosofía de las Escuelas sobre las modernas en atención a su autoridad, experiencia y razón, para terminar estipulando la conveniencia de abandonar los nuevos sistemas y dedicarse a estudiar un escolasticismo depurado de nimiedades¹⁰⁵. Sostenía que los nuevos sistemas filosóficos eran reducibles a la filosofía aristotélica, excepto el cartesiano, que rechazaba totalmente. Era toda una renuncia a la defensa que Nájera había hecho anteriormente del sistema de Maignan.

En el extracto de la obra se recogían los puntos más importantes de los *Desengaños*: rechazo a la concepción cartesiana de una materia sin otra actividad eficiente que la impropia, es decir, a una materia inerte y pasiva; objeción a la reducción de las operaciones de la naturaleza a interacciones mecánicas; compatibilidad de todos los sistemas, a excepción del de Descartes, con el al aristotélico, que era el más probable¹⁰⁶; escepticismo riguroso respecto a las posibilidades del conocimiento humano, con lo que finalmente lo único infalible era la fe, aunque había certeza física en los sentidos y en algunas demostraciones. La postura de Nájera no era comparable desde luego a la de los sectarios escolásticos, contra los que había embestido en ocasiones anteriores; en realidad estaba desengañado de cualquier sistema, incluido el aristotélico pues que “ni éste, ni otro alguno,

reseña en diciembre de 1734 en las *Mémoires de Trévoux*, y de *De corpi marini*, de 1721. Scheuchzer y Vallisneri mantuvieron durante años una gran amistad y extensa correspondencia, ambas prácticamente truncadas posteriormente. Hay que señalar que Scheuchzer y Vallisneri discrepaban en cuanto al papel que había que conceder al Diluvio Universal en geología. Sobre Vallisneri, Rhoda Rappaport, «Italy and Europe: The Case of Antonio Vallisneri (1661-1730)», *History of Science*, 29 (1) (1991), 73-98. [consulta 16 de agosto de 2016].

¹⁰⁴ Juan de Nájera, *Desengaños filosóficos*. Primero, en que se demuestra que las Razones Seminales de San Agustín, admitidas y explicadas por los Doctores solemnes, no son los Compendios Cartesianos. Segundo, en que se reducen los nuevos sistemas philosophicos, excepto el Cartesiano, a el Aristotélico de las Escuelas, por la clave de la famosa distinción de potencia y acto. Tercero, en que se concluye que la Philosophia de las Escuelas obtiene de justicia la primacía que posee sobre las modernas, por autoridad, por experiencia y por razón (Sevilla: Imprenta Siete Revueltas, 1737).

¹⁰⁵ Respecto a la palabra nimiedad he de hacer notar que la primera acepción recogida en el *Diccionario de Autoridades* es la de exceso o demasia y en este sentido hay que interpretarla generalmente cuando aparece en un texto del XVIII. Es cierto que también se utilizaba en sentido familiar por poquedad o cortedad, pero el propio diccionario decía que “se debía corregir, pues significa esta voz totalmente lo contrario”.

¹⁰⁶ DEL VI, 62. Al hablar de probabilidad Nájera y los *novatores* no pretendían asignar cierto grado de certidumbre medido por una cantidad; se trataba en realidad de establecer que las hipótesis no eran contrarias a los hechos o a la razón.

es más que pura hipótesis y voluntaria posición”¹⁰⁷. Se alejaba de los escolásticos acérrimos en cuanto que admitía la libertad de filosofar y propugnaba la enseñanza de Descartes, a pesar de sus discrepancias con el cartesianismo. Por lo demás, aceptaba muchas de las cuestiones defendidas por los *novatores*¹⁰⁸. Terminado el extracto, en el que se recogía el pensamiento de Nájera que se ha expuesto en los párrafos anteriores, los *diaristas* cargaron contra el estilo lacónico, el lenguaje y la falta de método de la obra con mordacidad¹⁰⁹.

En el *DLE* se reconocía inicialmente que Nájera no se había dejado llevar por la pasión y el odio del converso hacia sus anteriores aficiones, pero se destacaba que en todo el escrito sobrevolaba el temor a que en España se propagasen el cartesianismo y los demás sistemas modernos. Sin embargo, avanzando en el artículo el redactor le acusaba de lo contrario, de haber “escrito con una pasión muy descubierta” contra las doctrinas cartesianas, emparentándolas con las de Espinosa¹¹⁰. El recelo con que Nájera contemplaba la expansión del cartesianismo en España resultaba a todas luces injustificado para los redactores, ya que el conocimiento que se tenía en España de Descartes y de otros filósofos modernos era bien escaso y eran todos ellos ignorados en unas cátedras escolásticas cuya doctrina no podía ser otra que la aristotélica, por su vinculación con la Teología. Ahora bien, se preguntaban los *diaristas*, ¿era ineludible impugnar a Descartes y a otros filósofos cuando sería difícil hallar dos literatos que hubieran leído todas las obras de Cartesio? Como mucho, apuntaba el *Diario*, se conocía la filosofía cartesiana por las impugnaciones de los peripatéticos o por Antoine Le Grand (1629-1699), a quien, de hecho, había mencionado Nájera en su *Introducción* y en el texto principal¹¹¹. Por no hablar de los últimos sistemas, de los que ni siquiera se sabía el nombre y que probablemente eran desconocidos por el fraile mínimo. No sé a qué sistemas podían referirse los *diaristas*, no nos dan

¹⁰⁷ DEL VI, 49.

¹⁰⁸ Aceptaba la materia sutil, cierto atomismo matemático, el peso del aire, la fluidez de los cielos, el vacío diseminado, el fuego formal del sol y la corrupción y generación en los cielos.

¹⁰⁹ “[...] Las digresiones son tantas y tan largas que no dejan conocer orden ni método [...] con el lenguaje Español de estos Desengaños se puede probar la ventaja que hacemos a las demás lenguas; pues exceptuando las partículas del Artículo y algunas otras, lo demás está todo hablado en Español y en Latín con unas mismas voces”, DEL VI, 74.

¹¹⁰ DLE VI, 102-105.

¹¹¹ El texto del *Diario* dice: “y si algunos más hubiere que hablen de la Filosofía Cartesiana, es de los que encuentran impugnado uno u otro lugar en los nuevos Cursos de Filosofía Peripatética: o se han instruido por Le Grand, a quien un juicioso Extranjero llamó el Cartesio enervado”, DLE VI, 78. Le Grand fue un franciscano que propagó el cartesianismo en Inglaterra dándole forma escolástica de forma que pudiera ser aceptado por las escuelas. Su obra *Institutio philosophiae* (1671) conoció varias ediciones; contra Samuel Parker escribió *Apología pro Renato Descartes* (1681). Publicó con anotaciones el tratado de física de Jacques Rohault en latín (1691) y, en 1694, *An entire body of philosophy according to the principles of the famous Renate des Cartes*.

ninguna pista sobre los mismos, porque en los *Desengaños* se mencionaban los sistemas de Leibniz y de Newton, aunque de pasada y sin concederles mayor importancia. En realidad Nájera los despachaba sin prestarles más atención que unas pocas líneas que recibían la severa amonestación de los redactores¹¹².

Frente a la postura de Nájera a favor del sistema peripatético y su desprecio por los de los modernos, los *diaristas* valoraban las numerosas observaciones que estos habían propiciado y que habían conducido a un mejor conocimiento del mundo sensible, aunque alertando de que en muchos casos se fundaban en principios hipotéticos. No podían disculpar el desconocimiento que Nájera tenía de ciertos autores, menos todavía que sus referencias respecto de los progresos de la Física fueran la *Historia de las Plantas* de Juan Vigier (1662-1723) y la *Economía del Mundo* de Juan Zaanh (1631-1707)¹¹³, “que es lo mismo que si para probar los adelantamientos de la Poesía en España se alegaran a Barbadillo y a Juan Cabeza”¹¹⁴. En cuanto al intento de Nájera de conciliar los sistemas modernos, salvo el cartesiano, con el aristotélico la posición del *DLE* era tajante. Con este empeño “se atropellan todas las leyes de la Filosofía”¹¹⁵, censurando las simplificaciones que consideraban que las diferencias conceptuales no eran sino terminológicas, puesto que la cuestión no estaba en que los modernos utilizasen distintas voces para los mismos

¹¹² El texto de Nájera dice: “Para concluir estos discursos omito de propósito tratar de los famosos sistemas de Neuton y Leibnysio. El primero desechando todos los sistemas nuevos y viejos solo admite unos pocos principios matemáticos por los cuales casi nada se percibe, ni *probabiliter*, de los efectos naturales y el otro con sus mónades o mónadas siembra todo de infinitas invisibles animillas y yo me acuerdo haber leído estas mónades, y otros delirios, en un Hereje antiguo condenadas”. *Desengaños Filosóficos*, 58. Los *diaristas*, por su parte, contestaban de esta guisa a Nájera: “Para concluir estos discursos de propósito se reservan los Sistemas de Newton, de Leibniz, sin detenerse en más que decir de Newton que solo admite unos pocos principios Matemáticos por los cuales ni aun probablemente se perciben los efectos naturales. De Leibniz, que con sus mónades o mónadas lo siembra todo de infinitas invisibles animillas; pero si consideramos este modo de despreciarle, podemos asegurar que nuestro Autor no se ha informado de los principios Filosóficos de Leibniz sino por la Filosofía Polingana, que los refiere muy diminutos; y así éstos, como la Theodicea y otros Escritos de este Autor han costado muchos años de reflexión a los más sabios Teólogos Católicos para censurarlos; y si a nuestro Autor le parece, aunque sean un error, que se pueden despreciar con ese nombre, pruebe a decírselo en otro idioma al Volfio, que aún vive”, *DEL VI*, 50.

¹¹³ La obra de Vigier se publicó primero en francés en 1670, y posteriormente en 1718, durante su estancia en Portugal como médico del rey Joao V. En cuanto a la *Economía del mundo*, se trata de la *Specula physico-mathematica-historica*, una enciclopedia de ciencias naturales impresa en Nuremberg en 1696 y escrita por Johann Zahn, no Zaanh como reconocen los *Desengaños* y el *Diario*. Zahn, autor de cierto éxito en su época, es hoy más conocido por su *Oculus Artificialis Teledioptricus Sive Telescopium*, sobre la cámara oscura y las linternas mágicas.

¹¹⁴ *DLE VI*, 98. Tanto Cabeza (1635-1704) como Barbadillo –supongo que se trata de Alonso Jerónimo de Salas Barbadillo (1581-1635)– fueron prolíficos escritores barrocos que no debían de ser especialmente apreciados en aquellos años en los que se denostaban los excesos culteranos y conceptistas del siglo anterior. La comparación, pues, tenía su carga de mala intención y de descrédito.

¹¹⁵ *DLE VI*, 95.

elementos que los aristotélicos¹¹⁶. El *DLE* continuaba después preguntándose por el motivo de la exclusión de Descartes de los intentos de Nájera para conciliar las filosofías modernas con el aristotelismo reformado, si las diferencias eran tan solo terminológicas, pues otros autores habían encontrado el modo.

No pasó por alto el *DLE* la opinión de Nájera sobre la utilidad de las matemáticas y aunque no se manifestó con la rotundidad con que lo haría en los párrafos siguientes sobre la anatomía, sí dejó constancia de la importancia que iban adquiriendo para la física, aunque sin aventurarse a defender que esta ciencia pudiera desvelar los secretos de la naturaleza¹¹⁷. El autor de los *Desengaños*, era consciente de la importancia creciente que el conocimiento matemático iba adquiriendo en el estudio de la naturaleza y del peso que tenía entre ciertos filósofos, pero consideraba que era tan perjudicial para la física como lo había sido la metafísica, con el añadido de que podía llevar al ateísmo¹¹⁸. Los *diaristas* se mostraban más favorables al conocimiento matemático, y para que su alegato se viera reforzado con el peso de la tradición mencionaban la obra del jesuita boloñés Giuseppe Biancani (1566-1624), *Aristotelis loca Mathematica*, aparecida en 1615, en la que se repasaba los elementos matemáticos que figuraban en las obras del ídolo de los escolásticos¹¹⁹. Respecto de la anatomía no se mostraron los *diaristas* tan indulgentes, como ellos mismos declararon. A favor del estudio de la anatomía citaban a Hoffman y a Boerhave y

¹¹⁶ En la reseña se subrayaba que el sincretismo filosófico ya había recibido una dura crítica por parte del autor de las *Observaciones Selectas*, quien, en concreto, había atacado los intentos de Duhamel (1624-1706) en este sentido, *DLE* VI, 96. El redactor no daba más información de esta obra, que debía de ser lo suficientemente conocida entre los eruditos españoles como para no necesitar mencionar al autor. Tampoco lo había hecho Feijoo en su artículo sobre las *Guerras filosóficas*, ni en el tomo segundo de su *Apología* contra Francisco de Soto Marne. Con el título *Observationum Selectarum ad rem litterariam spectantium* se publicó en 1706 el tomo primero escrito por Nicolás Jerónimo Gundling (1671-1729); una segunda edición se imprimió en Halle en 1737. Pero con este mismo título aparecieron a partir de 1700 varios volúmenes con observaciones de diversos autores, sin que figurase el nombre de ninguno de ellos. Tanto Feijoo como el redactor del *Diario* se referían a esta segunda obra, ya que las citas y menciones aportadas se corresponden con los volúmenes y observaciones que se nombran. Sobre Gundling y su obra véase Jean Pierre Niceron, *Mémoires pour servir à l'histoire des hommes illustres*, Tomo XXI, 390. [Consulta 21/VIII/2016] en <http://gazetier-universel.gazettes18e.fr/periodique/memoires-pour-servir-lhistoire-des-hommes-illustres-1727-1745>.

¹¹⁷ “Solamente notaremos de paso que las Matemáticas se discurren entre los Extranjeros tan necesarias que muchos Autores han escrito la Matemática necesaria para la Filosofía. Y el que quisiere subsistir en el dictamen de su Rma. seguirá a un buen Maestro, pero no entenderá la mayor y mejor parte de los Escritos Extranjeros; ni aun a Aristóteles en ciento y cincuenta lugares, como testifica Blancano (*sic*) en sus lugares Matemáticos. Sea ornato en fin, como dice su Rma. la Matemática, pero sépase también que es necesaria”, *DLE* VI, 111.

¹¹⁸ Para Nájera, “no menos se perjuicia la Física con la nimia sutileza Metafísica, que con la nimia abstracción Matemática. Aquel error Cartesiano del vacío imposible, y el espacio increado, se originó de esto, por cuyo portillo introdujo Espinosa el Ateísmo. El Galileo, célebre Matemático Florentino, viendo que lo principalísimo de la Física era el movimiento, como desesperase de darle alcance por el camino Físico, y Metafísico, introdujo a manos llenas las Matemáticas en la Filosofía”, *DEL* VI, 69.

¹¹⁹ Como apéndice a esta obra figuraba *De mathematicarum natura dissertatio*, donde Biancani hacía una encendida defensa del carácter científico de las matemáticas.

recordaban que el doctor Martín Martínez predicaba que si estuviera en su mano legislar exigiría un año de estudio anatómico a todos los galenos que salieran de la Universidad¹²⁰. Pero por si no satisfacía la utilidad de la anatomía desde el punto de vista médico, se señalaba, citando a Antonio Cocchi Mugellani (1695-1758), en su *De Usu Artis Anatomicae Oratio*, el provecho que podía reportar para “arreglar las costumbres y moderar las pasiones, descubriendo los estragos que causan la intemperancia y la incontinencia en aquellos que se entregan a estos vicios”¹²¹.

Esta percepción de la incapacidad de las matemáticas para desentrañar el mundo sensible era, según Olga Quiroz-Martínez, común a los ecléticos españoles¹²²; el pobre cultivo que de las ciencias exactas se había realizado en el país perjudicó indudablemente el desarrollo de una física desembarazada de las preocupaciones formales y abstrusas de la filosofía natural. La nueva física había emprendido el camino de la formulación matemática de las leyes naturales, de la cuantificación de los fenómenos y de la introducción de nuevas magnitudes que se relacionaban entre sí mediante ecuaciones, de las cuales se obtenían resultados contrastables.

Respecto a Descartes, dos puntos centraban las discrepancias del autor de los *Desengaños*: el primero era la eternidad de una materia increada que, según Nájera, se deducía de los escritos de Descartes; el segundo, la duda cartesiana. El autor de la reseña parecía conocer bien los *Principios de Filosofía* y de la edición de 1668 de las *Epístolas*, pues especificaba las páginas en las que se encontraban los párrafos transcritos que oponía a las razones de Nájera. Respecto de la primera cuestión aducía que muchos autores habían admitido la materia increada, desde Aristóteles a Burnet y Jurieu, pasando, entre

¹²⁰ DLE VI, 111-112.

¹²¹ DLE VI, 114. Esta referencia a Antonio Cocchi parece sacada de la reseña que sobre la obra se hizo en *Journal de Trévoux* de julio de 1738. En efecto, el diario francés habla siempre de M. Mugellan, como hacen los diaristas, cuando lo lógico sería llamarlo Cocchi. Transcribo el texto francés para que se compare con el texto español: “Elle doit faire partie des connoissances d’un honnête homme, d’un homme des Lettres, d’un savant. Elle est sur tout nécessaire aux Peintres et aux Sculpteurs. Elle est même, qui le croiroit? elle est très propre continue M. Mugellan à régler les mœurs & à moderer les passions, en découvrant les ravages que causent dans ceux qui s’y abandonnent, l’intemperance & l’incontinence; désordres qu’on éviteroit par une conduite sage & réglée”. *Journal de Trévoux*, julio 1738, 1509.

¹²² Quiroz-Martínez, *La Introducción de la filosofía moderna en España...*, 212: “[...] Los ecléticos separan la matemática de la realidad en cuanto aquella pretende averiguar la naturaleza de las cosas, más no en cuanto pretende captar el orden o las relaciones entre las mismas”. En concreto, para Nájera, el hecho de que la física general no necesitara de las matemáticas provenía de la constitución de los seres naturales, compuestos de átomos que eran insensibles y que por tanto no podían medirse, pesarse o numerarse, las tres acciones propias de las ciencias matemáticas, como cuenta en los *Desengaños*, 106-111. En el ámbito físico, la triple dimensión de los cuerpos solo era válida en un sentido matemático. Esta posición respecto de las matemáticas ya la había sostenido en los *Diálogos*, 38, al discutir la constitución del continuo, que para Nájera estaba compuesto de puntos naturales o mínimos físicos que carecían de partes físicas; sin embargo, se componían matemáticamente de longitud, latitud y profundidad y, por consiguiente eran extensos y tenían figura.

otros, por Espinoza. Tanto Jurieu (1637-1713) como Burnet pusieron en duda la interpretación que consideraba el relato del Génesis como el acto de Creación inicial y único y sostenían, basándose en los escritos de algunos santos padres, que los Ángeles existían con anterioridad a la Creación del Mundo¹²³. El hecho de que el comentarista manejase la edición de la *Archaeologiae* de Burnet de 1692, nombrase a Jurieu y a Sanchoniathon y ampliase la información que Burnet daba de Cassianus apunta a un redactor buen conocedor de lo que se publicaba en el siglo sobre la interpretación de la Biblia; señala a alguien que se plantea la pertinencia de la interpretación literal de la misma y que propone, auxiliado por una buena parte de la patrística, una lectura menos estrecha y rigurosa, aunque comience sancionando que hablar de la materia increada era un error, y buen cuidado tenía que tener con esto, porque la acusación de ateísmo en caso contrario estaba servida. El comentarista, como también lo hizo Feijoo en algunos de sus discursos, reivindicaba la vuelta a los Patriarcas de la Iglesia primitiva, relegados según decía por la escolástica¹²⁴.

Los *diaristas* negaron que fueran sectarios cartesianos y se curaban en salud ante los posibles ataques que podían recibir por su defensa de algunas doctrinas cartesianas frente a las afirmaciones de Nájera, alegando que cualquier impugnación hecha a Descartes en el extranjero había encontrado siempre una réplica, y citando a una serie de autores que habían hablado en contra y a favor del filósofo francés, en relación fundamentalmente con la duda metódica que tanto desasosegaba a Nájera. Muchos de los autores citados eran calvinistas que habían participado en las disputas a favor y en contra del cartesianismo en los Países Bajos y en Alemania¹²⁵. Los *diaristas* no se alejaban de la interpretación, bastante extendida entre los cartesianos, que consideraba la duda cartesiana como hipotética y solo aplicable a las cosas naturales; más aún, argüían que el

¹²³ Thomas Burnet, *Archaeologiae Philosophicae, or The Ancient Doctrine concerning the Original of Things* (London: J. Fisher, 1736), 30. Jurieu sostenía que el Caos y los Ángeles habían sido creados antes del mundo sensible, apelando al testimonio de San Jerónimo y de Sanchoniathon para afirmar que los Ángeles habían estado con Dios desde toda la eternidad o, al menos, que existían mucho antes del Mundo. Las numerosas referencias a Sanchoniathon en el libro de Jurieu, más de cuarenta, reflejan la importancia que la *Historia de la Religión de los Fenicios*, atribuida por Filón de Biblos a este antiguo autor y recogida fragmentariamente por Eusebio de Cesárea en su *Preparación Evangélica*, mereció en el estudio crítico de las Escrituras y de las Religiones en aquella época.

¹²⁴ “El célebre Cardenal de Noris, nos informa también de la ingratitud, con que los Escolásticos posteriores al año 1200, dejaron las doctrinas de los SS Padres por entregarse a *Aristóteles*; de que resultó, que muchos salieron salpicados del Pelagianismo”, *DLE* VI, 100. El testimonio del agustino Noris no resultaba peligroso en el momento de redactar el escrito; años después, sin embargo, podría haber surgido alguna dificultad por el conflicto suscitado entre el reino de España y la Santa Sede debido, a la inclusión de las obras de Noris en el *Índice Expurgatorio* de la Inquisición española, Teófanos Egido, *Los jesuitas en España y en el mundo hispánico* (Madrid: Marcial Pons, 2004) vol. I, 239-240.

¹²⁵ *DLE* VI, 79-80.

recurso a la duda se utilizaba también en las Escuelas al discutir las verdades cristianas y negaban que se aplicara a cuestiones de fe, tan solo se aconsejaba en la contemplación de las cosas naturales. Todos los autores que se citan en aquel párrafo habían fallecido muchos años antes de que se imprimiera el tomo sexto del *Diario*. ¿Estamos ante una transcripción de una publicación extranjera o de un tratado filosófico? Todo parece apuntar a que se trata una vez más de un préstamo pues no creemos que los autores calvinistas nombrados fueran las lecturas habituales de los literatos españoles, más si se tiene en cuenta que algunas de sus obras habían sido incorporadas al Índice de los libros prohibidos. En efecto, tras una búsqueda por las diferentes publicaciones periódicas encontramos en *Nova Acta Eruditorum* de enero de 1732, el extracto de la obra del pastor luterano Francisco Buddeo (1667-1729), titulada *Compendium historiae philosophicae* que nos condujo a los seguidores y adversarios de Cartesio nombrados en el *Diario*. En efecto, el párrafo de los *diaristas* está tomado de la obra del filósofo y teólogo protestante, autor conocido en toda Europa y también en España¹²⁶.

Quienquiera que fuese el redactor del artículo, posiblemente Juan Martínez Salafranca, estaba bien informado del pensamiento de Descartes y el de sus detractores y seguidores, así como de las publicaciones sobre hermenéutica bíblica; a su alcance estaba el *Compendium* de Buddeus y otros textos guardados en la Biblioteca Real, a la que tenía acceso. Tampoco desconocía las opiniones de ciertos autores contemporáneos, ya que podía consultar las numerosas publicaciones periódicas que se recibían en la Biblioteca. Así ponía en boca de Voltaire la siguiente frase: “Mr. Voltaire dice de Descartes y de Malebranche que han combatido a Aristóteles sin economía y algunas veces con razón; pero [de Aristóteles] se dice todos los días y se debe decir que su *Physica* no es sino un tejido de errores”¹²⁷.

En la defensa de Descartes frente a Nájera los *diaristas* acudieron también a algunos

¹²⁶ *Nova acta Eruditorum*, febrero 1732, 40 y ss. <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015067123953&view=1up&seq=52&skin=2021> [Consulta 15/04/2016].

¹²⁷ DEL VI, 82. Aunque, según el *Diario*, esta sentencia había sido extraída del *Prólogo* de los *Elementos de la Filosofía de Newton*, la realidad es que no aparece sino en los *Éclaircissements nécessaires sur les Éléments de la Philosophie de Newton*, publicados en mayo de 1738 e incorporados a las ediciones posteriores. Es más que probable que los redactores lo tomaran del *Journal de Trévoux* de julio de 1738 donde se imprimieron completas estas aclaraciones. En concreto, la frase citada es traducción de la que aparece en la página 1469 del *Journal*, con supresión de algunas oraciones: “Descartes & Malebranche ont combattu Aristote sans ménagement & quelquefois avec raison mais ils auroient eu grand tort de le mépriser: c’étoit un génie qui avoit au dessus des Descartes, des Malebranches & des Newtons l’avantage de joindre à une Science immense & à la Philosophie de son tems, la plus profonde connoissance de l’éloquence & de la Poésie; cependant on dit toits les jours & on doit dire que sa Physique n’est qu’un tissu d’erreurs”.

eruditos italianos: Grimaldi, Doria, Spinelli¹²⁸. En la reseña se citaba textualmente a Paolo Maria (*sic*) Doria (1667-1746), añadiendo que a las impugnaciones del filósofo y matemático italiano había contestado Francisco María Spinelli (1686-1752) con unas *Reflexiones* que fueron reseñadas en las *Nova Acta Eruditorum* de febrero de 1735¹²⁹.

6.1.4.5 Flagelo de la ignorancia y adalid de la modernidad.

El tema de la decadencia cultural española está siempre presente en nuestro periódico. El lamentable estado de las Ciencias y de las Artes en España, el estado de postración en que se encontraban, la falta de instituciones científicas, la ignorancia y el desprecio de muchos eruditos y profesores, la escasa calidad de la enseñanza universitaria, la raquítica producción editorial fueron asuntos tratados reiteradamente. Los *diaristas* mostraban su insatisfacción con la precaria educación que habían recibido en las universidades españolas, ajenas a lo que ocurría en el extranjero y ensimismadas en lo que tenían por un pasado glorioso, ignorantes de los progresos realizados en otras partes. Confesaban que habían tenido que leer a los autores modernos, aprender idiomas y Artes y Ciencias extrañas a su estado, y que ello los había llevado a editar el *Diario*, con la intención de extender la modernidad entre sus compatriotas¹³⁰.

En la crítica de los libros que reseñaron no dejaron de señalar la ignorancia de algunos autores que se arrogaban saberes de los que carecían. Títulos como el de la obra del doctor Joseph Aranda, *Descripción tripartita médico, Astronómica*¹³¹, podían hacer pensar que su autor algún conocimiento tenía de Astronomía y que el texto respondería al ambicioso encabezamiento de la obra. Poco o nada se encontraba en realidad de la ciencia de los

¹²⁸ DLE VI: 79-80.

¹²⁹ Las citas del libro de Doria y la referencia a Spinelli o Spinello, coinciden con la reseña de las *Acta Eruditorum*, en un volumen que indudablemente pasó por las manos de los *diaristas*, ya que ellos mismos lo mencionan en relación a la aurora boreal de diciembre de 1737. La errata en el nombre de Doria, idéntica a la de las *Nova Acta Eruditorum*, es un argumento a favor de esta hipótesis. En cualquier caso, lo que vemos una vez más es el importante papel jugado por los periódicos europeos en la consolidación del pensamiento moderno en España, bien a través de la información bibliográfica que ofrecían, bien a través de los extractos. El Grimaldi a que se refiere el *Diario* es Constantino Grimaldi (1667-1750), autor napolitano que se enzarzó en una disputa con el jesuita Giovanni Battista De Benedetti (1641-1706), que bajo el seudónimo de Benedetto Aletino publicó en 1694 *Lettere apologetiche in difesa della teologia scolastica e della filosofia peripatética*. Sobre la disputa entre Aletino y Grimaldi, véase Miquel Beltran Munar, «Reflexiones sobre las memorias de Constantino Grimaldi», *Taula, quaderns de pensament*, 17-18 (1992), 93-100. Juan Bautista de Benedictis fue el autor de una *Filosofía Peripatética* cuya primera edición apareció en 1688; tuvo un relativo éxito, ya que se reeditó en Venecia, en 1723, y en Valencia en 1766.

¹³⁰ DLE VI, xli.

¹³¹ El título completo rezaba *Descripción tripartita médico, Astronómica, que toca lo primero sobre la constitución epidémica, que ha corrido en muchas Ciudades, Villas, y Lugares de los Reinos de España, desde el año de 1735, hasta la mayor parte del año de 1736. Lo segundo, la residencia demostrativa sobre la distinción de la verdadera preñez de la falsa. Y lo tercero, el juicio conjetural Agronómico, Philosophico, y Mathematico, sobre tal Fenómeno Ígneo, que por muchos días se ha manifestado al Oriente, y Occidente, desde el día 27 de Noviembre del año de 1736, finalizando siempre en el Occidente.*

astros; de la descripción astronómica de la epidemia, solo se daba como causa la latitud geográfica de la villa y la inconstancia climatológica, según cuenta el *Diario*¹³². En cuanto al prometido estudio del cometa, no parece que tuviera el beneplácito de los redactores, que disculpaban al autor porque probablemente no había dispuestos de los instrumentos de observación necesarios. En realidad poco tenía de descargo y mucho de mordaz la disculpa, cuando a continuación se preguntaban por el nombre de cometa K que daba el doctor Aranda al fenómeno celeste y conjeturaban maliciosamente que podía tratarse de que “nuestro Autor tomó la descripción de los Cometas de algún Matemático, que demuestra las figuras de los Cometas con láminas, o líneas, y los señala, o nombra con letras separadas, como es costumbre”¹³³. Señalaban pues en su crítica no solo la ignorancia reinante en España en estas materias, también la falta de estudio reflexivo, la precipitación con que se escribía sobre cualquier asunto, la ausencia de elaboración personal en lo tratado, la precariedad de instrumentos con que se contaba, todo ello explicaba el atraso de la nación. Sobre la falta de calidad de los libros publicados en España volvieron a insistir en el tomo siguiente al defender la áspera crítica que algunos les reprochaban¹³⁴.

Ante la precaria situación de la vida intelectual española no cabía sin embargo lanzar únicamente invectivas, era necesario ensalzar las escasas manifestaciones de progreso que a pesar de todo existían, y hacer llegar a la opinión pública los trabajos de aquellos que estaban comprometidos con los avances de los modernos. Por todo ello no escatimarán méritos a la hora de realzar la labor realizada por la Real Academia Médico-Matritense y se dará cabida en las páginas de nuestra obra a las *Efemérides barométrico-médicas* publicadas por la Academia¹³⁵. El *Diario*, fiel a su orientación moderna, explicaba que los académicos realizaban observaciones consistentes en el registro diario del barómetro y del termómetro con el objeto de inferir de ellas el estado de la salud común, relacionándolo con las alteraciones y destemplanzas del tiempo. También se

¹³² DLE IV, 178.

¹³³ DLE IV, 186.

¹³⁴ “[...] encontramos muchos Libros sin estilo, sin método, sin invención, sin pensamientos, sin inteligencia de la lengua Latina, sin erudición si no es la que copian de Autores vulgarísimos, sin elección de Autores porque no los conocen, y sin exactitud en la verdad porque sin crítica no pueden tenerla”, DLE V, IV.

¹³⁵ DLE II, 311 y ss. Se trata del artículo XII, en el que se reseñan las *Ephemerides barometrico-medicis matritenses para el más puntual y exacto cálculo de las Observaciones que han de iluminar la Historia natural y Médica de España, extractadas de Orden de la Real Academia Médico-Matritense*, por el Doctor Francisco Fernández Navarrete, Catedrático de Medicina del Imperial Universidad de Granada, Médico de Cámara con ejercicio de su Majestad y Académico de Número de dicha Real Academia: impresas en Madrid en la Imprenta Real año de 1737, en cuarto, tienen XV páginas sin los principios.

interesaban por el régimen de vientos y por el movimiento de la Luna en los cielos. La idea principal que subyacía en este registro metódico era la de progresar en el conocimiento médico a través de los métodos de la Historia Natural. Por ello se reclamaba la aportación de las informaciones recogidas por otros profesores, reconociendo la dependencia del conocimiento meteorológico de la abundancia de datos. El doctor Francisco Fernández Navarrete, autor de las *Efemérides*, fue casi con seguridad el autor de los extractos aparecidos en los volúmenes segundo y tercero del *Diario*. En la segunda reseña se señalaba que al no poder continuar la Academia las anatomías por el calor se dedican los académicos a realizar experiencias de Física, en especial con la máquina neumática, clara indicación de que la física experimental se practicaba en algunas instituciones¹³⁶. Sin embargo, el encargado de las observaciones recopiladas en el volumen cuarto correspondientes a los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 1737 fue el doctor Alejandro Martínez Argandoña, médico de cámara de su Majestad y socio de la Regia Sociedad de Sevilla; el doctor Martínez precisaba que las observaciones correspondientes se habían realizado con un termómetro de Réaumur, por considerarlo más exacto que el florentino utilizado hasta entonces. Desde luego la publicación de las observaciones en el *DLE* daba mayor visibilidad a la labor de la Academia médico-matritense e informaba a un público no especializado de determinadas operaciones que llevaban a cabo sus socios, como medidas con instrumentos, recopilación de datos sobre enfermedades, registro de la vinculación entre meteorología y la aparición de ciertas dolencias o experimentaciones con aparatos como los que creaban vacíos. No todo eran abstracciones filosóficas, había quien se cuidaba de utilizar instrumentos y hacer y recopilar observaciones.

El *Tirocinio práctico médico-químico-galénico* del Dr. Pasqual Francisco Virrey provocó la censura de la publicación en la reseña correspondiente. El Dr. Pascual se declaraba enemigo de los médicos que estudiaban matemáticas. Según los redactores del extracto, el doctor se apoyaba en una cita de Baglivio mal copiada e interpretada pues, en efecto, Giorgio Baglivi (1668-1707), era partidario de la cuantificación en medicina y de las matemáticas. Para los *diaristas* los médicos debían incluir en su formación el estudio de las matemáticas, pues estas ciencias habían contribuido al adelantamiento de la medicina y, además, eran necesarias para la comprensión de la física moderna. Se nos muestran aquí más contundentes que en otros extractos en cuanto al valor de las

¹³⁶ *DLE* III, 153-154.

matemáticas, trayendo a colación una nómina de autores favorables a sus tesis con especial atención a Boerhaave, que en su libro recomendaba aquellas partes de las matemáticas que debían saber los médicos, no para la práctica, sino para la especulativa y Física Moderna¹³⁷.

Mayor conformidad expresaban con la obra póstuma del doctor Joseph Arnau (¿-1737) *Obra Nueva Médica Theorico-Practica*, escrita en latín¹³⁸, en la que según el título completo se basaba en las observaciones de Santorio (1561-1636) y los experimentos de Baglivio, dos médicos iatromecánicos partidarios de la cuantificación y de una concepción mecánica del cuerpo humano. En sus primeros capítulos se exponían algunas nociones físicas, afines a lo que los *diaristas* llamaban Física Moderna y se trataba del Cielo, del flujo y reflujo de las aguas, de los meteoritos y de otros temas de filosofía natural¹³⁹. El *Diario* resaltaba la discrepancia del autor con los aristotélicos en cuestiones como la materia, la forma y los accidentes y su afiliación en líneas generales al sistema cartesiano; desterraba de la física las cualidades activas, ocultas, manifiestas y pasivas, bastándole para explicar los efectos de las causas naturales la cantidad, el lugar, el movimiento, del que solo admitía el local, y la figura, que no eran sino determinaciones de la extensión. El hecho de que la obra comenzara con un compendio de física moderna era celebrado en nuestra publicación¹⁴⁰.

Fuera a través de los papeles periódicos, fuera a través de obras a las que tenían acceso, los redactores del *Diario* intervinieron activamente en la esfera pública: informaron de las obras que se publicaban en el extranjero y extractaron algunas de las impresas en España, escogiendo aquellas que les parecían más relevantes; sus reseñas no se limitaron a un resumen bibliográfico, sino que vinieron acompañadas de un análisis crítico –no siempre afortunado–, en el que los argumentos se sustentaba en una amplio listado de autores y obras. Participaron en agrias polémicas, con descalificaciones *ad hominem* por parte de ambos contendientes; pero los adversarios no estaban siempre etiquetados en el bando de los antiguos, la mayor parte de las disputas tuvieron lugar con personajes afiliados a la secta de los modernos.

¹³⁷ DLE V, 189.

¹³⁸ Se trata de *Opus Neotericum Medicum-Theorico-Practicum, de laxo, et astricto, juxta Divini Hippocratis mentem, Santorii observationes, Baglivii experimenta, scriptum* (Valencia: Antonio Bordazar, 1737).

¹³⁹ DLE V, 189.

¹⁴⁰ La obra de Arnau “puede suplir el ningún comercio que se hace en nuestras Escuelas de la Filosofía Experimental, tan necesario al estudio de la Medicina, y la corta abundancia de libros que tratan de ella. Pues no sabemos que haya impreso en estos reinos otro curso de Filosofía Moderna que el del P. Tosca y el del Dr. Berni”, DLE V, 189.

El *Diario* se convirtió en el escenario por el que desfiló una parte importante de los literatos españoles; por sus páginas transitaron diferentes puntos de vista sobre las formas de conocer el mundo, los intereses que guiaban a los estudiosos, las inquietudes intelectuales de los insatisfechos con el estado precario de la nación, las propuestas de redención del malestar que dolía a los más conscientes.

6.1.4.6 Disputas. Colaboradores.

La frecuente aparición de auroras boreales en latitudes meridionales originó una abundante literatura sobre este espectacular fenómeno. En España Antonio Mariano Herrero, publicó una *Disertación sobre la Aurora septentrional* observada en Madrid el 16 de diciembre de 1737; se trata de un opúsculo de 27 páginas que fue brevemente comentado en el artículo sexto del tomo quinto del *Diario de los Literatos*¹⁴¹. La *Disertación*, como se explicaba posteriormente en el *Prólogo* del Tomo VI, se publicó bajo el nombre de Herrero y también con el de Mariano Hayen Torrero, anagrama de Antonio María Herrero. La utilización de un anagrama tan fácil de descifrar nos hace sospechar que Herrero no buscaba realmente, ocultarse por más que mantuviera la ficción durante parte de la polémica que a cuenta de esa aurora sostuvo con el *DLE*. El redactor no mostraba gran aprecio por la obrita, echaba en falta las opiniones de los más famosos tratadistas del fenómeno y, especialmente, la ausencia de Mairan, del que se decía que tenía un tomo bastante grueso sobre este asunto¹⁴²; en realidad, seguía, la *Disertación* de Herrero no estaba destinada a los físico-matemáticos, era un entretenimiento para cortesanos explicada por un “llano aristotélico”.

En esta ocasión nos encontramos con un redactor que se firma AR, lo que sugiere que se trata de Alejandro Martínez Argañona, pues coinciden estas dos letras con la primera de su nombre y con las dos primeras de su segundo apellido; recordemos que Martínez Argañona era además colaborador del *DLE* ya que, como hemos visto, proporcionó las *Efemérides barométricas* en sustitución del doctor Francisco Fernández Navarrete.

¹⁴¹ Mariano Hayen de la Torre, *Dissertation metheorologica sobre el Phenomeno o aurora septentrional que se descubrió en el orizonte de Madrid el dia 16 de Diciembre de este año de 1737* (Madrid: Joaquín Sánchez, 1737).

¹⁴² *DLE* V, 240 y ss. La obra de Mairan es el *Traité physique et historique de l'aurore boreal* (París: Imprimerie Royale, 1733). Se trata de un volumen en cuarto de 281 páginas y XV láminas. El autor del artículo debía de tener conocimiento de la obra de Mairan, pues la lista de nombres que citaba al principio parece sacada de su tratado. O bien había leído el ejemplar de enero de 1735 de las *Nova Acta Eruditorum* donde se reseñaba el libro, ya que en el *Prólogo* del tomo VI se recomendaba a Herrero la lectura de ese número, informando sobre la página en que comenzaba el artículo correspondiente. Otra posibilidad es que hubiera obtenido esa información del ejemplar de julio de 1738 de las *Memorias de Trévoux*, donde apareció un juicio extenso.

Precisamente en unos de sus extractos de las *Efemérides* de un tomo anterior mencionaba el fenómeno del 16 de diciembre¹⁴³.

El firmante de la censura ponía en duda que el fenómeno descrito por Herrero fuera realmente una aurora boreal. Además reprochaba la falta de método y medidas cuantitativas, pues en el estudio de las luces del norte, era necesario contrastar observaciones y mediciones sobre lugar, color, tiempo, distancia de la atmósfera y otras circunstancias, cosa que no se veía en la *Disertación*¹⁴⁴. En un tono socarrón se admiraba de la rapidez con que Herrero había compuesto su escrito, pues el médico aragonés se vanagloriaba de haberlo terminado en veinticuatro horas. Con sarcasmo mal disimulado se elogiaban los conocimientos de Herrero en materia de Física y Meteorología, ya que acababa de publicar el primer tomo de su tratado de *Physica*, y se celebraba su capacidad y viveza, méritos todos ellos suficientes para llevar a cabo y con tal celeridad semejante tarea. Estos elogios, sin embargo, no eran más que el preludio de una acusación en toda regla: Herrero no había hecho sino tomar prestado y reorganizar la conversación V del tomo 4 de las *Les entretiens physiques d'Ariste et d'Eudoxe*, del P. Noël Regnault, obra de gran éxito que conoció varias ediciones en Francia pero que no estaba traducida al castellano. El redactor daba “repetidas gracias al Autor por comunicar a nuestros Patricios el dictamen de un hombre tan sabio como este célebre Jesuita Francés” y por “haber introducido esta ignorada Filosofía en nuestros Reinos”. Para dejar en evidencia a Herrero, el *DLE* insertaba la traducción de la susodicha conversación V, titulada *Sobre las estrellas caídas, los fuegos fatuos y la luz septentrional*.

Lo cierto es que el paralelismo entre la *Disertación* de Herrero y la conversación de Regnault podía notarse nada más comenzar la lectura, pues ambos escogían para su narración una conversación entre un maestro —Eudoxo en *Les Entretiens* y Cleanto en la *Disertación*, nombre de dos filósofos griegos— y un discípulo inquisitivo que en ambos casos recibía el nombre de Aristo. No deja de ser una muestra de ingenuidad por parte de Herrero proporcionar una pista tan meridiana, ya que indudablemente no era su intención homenajear al religioso francés, al que en ningún momento nombraba. Naturalmente, y como ya indicaba el redactor de la reseña, Herrero no se limitó a traducir el texto de la *Conversación*, lo que hizo fue transformar en diálogo lo que en el escrito francés aparecía

¹⁴³ “Los Meteoros más notables han sido el Cometa que se vio por el mes de Febrero, y la insigne Iluminación que apareció en la Atmósfera la noche del día 16 de Diciembre, la cual se dejó ver por muchos días más remisa hasta que se extinguió del todo. Este Meteoros se ha visto con frecuencia antes y después de aquel día en varias partes de España” *DLE* IV, 369.

¹⁴⁴ *DLE* VI, XXV.

en forma de carta y añadir algunas opiniones propias contra los pronosticadores de oficio que se aprovechaban de la credulidad de las gentes alentando los errores populares que vinculaban los fenómenos celestes y meteorológicos con sucesos faustos e infaustos. En general, desde la página novena de la *Disertación* hasta el final se iban exponiendo, aunque con distinta ordenación y estructura, los mismos temas y explicaciones que en la *Conversación* de Regnault. Debía de sentirse Herrero muy seguro de que su fraude no se iba a descubrir, cuando reproducía en su escrito las mismas citas de Virgilio que el original, los mismos datos sobre auroras, si bien resumidos y con supresiones, y, a menudo, los mismos párrafos. El plagio de Herrero iba sin embargo mucho más allá porque no se limitó a fusilar la *Conversación V*, sino que también resumió y reorganizó la *Conversación* anterior sobre el trueno, insertando en la *Disertación* sobre la aurora las explicaciones que el jesuita francés daba al respecto, aunque el redactor no se ocupó de esta cuestión ni se percató probablemente de ello.

Como consecuencia de esta censura se produjo una réplica de Herrero en el *Mercurio Literario* bajo el título de *Apología contra el autor del Diario (sobre la aurora)*¹⁴⁵, siguiendo la farsa de que era Hayen. Herrero sostenía que en la *Disertación* había un número suficiente de explicaciones sobre las particularidades del fenómeno; por otra parte, proseguía, la omisión de algunas opiniones carecía de importancia ya que había mencionado las más probables y nombrado a la mayoría de los autores citados por el *DLE*, los cuales estaban de acuerdo con él, en particular Maraldi, con el que compartía la opinión de que las auroras no eran astros ni luces producidas por éstos, sino meteoros que se formaban en la atmósfera. En realidad, en la *Disertación* no se nombraba a ninguno de los “mayores filósofos”, ni tampoco a Maraldi ni a Mairan, ni a ninguno de los autores que había traído a colación el *DLE*. Que las auroras eran fenómenos meteorológicos y no astros ya estaba explicado en *Les Entretiens* y eran conocimiento común entre los estudiosos de las luces del norte. Herrero alegaba unos pobres eximentes en su defensa.

Al *DLE* no le faltaba razón, porque en la descripción del fenómeno del 16 de diciembre, Herrero se limitaba a decir que había consistido en unas nubes rojas y brillantes que parecían un incendio, que el fuego estaba muy alto y que se había trasladado desde el noreste al noroeste, que la extensión le había parecido bastante grande y que el fenómeno había durado desde las seis hasta las diez de la noche. Curiosamente, Herrero no rebatía la acusación de plagio, ni siquiera la mencionaba, pero se sintió

¹⁴⁵*Mercurio Literario*, Tomo I, 99.

profundamente irritado por la acusación de aristotélico. La puya del *DLE* no podía ser más injusta porque Herrero se encontraba en el bando de los modernos y en la propia *Disertación* clamaba con ironía contra la obstinación de los que sostenían todavía la existencia de la esfera de fuego. El fenómeno fue considerado como aurora por diversos autores, tanto españoles como extranjeros, que describieron sus observaciones¹⁴⁶. Así, en la península ibérica, Feijoo, Torres de Villarroel, Fernández Navarrete y Vittorino José Da Costa, entre otros¹⁴⁷. El fenómeno fue también descrito en algunas publicaciones extranjeras, como, por ejemplo, el *Mercure de France*¹⁴⁸.

En el correspondiente artículo del volumen siguiente del *DLE* se dio una respuesta categórica a la *Apología*, amén de una descalificación total en el *Prólogo* al mismo tomo, repitiendo la acusación de plagiarlo, y haciendo hincapié en la carencia por parte de Herrero de los conocimientos matemáticos que resultaban imprescindibles para el estudio de los fenómenos físicos y, en particular, de las auroras boreales, e insistiendo en su afinidad con el Peripato¹⁴⁹.

Herrero, como ya se ha dicho, militaba en el campo de los modernos, su física tenía una clara afiliación cartesiana y la misma *Disertación* insistía en explicaciones que implicaban a los átomos y a los torbellinos. El ataque del *DLE*, rencillas personales a parte, tan habituales en la época, podía estar también motivado por la competencia que la nueva publicación, el *Mercurio Literario*, suponía para el papel de Salafranca¹⁵⁰. Es indudable que suponía una amenaza para el *DLE*, bastante tocado en cuanto a su viabilidad económica, y con numerosos adversarios en las esferas políticas y literarias de la Corte. Los objetivos del *Mercurio*, que, por lo demás eran comunes a tantos papeles periódicos, no se diferenciaban de los de su rival, pero la orientación y el estilo a los que sus propietarios decían querer someterse no podían ser vistos sino como un duro reproche a las actuaciones de los *diaristas*. La rivalidad entre las dos publicaciones motivó que en una y otra se insertaran noticias contra el competidor. El *Mercurio* censuró al *Diario* y éste no perdió la ocasión de ridiculizar a Herrero y Mañer, en particular a este último a

¹⁴⁶ Por ejemplo, Giovanni Poleni. Véase *Nova Acta Eruditorum*, 1739, 659.

¹⁴⁷ Véase Enric Aragonés Valls y Jorge Orgaz Gargallo, «Auroras boreales observadas en la península ibérica, Baleares y Canarias durante el siglo XVIII», *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, 17 (2010), 45-110: 53.

¹⁴⁸ *Mercure de France*, enero 1738, 123.

¹⁴⁹ *DLE* VI, XX.

¹⁵⁰ En el primer número del *Mercurio Literario* se presentaba el proyecto de la obra, centrado en incitar al cultivo de las ciencias y las artes, con la intención de hacer más culta a la nación. Para ello contaban con realizar extractos de libros, dar noticia de los escritos publicados en el extranjero, traducir artículos de los *Mercure* y de otros *journals*, informar de los premios convocados por las academias, imprimir los manuscritos que se les remitieran y establecer, mediante la comunicación con los eruditos, el comercio de la República literaria. Un programa ambicioso que competía sin duda con el *Diario de los Literatos*.

costa de las traducciones francesas aparecidas en el *Mercurio Histórico y Político*¹⁵¹.

6.1.5 Los periódicos extranjeros y la circulación del conocimiento.

Como hemos visto, la deuda de los redactores del *DLE* con los papeles extranjeros es realmente importante. Y no solo por las novedades literarias que copiaban: de los extractos de Trévoux o de las *Acta Eruditorum* obtenían una buena parte de la información que utilizaban en sus escritos, y estos y otros periódicos les orientaban sobre libros publicados o investigaciones y disertaciones editadas por las academias científicas. A su alcance estaban las opiniones vertidas en esas dos publicaciones y los numerosos resúmenes de lo que se imprimía en el extranjero. Sin embargo, la selección de los *diaristas* estuvo orientada por sus propias inquietudes y conocimientos. En los apartados siguientes se presentan algunos de los asuntos importantes que trataron ambas publicaciones durante el periodo de actividad del *DLE*, pero que no merecieron la consideración de sus redactores.

6.1.5.1 El *Journal* de los jesuitas.

Los contenidos de las *Memorias de Trévoux*, por ejemplo, revelaban multitud de cuestiones candentes en el ámbito de la filosofía y de las ciencias físico-matemáticas, así como las respuestas que se daban desde los diferentes sistemas. Si repasamos los artículos de esta publicación durante el periodo de existencia del *DLE* nos encontramos con una extensa disertación sobre la *Theodicea* de Leibniz, realizada a lo largo de varios números del año 1737; en ella se trataba de la polémica desatada alrededor de la prioridad en el descubrimiento del cálculo diferencial. En agosto de 1737 se comentó el opúsculo de Jean Bernouilli, ganador del premio de la Academia Real de Ciencias de París sobre la propagación de la luz; Bernouilli defendía que se debía a una perturbación del éter ocasionada por la materia extremadamente agitada del cuerpo luminoso, lo que producía una vibración longitudinal en los pequeños corpúsculos de diferente tamaño inmersos en los torbellinos. La teoría de Bernouilli era claramente cartesiana y se distanciaba de la naturaleza newtoniana de la luz y los colores. Los padres jesuitas rendían cuentas también de los avances matemáticos en la resolución de ecuaciones diferenciales, trigonometría esférica,

¹⁵¹ Los comentarios nada elogiosos de la traducción del *Mercurio* firmada por M. Le -Margne, salieron al parecer de la pluma de Juan de Iriarte, que aprovechó la demoledora crítica para enunciar lo que consideraba las principales reglas de la buena traducción: perfecto conocimiento del idioma fuente y de la lengua de destino, la buena comprensión de las ideas del autor traducido, y una transferencia fiel, breve y clara, rechazando que fuera función del traductor “esclarecer y mucho menos mitigar noticias”, como hacía Mañer. La reprobación de la traducción de Salvador Mañer fue absoluta y servida de numerosos ejemplos que señalaban las superiores capacidades y el mayor cuidado de Iriarte en el arte de la traducción. El mordaz crítico eligió un buen número de piezas en las que se utilizaban palabras inexistentes en castellano, así como soluciones carentes de sentido o que alteraban sustancialmente el mismo *DEL* VII, 234-256.

el estudio de curvas o la transformación de series; informaban de las disertaciones firmadas por grandes matemáticos como Hermann, Daniel Bernouilli o Leonard Euler sobre problemas de hidráulica, astronomía o mecánica; resumían las actas en las que se recogían las aportaciones de los académicos. Las teorías de Newton eran examinadas igualmente en algunos artículos, como el de Privat de Molières que, en respuesta a una carta insertada en enero de 1738 en las *Mémoires*, abundaba en un principio común a cartesianos y a escolásticos, la existencia del *plenum*, sin por ello negar la existencia de una fuerza de atracción¹⁵². Newton, para los jesuitas de las *Mémoires* era un gran geómetra pero no un físico. En junio de ese mismo año, la disertación de Maupertuis sobre las observaciones realizadas en el círculo polar, que confirmaban el achatamiento polar, recibieron su extracto correspondiente. El redactor mantenía una posición neutral en cuanto a la famosa disputa, a la espera, de los resultados de la expedición ecuatorial. Al mes siguiente aparecieron las aclaraciones de Voltaire a sus *Elementos de la Filosofía de Newton*, en las que se extendía sobre algunos aspectos de la teoría de la luz y de la gravitación, negando los torbellinos cartesianos y aludiendo a los resultados de la expedición polar como prueba de la rotación de la Tierra sobre su eje y de la atracción gravitatoria. En agosto llegó el turno a los *Elementos* volterianos, una obra que, como reconocía el *Journal*, tuvo un éxito inmediato: “A peine les nouveaux elements ont paru qu’on les a vus dans les mains de tout Paris, & dans toutes sortes de mains. Le prix n’arrête personne. On les enleve. On se les arrache. Chacun veut au moins en lire un Chapitre, en parcourir les titres, dévorer le livre des yeux. Ceux même qui ne le trouvent pas à leur portée; car à la portée de tout le monde il ne l’est pourtant que de ceux qui l’étudient un peu, cela s’entend bien; tous veulent néanmoins en arracher quelque lambeau de Doctrine newtonienne”¹⁵³. El poder de la palabra, del escritor, del poeta, había sacado a Newton de los gabinetes de los sabios, convirtiéndolo en un héroe público con miles de seguidores; en un mito, reconocían los jesuitas que, a pesar de ello, levantaban sus objeciones contra el sistema de Newton y

¹⁵² Así decía Privat: “Je réponds Monsieur qu’il est étonnant qu’une force telle qu’est celle de l’Attraction dont parle M. Newton qui n’est pas Physique mais seulement Mathématique puisse produire néanmoins des effets réels. [...] Je conviens avec lui, qu’il y a dans la nature une Force de pesanteur, une Force centripète, une Tendance générale des Planètes principales vers le Soleil, & des secondaires vers les principales, autour de qu’elles elles circulent, & que cette force croît & décroît en raison inverse du quarré de la distance. [...] Mais je prétends qu’un effet si composé ne peut y subsister sans cause physique, & je trouve que M Newton a détruit, je ne dis pas dans la nature, je dis dans son libre, dans son discours l’effet dont il s’agit en y détruisant la Matière, dont l’Univers est réellement rempli; & y laissant néanmoins subsister la Force centripète ou l’Attraction universel dont il parle”, *Mémoires de Trévoux*, abril 1738, 615. (así subrayado en el original).

¹⁵³ *Mémoires de Trévoux*, agosto 1738, 1672.

contra las afirmaciones enfáticas de Voltaire a su favor. Con todo, el *Journal*, había colaborado a la difusión de las ideas del pensador inglés, aunque fuera para rebatirlo frente a Descartes. En su juicio sobre los *Elementos*, el redactor debió dar por supuesto que tanto las teorías de Descartes como de Newton sobre la luz y sobre la gravedad eran bien conocidas por sus lectores, pues más que extractar el libro se dedicaba a rebatir a Newton y a apoyar claramente la física cartesiana, aunque señalando algunas de sus debilidades, que no menguaban el sistema general. El argumento más repetido en el extracto era que los razonamientos de Newton eran esencialmente geométricos pero no físicos, en cuanto no explicaban las causas.

6.1.5.2 *Acta Eruditorum*.

Las *Nova Acta Eruditorum*, que eran leídas y utilizadas por los redactores del *DLE* según su propia confesión, traían igualmente abundantes referencias a las ciencias físicas, tanto en relación con fenómenos particulares, como el de las auroras boreales que hemos visto, como a cuestiones generales relacionadas con los principios y métodos de esta ciencia. En febrero de 1735, por ejemplo, mencionaban los *Elementa physicae, conscripta in usus academicus* de Peter van Musschenbroek. En marzo de ese mismo año se daba cuenta de la aparición de la versión abreviada de las *Philosophical transactions* desde 1720 a 1732, en las que se incluían las numerosas disertaciones y experimentos presentados por sus miembros; en junio, se extractaba el tomo V de *Miscellanea Berolinensia* y en agosto se recogían las *Memorias de la Academia Real de Ciencias* de París con las novedades del año 1731. En el ejemplar de mayo se comentaba *De vera notione virium vivarum* de Johannes Bernouilli, y en el de noviembre, las piezas que habían obtenido el premio de la Academia parisina y que habían correspondido a Johannes y Daniel Bernouilli, respectivamente.

Estos pocos ejemplos nos muestran cómo los periódicos eruditos contribuían a la circulación del conocimiento y a la construcción de saberes, reflejando los problemas que preocupaban a los estudiosos de las ciencias físico-matemáticas, recogiendo las posiciones mantenidas en el ámbito de una filosofía natural que cada vez se convertía más en lo que hoy entendemos por física. Las sutilezas de los grandes geómetras no estaban desde luego al alcance del lector medio de las *Acta*, pero no se le podía escapar que el sistema newtoniano se iba imponiendo a la física cartesiana, ni podía ignorar las discusiones que tenían lugar sobre la naturaleza de la luz y su modo de propagación o sobre el significado

que se iba dando a la teoría de la gravitación. A no ser que resultaran temas lo suficientemente abstrusos y alejados de sus intereses y formación para no poder incorporarlos a su sistema conceptual del mundo.

6.1.6 Las aportaciones del *Diario* a la circulación del conocimiento.

Pese a que los *diaristas* tenían a su disposición los ejemplares de estas publicaciones no recogieron en su *DLE* ninguna de las cuestiones mencionadas en los apartados anteriores. No estaban entre sus intereses ni estaban preparados para ello. En el primer capítulo se ha mencionado que los redactores del *DLE* utilizaron las informaciones contenidas en las *Acta* como argumentos contra los *Desengaños* de Nájera. Eran asuntos mucho más cercanos a su formación intelectual. La oportunidad que ofrecían los papeles extranjeros para estar al tanto de las novedades científicas y profundizar en las teorías físico-matemáticas no podía ser plenamente aprovechada en el ambiente cultural español; la selección de los *diaristas* estuvo orientada por sus propias inquietudes y saberes. El sustrato intelectual de los autores españoles no ofrecía desde luego terreno abonado para que germinara la información que transmitían las publicaciones que venían del exterior. Tampoco ayudaban las carencias institucionales que padecía este país, donde un puñado de estudiosos, agrupados en voluntariosas tertulias y academias, se esforzaba por liberarse de las cadenas escolásticas y reclamar la libertad de filosofar. Con razón clamaban los *diaristas* que no había matemáticas, no había física –todavía en los últimos años de la década de los treinta las obras de referencia eran los *Compendios* de Tosca, que no tocaban siquiera la geometría cartesiana, mucho menos el cálculo de Leibniz o los principios matemáticos de Newton– no había instrumentos ni manuales ni experimentos. No podemos olvidar que la formación intelectual y moral de los publicistas y de su entorno estaba arraigada en la escolástica, y que su aproximación a la ciencia moderna tenía un carácter teórico y libresco que poco o nada se relacionaba con su práctica.

Los *diaristas* favorecían la modernización del país y para ello propugnaban abandonar la estéril filosofía natural de los escolásticos y adoptar la observación y experimentación como guías en el estudio de la naturaleza, pero sus propuestas eran tan generales que no se traducían en acciones concretas; tenían bien presentes las enormes lagunas de su instrucción y, al igual que Feijoo, mostraron a menudo su insatisfacción por la precaria educación que habían recibido en las universidades españolas, ajenas a lo que ocurría en el extranjero, ensimismadas en un pasado que tenían por glorioso, e ignorantes de los pro-

gresos realizados en otras partes. Confesaban en el *Prólogo* del último volumen que publicaron que habían tenido que leer a los autores modernos, aprender idiomas y Artes y Ciencias extrañas a su estado, y que ello los había llevado a editar el *DLE* con la intención de extender la modernidad entre los Patricios¹⁵⁴. Podemos sentir en estas palabras la pesadumbre y la frustración que las limitaciones de su formación les causaban, el desasosiego por la decadencia cultural del país, la consternación por los impedimentos que se alzaban contra las novedades. Ni los *diaristas* ni los eruditos españoles estaban en general preparados para discutir sobre los temas que se debatían en otras latitudes en la esfera de las ciencias físico-matemáticas, ni estaban facultados para el intercambio de saberes que proporcionaban las publicaciones periódicas. De hecho, como hemos observado, no se interesaron por las numerosas obras de matemáticas y física que se anunciaban en los papeles extranjeros.

Salafranca y sus compañeros, guiados seguramente por un cierto olfato periodístico y por la prevalencia que el newtonianismo estaba tomando en Francia, en los últimos números de su publicación nombraron más a menudo al insigne caballero inglés. De hecho, se hicieron eco de algunos de los textos divulgativos que aparecían allende nuestras fronteras, como el de Voltaire o el de Algarotti, del que dieron noticia en el apartado de *Noticias Literarias de los Reinos Extranjeros*¹⁵⁵. El *DLE* recogía en un suelto que “*Los Socios de la Academia Real de las Ciencias enviados por su Mag. Cristianísima al Norte para descubrir, y encontrar la figura de la tierra, han dado cuenta a la Academia de sus observaciones y por estas se ha decidido, que la tierra es una Spheroide chata hacia los Polos, según que por la teórica lo habían llegado a descubrir los Señores Huygens, Newton y otros grandes Geómetras*”¹⁵⁶. Sin embargo, en España no se había producido la polémica que originó las expediciones para medir el grado de meridiano, si bien algunos escritores, se habían interesado por la forma de la Tierra. No había lugar para el análisis de los resultados y de sus consecuencias.

A pesar de la penuria económica y espiritual en la que se desenvolvió la vida del *DLE*, a pesar de sus insuficiencias, no creo que podamos negar que cumplió un notable papel

¹⁵⁴ Por patricios hay que entender los nacionales del país, es decir, sinónimo de nacionales y opuesto a extranjeros. Véase Pedro Álvarez de Miranda, *Palabras e Ideas...*, 252 y ss.

¹⁵⁵ La noticia estaba tomada directamente del *Mercure de France* de marzo de 1738., y decía lo siguiente, una vez traducida: “*Il newtonismo per le dame, overo dialoghi supra la luce i colori*. El newtonismo para las Señoras, o Diálogos sobre la luz y los colores, un volumen en cuarto. En Nápoles, o lo que es más cierto en Milán, año 1737. El autor de esta obra es M. Algarotti, docto veneciano conocido por los elogios que le da en sus versos M. Voltaire. Este sabio escritor imitó en esta obra el gusto y el estilo de las conversaciones del célebre M. Fontenelle sobre la Pluralidad de los mundos”, *DLE* V, 357.

¹⁵⁶ *DLE* IV, 384. Está tomada del *Mercure de France*.

de agitación cultural en el panorama literario español, colaborando al proceso de modernización que se había iniciado unas décadas antes, y del que indudablemente era también retoño: dio a conocer las obras de algunos autores españoles, con especial atención a las de filosofía y medicina, bien representadas en los extractos en proporción a lo que se publicaba en España; proporcionó información sobre las novedades literarias del extranjero, aunque no prestara especial cuidado en su selección; apoyó el estudio de la naturaleza a través de la observación y de la experimentación; alentó el estudio de las matemáticas; favoreció las iniciativas científicas de sociedades como las médicas de Sevilla o de Madrid; auspició la medicina mecánica y clamó por la renovación de los estudios universitarios. La falta de medios y apoyos, la animadversión que suscitaron sus críticas, la cultura del insulto y de la descalificación arbitraria reinante en el mundo literario, y de la que los *diaristas* eran partícipes, malograron el proyecto no solo en cuanto a su viabilidad económica sino también en cuanto a los objetivos que se habían inicialmente fijado. Una empresa doblemente fracasada que, como ya se ha dicho, fue denostada pero también reconocida más tarde por la posteridad. Su influencia traspasó las fronteras de la villa madrileña, dónde se imprimía y se vendía, según cuentan los propios *diaristas*, lo que queda acreditado por las réplicas que sus artículos suscitaron. Lo que ocurría en la Corte, lo que se decía en los mentideros, lo que se hablaba en las tertulias, lo que salía en el *Diario*, era transmitido a través del correo, la correspondencia o del trato personal.

6.2 Discursos Mercuriales de Enrique de Graef.

Los *Discursos* están formados por veinte volúmenes publicados con periodicidad quincenal desde 1752 hasta 1756, año en que se prohibió su continuación. La primera serie se inició en 1752 y tras un parón de varios años se publicó la segunda en 1755. Esta segunda serie es la que aquí se analiza. Sobre el autor, del que poco se sabe, y sobre su obra ha escrito Francisco Sánchez-Blanco¹⁵⁷. En el discurso preliminar del primer volumen (1/X/1755) el redactor nos dice que el propósito de la obra es compilar lo que escriben los extranjeros sobre las principales materias del comercio, la agricultura y el ejercicio de las artes, sin expresar su sentir sobre las diversas opiniones que se expongan; nos hace saber que es capaz de traducir del francés, del inglés, del alemán, del holandés y del italiano. El formato que quiere dar a su obra es el de los “los Papeles-Periódicos, que tantos

¹⁵⁷ Francisco Sánchez-Blanco, «Los “Discursos Mercuriales” (1752-1756) de Juan Enrique de Graef. Opinión y poder en el movimiento ilustrado español», *Estudios de Historia Social* 52-52 (1990), 477-489. Véase también la *Introducción* del mismo autor a la edición de *Discursos mercuriales económico-político* (1752-56) de Juan Enrique de Graef (Sevilla: Fundación El Monte, 1996).

años ha merecen estimación y crédito en los Países Extranjeros y aplauso entre los Literatos”¹⁵⁸. El grabado que encabeza el discurso preliminar ilustra el contenido de las memorias, al representar una fortaleza, una esfera del mundo, unas espigas, el martillo de escultor, la paleta de colores, la trompeta, los palos de un barco y una leyenda: *Ditant et ornant*, anticipando con este emblema los asuntos que se van a debatir. Las artes mecánicas y las artes liberales enriquecían y adornaban.

6.2.1 El dios alado del comercio.

El título de la publicación remitía al dios Mercurio, divinidad protectora del comercio y cabecera frecuente en los periódicos de la época. Al dios de los romanos encomendaba de Graef la misión de despertar a España de la ensoñación imperial en que vivía, un ensimismamiento que había permitido a las naciones extranjeras aprovecharse de sus bienes y riquezas¹⁵⁹. Son precisamente los descubrimientos e invenciones que se producían en el extranjero lo que de Graef quería dar a conocer con su publicación en aras a cambiar la mentalidad y las costumbres de los nacionales, causas para el escritor de la postración del país. La distancia entre el progreso de los reinos extranjeros y la decadencia y atraso de los estados de la monarquía hispánica radicaban para de Graef en la consideración y respeto que merecían para los primeros las labores de cultivo agrícola, la práctica del comercio y el ejercicio de los oficios relacionados con las artes, mientras que en España estos mismos asuntos de interés social padecían un total descrédito. En su diagnóstico de los males de España atribuía a las leyes y a los usos arcaicos el origen de ese desdén hacia los trabajos manuales y hacia ciertos cometidos que se reservaban antiguamente a judíos y moriscos, cuya expulsión del país había traído funestas consecuencias para la economía y la demografía. No podía menos que reconocer la decadencia española que reflejaban las publicaciones extranjeras y la imputaba a los vicios enquistados en una sociedad en la que las artes mecánicas eran consideradas viles y los artesanos sirvientes; a un entorno que rechazaba la novedad y mantenía usos inveterados; a una falta de perseverancia y a un reconocido desprecio del trabajo y el riesgo. El estamento nobiliario y las clases dirigentes, a diferencia de lo que ocurría en otros reinos, lejos de orientar sus esfuerzos a mejorar las bases económicas de la sociedad y a aumentar sus cotas de bienestar a través

¹⁵⁸ DM I, 62.

¹⁵⁹ “No nos falta [...] un Mercurio, que, como el antiguo protector de los sabios y comerciantes, procurará engañar al Argos extranjero, haciendo desvanecer sus proyectos con las armas de su propia ambición, con que él mismo nos arma incautamente” se lee en el discurso titulado *Exposición de la respuesta del oráculo delfico sobre la monarquía de España*, reproducido en Francisco Sánchez- Blanco, *El ensayo español* (Barcelona: Crítica, 1997), vol. 2, 210.

de la educación, el comercio, la agricultura, las artes liberales y mecánicas, el reconocimiento social de los doctos o el estímulo a la superación, se complacía en la ociosidad y la desidia. La educación de los jóvenes españoles recibía las críticas del holandés, su aspiración era que los jóvenes pudiesen instruirse en cuestiones útiles, que se establecieran academias y que los maestros de las facultades no considerasen sospechosa toda proposición filosófica moderna, ni rehusasen prestar atención a los experimentos físicos y matemáticos¹⁶⁰.

Graef glosaba las nuevas invenciones en maquinaria, la seguridad en la navegación que las nuevas soluciones matemáticas habían proporcionado, los hallazgos minerales y botánicos, los adelantos de la química y en general los descubrimientos avalados por la experiencia. Le interesaba sobre todo la vertiente utilitaria de las ciencias, el servicio que prestaban a la mejora de las condiciones de la vida humana y al aumento del bienestar social. Sin rechazar las aportaciones teóricas y especulativas, concedía a las artes mecánicas y a los artesanos un papel fundamental en el desarrollo económico de la nación: “Los progresos, y adelantamientos de las Artes y Ciencias, y los beneficios, que en todos tiempos han gozado por ellas los hombres, no han sido menos efectos de la pluma y espiritual penetración de los especulativos curiosos, que del martillo, cincel y manual trabajo de los Artífices”¹⁶¹. Su aprecio por las ciencias especulativas, a las que llamaba “las más firmes columnas de la felicidad humana”¹⁶², palidecía frente a la devoción que sentía por las artes liberales y mecánicas porque “contribuyen más poderosamente para la felicidad, aumento y riquezas del Estado que las Ciencias”¹⁶³. Por otra parte, él mismo dice que escribe para labradores y ecónomos, así que evita profundizar en las disputas filosóficas sobre la naturaleza o esencias de las cosas para centrarse en el uso común que se hace de ellas¹⁶⁴. Estos discursos nos inician pues en un aspecto fundamental de la aceptación de la filosofía mecánica, el hecho de que la explotación eficiente de los recursos naturales se veía favorecida por las aplicaciones que de ella se derivaban¹⁶⁵. De Graef no se entretenía

¹⁶⁰ DM I, 39.

¹⁶¹ DM I, 63.

¹⁶² DM II, 4.

¹⁶³ DM I, 64.

¹⁶⁴ DM XIII, 489-495.

¹⁶⁵ Larry Stewart en *The Rise of Public Science* (Cambridge: Cambridge University Press, 1992), 105, sostiene que la filosofía natural newtoniana fue presentada en Inglaterra como la más apta para conseguir la utilidad y la mejora social, de modo que “[...] *The assertion of legitimacy was to follow from the improvement of society*”.

en disquisiciones filosóficas, buscaba esencialmente la eficiencia económica y la utilidad pública y daba por hecho que la nueva física proporcionaba los medios para ello.

6.2.2 Ciencia, comercio y economía.

Aunque el escurridizo holandés nos hace conocer su pensamiento en el discurso preliminar y en las presentaciones de los artículos, queda la duda sobre hasta qué punto los textos son de su propia pluma. Los temas que aparecen impresos en el periódico reflejan paladinamente sus preocupaciones, pero la autoría de los diferentes discursos no siempre es patente; a veces proporciona los datos de la disertación y el nombre del autor de la misma; incluso en estos casos suele intervenir el publicista con añadidos de su propia cosecha o mediante refundiciones del texto¹⁶⁶. En otros discursos aclara, sin embargo, que su labor ha sido la de traducción, sin dar más pistas sobre los responsables de la narración original. La fuente principal de sus discursos relacionados con la economía fue el *Journal Oeconomique* (1751-1767), como demuestra fehacientemente Jesús Astigarraga¹⁶⁷. No faltan tampoco disertaciones completas y fieles, como la de Maupertuis, inserta en el tomo VII, donde no se nos oculta al prestigioso narrador original.

Los discursos pueden agruparse según su temática en secciones: las artes liberales; la seguridad del tráfico marítimo, por las consecuencias que tiene para el comercio de bienes; la mejora de los cultivos y de las producciones asociadas a la agricultura, ganadería y pesca; los descubrimientos en el campo de la minería; los usos comerciales de los distintos países; las características de los establecimientos coloniales en la América septentrional, los retos a los que se enfrentan los colonos y otros de índole semejante que caen dentro del dominio de lo que él mismo llama ciencia económica y que define como el aprovechamiento de los recursos minerales, vegetales y animales. A tal fin el ecónomo debía poseer unos extensos conocimientos en física, botánica, mineralogía y zoología. La formación que debían poseer los comerciantes o negociantes, como a veces los denomina, no era baladí ni basada en las prácticas acostumbradas. De Graef les exigía un conocimiento de la filosofía natural, de la geografía, de la aritmética, de la mecánica, de la historia del comercio, de las leyes y decretos que lo regulaban, de los tratados comerciales con los países extranjeros, de las prohibiciones existentes, de los aranceles y concesiones

¹⁶⁶ De Graef completa a menudo sus artículos con notas al pie en las que ofrece datos con los que ampliar la información, o compara la situación o el proyecto presentado con lo que se podría hacer en España, o reconoce que ha reelaborado el discurso con noticias de otros autores. Véase, por ejemplo, *DM* III, 24-25 y *DM* VIII, 139.

¹⁶⁷ Jesús Astigarraga, «Oikonomia y “comercio” en la versión española del *Journal Oeconomique*: los Discursos Mercuriales (1752-1756) de Graef», *Cuad. hist. mod.* 42(1) 2017, 239-260: 245-249.

exclusivas¹⁶⁸, en fin, una preparación sólida en la ciencia económica, que, como las ciencias naturales, era deudora de la observación, de la práctica y de la experimentación¹⁶⁹.

La ciencia era una actividad cuyo dominio no quedaba restringido al mundo de la academia, sus conceptos y métodos estaban al alcance de cualquiera que tuviera un interés, ya fuera éste especulativo o meramente utilitario, en instruirse en ellos. La cultura de la física experimental se aplicaba a otros ámbitos de estudio menos eruditos. Pero todo ello no bastaba, su conducta, la de los comerciantes, había de ser intachable y regirse por la ética de los negocios que era de uso común en Inglaterra, donde hasta los nobles se entregaban a las actividades comerciales¹⁷⁰. Está meridianamente clara la intención de Graef de ennoblecer la figura del comerciante proponiéndolo como hombre distinguido y culto que aumentaba la riqueza de la nación al mismo tiempo que obtenía provecho de sus negocios; el beneficio individual provocaba el beneficio colectivo. Llegaba incluso a pedir que a imitación de lo que se hacía en otros reinos, se concediesen dignidades nobiliarias a los que contribuyesen con su esfuerzo y caudales al aumento de la riqueza del país¹⁷¹.

Las ciencias merecen también un espacio en los *Discursos*, pero los asuntos científicos que tratan, como el ya mencionado de Maupertuis, o el artículo sobre la Piedra imán y sus raras propiedades¹⁷², están relacionados fundamentalmente con problemas cuya resolución se había confiado a la ciencia moderna, y que incidían sobre las actividades económicas. La seguridad de la navegación marítima y el mantenimiento del navío en un rumbo fijado estaban indudablemente ligados a la determinación de la longitud, de ahí la importancia que tenían las propiedades de la aguja imantada o la perfección en el cálculo de la paralaje. Newton hace acto de presencia como personaje secundario en un discurso titulado la *Óptica de los pintores*¹⁷³, traducción de un artículo aparecido en *Observations sur l'histoire naturelle, sur la physique et sur la peinture*¹⁷⁴, escrito por Jacques Gautier d'Agoty, un furibundo antinewtoniano que en este caso abominaba de la teoría de los colores del filósofo británico¹⁷⁵. D'Agoty había inventado una técnica de impresión de

¹⁶⁸ DM IX, 194-195.

¹⁶⁹ “Cuanto se propusiere en mis Discursos, tanto se procurará probar si posible con experimentos ciertos”, dice, DM IV, 4.

¹⁷⁰ DM IX, 199.

¹⁷¹ DM X, 267-272.

¹⁷² DM X, 275.

¹⁷³ DM XVI, 772 y ss.

¹⁷⁴ *Observations sur l'histoire naturelle, sur la physique et sur la peinture*, Tomo I, 1752, 106 y ss.

¹⁷⁵ “Apenas se puede dar un paso en la óptica sin conocer los errores y tropiezos de este preexcelso Filósofo, y los *Newtonianos* deben persuadirse a que no dejaré de impugnarlos cuando se me ofreciese ocasión y motivo” DM XVI, 781.

láminas mediante la superposición de varios colores. La razón de la inserción de este discurso no parece que tuviera que ver con la posición del publicista holandés respecto a la óptica newtoniana, su elección estaba basada en que podía ser útil a los grabadores y pintores pues a ellos dirigía su amonestación final¹⁷⁶.

Como no cabía menos esperar el camino que debía tomar la ciencia en opinión de nuestro autor era el de la observación y la experimentación¹⁷⁷. Nada, pues de principios abstractos que condicionaban las deducciones y resultados de la ciencia sin la correspondiente fundamentación y comprobación experimental. El camino del conocimiento era justamente el inverso.

6.2.3 La senda del progreso.

El volumen VII, del 7 de enero de 1756, es la traducción íntegra de la obra de Pierre Louis Moreau de Maupertuis, *Lettre sur les progrès des Sciences* (1752), con notas añadidas que amplían la información. El traductor se permitía intercalar frases propias para hacer más explícitas sus ideas sobre el estímulo a las ciencias¹⁷⁸. Tiene interés la nota relativa a la paralaje de la Luna pues se afirmaba que daba consistencia a la teoría copernicana del movimiento de la Tierra; a pesar de la cautela que muestra de Graef señalando como hipótesis la teoría heliocéntrica y reiterando que habla de ella como mera suposición, es obvio que deja traslucir su compromiso con el copernicanismo¹⁷⁹. Se apoya para ello en

¹⁷⁶ “No me alargo más en esta Disertación, solo suplico a los Pintores Españoles mediten sobre lo que expongo en estas breves palabras de la Perspectiva de el Aire, que es una de las partes más esenciales de la pintura, e imitando a los más grandes Maestros procuren sacar de las especulaciones que se deben hacer sobre las obras de la naturaleza, reglas, y máximas para aprovecharse de ellas en la práctica”, *DM XVI*, 782.

¹⁷⁷ Así expone su pensamiento: no “acomodar todos los hechos a unas hipótesis extravagantes, fundados en algunas nociones abstractas y voluntarias de materia y forma, o en ciertos elementos y calidades puramente imaginarias”, arremetiendo una vez más contra el escolasticismo, *DM X*, 285. En su proyecto de una correspondencia médica entre los profesores de Medicina de la Península que se concretaría en una publicación, establecía que los discursos propuestos evitasen totalmente cualquier hipótesis o especulación filosófica, debían fundarse en hechos bien verificados y directamente obtenidos de la práctica, añadiendo que era “error grande pensar que se puede fomentar y enriquecer una ciencia *a priori*”, *DM XVIII*, 873.

¹⁷⁸ Por ejemplo, en la página 2 añade: “[...] pero dando premios y honores a los que se aplican a ellas [las ciencias], puede con este influjo estimular a muchos, para que con afición y gusto se empleen en sus aumentos”.

¹⁷⁹ Veamos lo que dice de Graef: “La Paralaje ha favorecido fuertemente el Sistema Copernicano en cuanto al movimiento de la Tierra. Monsieur Nizet, curioso Astrónomo Mecanista y Relojero en esta Corte, me ha dicho varias veces, que los cálculos de las Paralajes de los Astros y Planetas, combinadas con los del Semidiámetro la Tierra, la cual respecto a la inmensa distancia de los Cielo, es un punto mínimo, apoyan extremadamente este Hipótesis; y que la supuesta inmovilidad del Sol, con el supuesto movimiento de la Tierra, son el camino más seguro para hacer sus observaciones, y dirigir sus obras de Relojería, en que conviene con lo que demostró el ingenioso Doctor Hooock contra Ricciolli. Todo esto nos convence de la necesidad absoluta que hay de saber la verdadera determinación de las Paralajes del Sol y de la Luna para poder hallar la longitud y latitud por mar y por tierra sin lo cual es imposible perfeccionar la Geografía, y a Náutica”, *DM VII*, 37-40. El Dr. Nizet al que se refiere de Graef es el holandés Fernando Nizet, que llegó a la corte en 1747 y fue nombrado relojero real en 1756.

la contundencia de los cálculos y en su eficacia a la hora de realizar observaciones y ajustes astronómicos, lo que evidencia el doble lenguaje que a este respecto imperaba en España donde oficialmente no se reconocía la teoría heliocéntrica, pero era mantenida por muchos como la más verosímil. En este mismo epígrafe sobre la paralaje de la Luna, Maupertuis hacía una serie de consideraciones sobre la forma de la Tierra, recordando las medidas tomadas sobre los meridianos en Laponia y Ecuador; estas observaciones habían permitido detectar la diferente curvatura de los meridianos, pero no eran concluyentes para determinar la figura terrestre, pues no podía deducirse que esa ley se cumpliera en todos los intervalos. Las expediciones, en boca de uno de sus más insignes integrantes, no habían sido tan decisivas como muchos se habían apresurado a proclamar. No creo que la razón principal por la que de Graef se tomara la molestia de traducir y publicar la *Lettre* de Maupertuis fuera la astronomía o la ciencia. Su interés estaba en que el autor francés ponía de relieve las ventajas que los progresos científicos estimulados por el soberano podían procurar al reino y, aunque Maupertuis se refiriera al país vecino, en el discurso mercurial, el mensaje estaba dirigido a las altas instancias españolas.

6.3 *Diario noticioso, curioso, erudito y comercial público y económico.*

Dos años más tarde del abrupto cierre de los *Discursos Mercuriales* tenemos en la calle un nuevo papel, el *Diario noticioso, curioso, erudito y comercial público y económico* fundado en 1758 por Francisco Mariano Nipho, que será el compositor y redactor principal del periódico hasta que en mayo de 1759 ceda su participación a su socio Juan Antonio Lozano¹⁸⁰. En su portada figuraba como editor Manuel Ruiz de Uribe, seudónimo admitido hoy en día por la crítica del inquieto y emprendedor polígrafo aragonés¹⁸¹. Fue el primer diario aparecido en España y uno de los primeros de Europa. Estuvo al servicio de

¹⁸⁰Se ha consultado la edición digital de la *BNE* y la de la Biblioteca virtual de Andalucía, que contiene algún número no incluido en la primera. La remisión a los ejemplares se realizará como *DN* seguido de la fecha de publicación y página.

¹⁸¹Diversos autores han atribuido a Nipho toda una tanda de seudónimos: Mariano de la Giga, Cándido Bonifacio Vera, Silvestre Campesino, Joseph de la Serna, Juan Antonio Mercadal, Manuel Ruiz de Uribe, Antonio Ruiz Minond, Francisco de Godoy. Joaquín Entrambasaguas, «Algunas noticias relativas a Don Francisco Mariano Nipho», *Revista de Filología Española* Tomo XXVIII (Madrid: 1944), 357- 367, considera seguros los cinco primeros. Juan Sempere y Guarinos, en *Ensayo de una biblioteca española de los mejores escritores del reinado de Carlos III* (Madrid: Imprenta Real, 1785) Tomo IV, 18, da por hecho que Nipho era su principal autor del que afirma que “[...] vendió la parte que tenía en el privilegio de impresión por 140 reales a su compañero D. Juan Antonio Lozano”. José María Maestre ha desvelado que el padre de Nipho se llamaba Sebastián Nipho Ruiz de Uribe, lo que parece confirmar la identidad del supuesto editor. Véase «Francisco Mariano Nipho, un alcañizano fortuito: nuevos datos sobre su biografía», en José María Maestre et al. (eds.) *Francisco Mariano Nipho: el nacimiento de la prensa y de la crítica periodística en la España del siglo XVIII* (Madrid: CSIC, 2015), 3-83.

sus lectores hasta 1917, aunque a nosotros tan solo nos incumba su recorrido durante la etapa correspondiente a la dirección de Nipho¹⁸².

Su formato era de cuatro páginas, las dos primeras estaban dedicadas a diversos escritos divulgativos, o como decía el propio Nipho, a una miscelánea erudita compuesta de cuatro artículos que finalmente quedaron reducidos a uno solo, al que calificó de artículo curioso-erudito, introduciendo esta denominación en la cabecera¹⁸³. Con esta sección pretendía sin duda el periodista —aunque llamarlo así sea un anacronismo— fomentar el gusto por el saber de una forma agradable, atractiva, sin demasiados tecnicismos¹⁸⁴. Las otras dos hojas del diario eran de avisos y en ella se insertaban anuncios de ventas, compras, pérdidas o empleos y otros asuntos del comercio, de interés principal para el público madrileño, ya que al no haberse establecido todavía el sistema de suscripción el papel circulaba básicamente por la capital. El diario tenía por destinatario un público diversificado, pretendía ser un papel popular que agradara a todos los estamentos de la sociedad¹⁸⁵. Una doble misión debía cumplir el papel: ser útil por la información proporcionada por los avisos e instruir a los lectores con artículos atractivos y con pocos detalles técnicos. Su precio era de dos cuartos y, teniendo en cuenta que una libra de pan costaba en Madrid siete y el hecho de que los avisos eran gratuitos, lo hacían asequible a muchos bolsillos. Al dirigirse al común de las gentes tenía que ser por tanto “perceptible, y genial para los no doctos”¹⁸⁶. No sé qué gente entraba en la categoría de no doctos, al menos es seguro que debían saber leer o tener a alguien que les leyera los papeles, pues es de todos sabido que los periódicos llegaban no solo a los compradores, alcanzaban también, entre otros, a familiares, amigos, contertulios o clientes de establecimientos públicos. Ahora bien, en

¹⁸² Durante ese largo periodo cambió de titular y de cabecera en varias ocasiones, viéndose interrumpida su publicación por diversos episodios que no vienen ahora al caso. Al cabo de tres números, la publicación cambió su nombre inicial por el de *Diario Noticioso*, y meses más tarde la cabecera inicial cambió a *Diario noticioso universal*. Dejó de editarse a finales de 1781, pero en julio de 1786 volvió a aparecer de la mano de Santiago Thevin como *Diario curioso, erudito, económico y comercial*. Desde 1788 hasta 1918 se mantuvo como *Diario Oficial de Avisos de Madrid* o simplemente *Diario de Madrid*.

¹⁸³ DN: Introducción.

¹⁸⁴ Es cosa digna de lástima, que se hallen bien muchos hombres en la ignorancia, cuando podrían, casi a ninguna costa, sacudir tan vergonzoso yugo, y hacerse universales, a lo menos, en todos aquellos exteriores conocimientos, que bastan para ilustrarlos, sin el enojo de un prolijo y desabrido estudio”, DN: 17/III/1759, 23.

¹⁸⁵ Nipho se proponía “complacer y servir a todos: al pobre, sin hacer ascos de su miseria; al rico, sin buscar interés en su jerarquía; al discreto, sin querer hacerlo amigo para que me honre con su alabanza; al necio, sin pretender que me estime deslumbrado por el engañoso lustre de las apariencias; a la dama sin haber formado concepto de que sea mi medianera, a todos pretendo servir muy gustoso, que así dice bien quien dice que este *Diario* es para provecho y utilidad de todos”, DN: 3/II/1758, 2.

¹⁸⁶ DN: 1/II/1758, Introducción.

su acercamiento a un público popular Nipho no olvidó intentar congraciarse con los eruditos y literatos, y es a ellos a quien apela en primer lugar para que tengan a bien “corregir mis desaciertos, y prestarme, por medio de sus piadosos avisos, todas las luces que consideren oportunas”¹⁸⁷; no creo que nuestro audaz emprendedor esperara “piadosos avisos”, conociendo los recelos y querellas que salpimentaban la vida literaria de la capital, él mismo no pudo evitar mostrarse incisivo contra aquellos doctos aparentes que se dedicaban a lo que calificaba de estudios ociosos y poco productivos¹⁸⁸.

Nipho insiste a menudo en el repudio de la ociosidad y en el elogio del trabajo intelectual, defendiendo que es propio del anhelo de los seres racionales mejorar su estado a través del estudio, pues “las Ciencias y las Artes son los principales instrumentos de la fortuna del hombre”¹⁸⁹. Por su parte el publicista aragonés hizo de estas recomendaciones una forma de vida, ya que fue un incansable trabajador dedicado a traducir, fundar y gestionar periódicos, escribir teatro y poesía, opinar de política, religión, economía y ciencias, siempre con el afán de servir al público. Indudablemente se aplicaba el remedio que con tanta insistencia recomendaba a otros: “Lo que nos conduce a nosotros para adquirir la felicidad que logran por las Ciencias, y Artes los Extranjeros, es desenlazarlos de los garrudos brazos de la inacción. [...] Para esto debemos ser humildes, constantes, y laboriosos a imitación de nuestros vecinos”¹⁹⁰. Sus reivindicaciones guardan un paralelismo con las de De Graef, pero envueltas en otro formato.

6.3.1 Plan de la obra.

Tras la *Introducción* expuesta en el primer número de 1 de febrero de 1758, se presentaba el plan de la obra, en el que se explicaba los contenidos que se pensaba dar al artículo divulgativo y a la sección de avisos. En el primero se trataría de temas tan variados como la historia de España y de los países extranjeros, los méritos literarios y guerreros de los españoles, los escritos de los eruditos de Europa o los principios de las ciencias y las artes liberales y mecánicas. Nipho ofrecía su papel a los profesores, para que tuvieran la ocasión de exponer los adelantamientos y progresos de sus estudiantes y el desarrollo y conclusiones de los actos literarios. En la presentación de su plan Nipho hizo una defensa cerrada de la utilización de la lengua vernácula en la enseñanza y en la redacción de las

¹⁸⁷ DN: 1/II/1758, 1.

¹⁸⁸ DN: 1/II/1758, 1. En este discurso a los doctos, Nipho, para señalar que las ciencias son apreciadas y estudiadas en Europa, pone como ejemplo la dedicación de las señoras a las distintas ramas del saber.

¹⁸⁹ DN: 2/I/1759, V, IX.

¹⁹⁰ DN: 2/I/1759, xvi.

obras de Ciencias y Artes. El ejemplo era Francia, dónde el uso del francés había permitido el acceso a estos saberes a aquellos franceses que no habían ido al liceo o a la universidad, al “ baso Pueblo”, de modo que se había incrementado “la provincia de los sabios” y se habían hecho “utilísimos descubrimientos [...] como acreditan su bien logradadas Academias y la discreta multitud de libros”¹⁹¹. Poco duró este programa pues, a partir de marzo, Nipho se vio obligado a sustituir el artículo erudito-curioso por la vida del santo de día. En efecto, Juan Curiel, Juez de Imprentas, así lo había determinado, por considerar que el vulgo no tenía la preparación necesaria para sacar provecho de cuestiones tan doctas y, en contraposición, los ejemplos de santidad podían colaborar a su formación como buenos cristianos; en realidad, Curiel consideraba que podía resultar peligrosa la instrucción de la plebe. A pesar de ello el diario no renunció completamente a su ideario, prometiéndole una miscelánea curiosa cada quince días.

Tras varios meses de santoral, en el primer número de enero del año siguiente se inició una nueva numeración de los ejemplares, indicando con ello un cambio en la orientación respecto de los meses anteriores. Ahora el periodista se proponía de nuevo instruir a su público, al que dirigía en esta ocasión su advertencia preliminar sin preocuparse de buscar la complacencia de los doctos; la educación, el saber, no eran una opción que se podía escoger libremente, era una forma de contribuir al bien común y al propio mediante un mejor conocimiento de las técnicas asociadas a cada labor¹⁹². Había que dejar de lado la tradición y la costumbre; el estudio de las ciencias y las artes, junto a la observación, aportaría nuevas técnicas que aliviarían a los que estaban destinados a servir a la sociedad en oficios rudos y enojosos¹⁹³. Tanto Nipho como De Graf predicaban desde sus respectivos púlpitos laicos la cultura de la apreciación del trabajo que, guiado por el conocimiento y la preparación que procuraban las ciencias, reportaba beneficios al conjunto de la sociedad. El estudio y la formación redundaban en el perfeccionamiento personal, en el incremento de los bienes, en el mejor servicio al Estado. Hay en ambos casos una llamada a participar en la vida civil.

¹⁹¹ *DN*: 1/II/1758, 9.

¹⁹² “Todos los hombres, solo por ser hombres, están obligados a instruirse [...] A ninguno concede la justicia, conservadora de nuestra sociedad, indultos para ser omiso. El más pequeño individuo de la República, tiene precisión de ofrecerse al trabajo que tenga más parentesco, y amistad con su genio”, *DN*: 2/I/1759, vi.

¹⁹³ *DN*: 12/III/1759, 111.

Una vez relajada la exigencia del Juez de Imprentas Nipho pudo continuar con su campaña educativa y moralizadora siguiendo un nuevo plan, inspirado como decía en el Diccionario de Chambers, para cuya realización señalaba que tenía previsto consultar los papeles eruditos europeos, las memorias y actas de las distintas academias científicas, las colecciones de viajes y las Bibliotecas histórico-críticas¹⁹⁴.

El programa del publicista era ciertamente ambicioso. Aparte de la *Cyclopaedia* y el *Diccionario* de Savérian, mencionaba una serie de publicaciones periódicas francesas valiosas por la información que proporcionaban sobre literatura, física, química, ciencias médicas o economía¹⁹⁵, dando una sucinta descripción de las características de cada uno de ellos y de su contenido. Pero no estaba entre las virtudes de Nipho la constancia y pronto, concretamente el 29 de mayo de 1759, se produjo el abandono del aragonés como propietario del diario, iniciándose la etapa regida por Lozano. El proyecto original quedó definitivamente abandonado por el alcañizano, cansado probablemente de sujetarse a semejante disciplina. La renuncia de Nipho truncó el desarrollo del plan; con Lozano al frente, las dos primeras páginas del diario trataron durante un par de meses de cuestiones como el honor, los establecimientos comerciales de ultramar y sorprendentemente una traducción incompleta de *Zadig*; a partir de entonces, durante un periodo de más de veinte años los lectores pudieron disfrutar de la *Histoire général des voyages* del abate Prévost en versión española¹⁹⁶. Está claro que solo la corta fase de Nipho resulta relevante para este estudio, pues el paso del *Diario Noticioso* a manos de Lozano supuso el fin de los artículos dedicados a la instrucción científica de los lectores. Pero su brevedad queda

¹⁹⁴ DN: 2/I/1759, ix.

¹⁹⁵ *Diario de los Sabios*, *Memorias de Trévoux*, *Diario Económico*, *Diario Extranjero*, *El Conservador*, *Diario físico*, *Año Literario*, etc. El *Diario Económico* corresponde al *Journal economique* que comenzó a editarse en 1751; *El Conservador* es la traducción de *Le Conservateur* (1756-58), como el *Diario Extranjero* lo es del *Journal Étranger*, comenzado en 1754. En cuanto al *Diario Físico*, creo que puede tratarse de la traducción española de las *Observations curieuses de toutes les parties de la physique*, iniciado en 1719 y activo hasta 1771 o bien de las *Observations physiques* (1750-1753). Aparece como vemos el *Journal Oeconomique*, que también manejaba de Graef, y una serie de publicaciones que, aparte del *Journal des Savans* y la publicación de los jesuitas, circulaban ya por el territorio hispano.

¹⁹⁶ Nipho utilizó, sobre todo en los primeros números, las cartas aparecidas en la publicación periódica conocida como *Le pour et le contre* del que era autor el abate. Por ejemplo, los artículos eruditos correspondientes al 11, 15 y 17 de febrero de 1758, se basan en la traducción de la carta XIII del tomo I, y las cartas XLI y VI del tomo III. Al cabo de un año, en el número correspondiente al 3 de enero de 1759, Nipho utilizó de nuevo *Le Pour et le Contre*, para, en esta ocasión, aprovechar las reflexiones del abate sobre el *Ars longa vita brevis* en carta XLI del tomo III, 245. El abate dividía las ciencias en tres clases y defendía que, si bien era imposible adquirir el saber y la práctica de todas ellas durante la vida humana, bastaba en general con conocer aquella que convenían a cada individuo, de modo que, quien se aplicara a su estudio, podría profundizar en ella durante el tiempo que le otorgara la parca. Veremos que Nipho también se aprovecha del abate para contar la expedición en la que intervinieron Ulloa y Jorge Juan.

compensada por el hecho de que no disponemos prácticamente de publicaciones periódicas convenientes para nuestro estudio que cubran esos años centrales del siglo¹⁹⁷. Contrasta esta situación con la que se produjo en la década de los ochenta, en la que España contaba con una prensa que podríamos calificar de madura en comparación con periodos anteriores; más cuando Nipho estrena su diario pocos papeles tenemos a nuestra disposición y menos que se dirijan al común de las gentes. El prolífico publicista se interesaba desde luego por la ciencia, y muy especialmente por lo que llamaba Historia Natural, a cuyo estudio invitaba cuando se presentaba la ocasión por la utilidad que podía reportar, momentos que aprovechaba también para denunciar la ignorancia de los escolásticos y la fatuidad de muchos prohombres y eruditos.

6.3.2 Fuentes de Nipho.

¿Qué información dio el diario sobre las ciencias? ¿De dónde se tomó? ¿Se ajustó al público al que se pretendía instruir? El primer encuentro con los asuntos de ciencias se produjo en los primeros números, concretamente en el décimo, en el que se inauguró una serie titulada *Origen y Progreso de las Ciencias y las Artes Liberales y Mecánicas entre los primeros pobladores del mundo* que, como ya sabemos, fue interrumpida por el decreto del Juez de Imprentas. Carece de todo interés y pese a la semejanza del título con el del popularísimo *De l'origin des loix, des Arts et de science; et de leurs progrès chez les anciens peuples* (1758), de Antoine Ives Goguet —no he podido encontrar coincidencias entre ambas que me lleven a tomar la obra de Goguet como fuente de Nipho. De todos modos, mi observación no va desencaminada: es seguro que el publicista conocía la obra de Goguet, aunque no sé si en esa fecha; de hecho en Madrid se imprimió, sin año de edición, la traducción que inició Nipho de la obra del francés¹⁹⁸.

Al comienzo de 1759 se presentó el nuevo plan de la obra, inspirado como ya hemos dicho en el de la *Cyclopaedia* de Ephraim Chambers (1680-1740), obra de la que Nipho

¹⁹⁷ Al “principal autor de los papeles periódicos”, como lo llama Sempere y Guarinos, *Ensayo...*, Tomo IV, 145, se debe un buen número de publicaciones de distinta índole aparecidas en las décadas de los sesenta y setenta, algunas de carácter literario, otras moralizadoras y de costumbres, varias interesadas en los asuntos públicos.

¹⁹⁸ Se trata de “*El Erudito Investigador o historia universal del origen, establecimiento y progresos de las leyes, artes, oficios mecánicos, ciencias, comercio y navegación, arte militar, usos y costumbres de todos los pueblos antiguos del mundo, desde el diluvio universal hasta la elevación de Ciro al trono de los persas, y desde aquella época remota hasta nuestros días*”, compuesta en francés por M. Goguet, traducida y aumentada con algunas notas modernas, justificativas de las antiguas, por Don Francisco Mariano Nipho”, Aguilar Piñal lo recoge también en su *Biografía de autores españoles del siglo XVIII*, volumen VI, 80, y da como año de impresión 1764, indicando que pretendía ser una publicación semanal, aunque solo apareció el primer número.

sacó buen provecho como veremos más tarde. El diccionario de Chambers pretendía poner de manifiesto los conocimientos adquiridos en las distintas ramas del saber mediante un método basado en la definición de los términos y la explicación de las voces facultativas que interviniesen en las mismo; presentaba las distintas ciencias distribuidas en disciplinas, así como los progresos realizados y los autores que habían contribuido a los avances. Basta leer el prefacio de la *Cyclopaedia* para darse cuenta del énfasis puesto por Chambers en las palabras, a las que concede el ser la materia inmediata del conocimiento que es comunicable¹⁹⁹.

6.3.2.1 *Cyclopaedia*.

Me gustaría hacer aquí una digresión sobre las posibles ediciones del Chambers consultadas por Nipho, pues creo que se sirvió de alguna de las italianas publicadas por aquellos años y no de la original inglesa. La primera fue la de Giuseppe Maria Secondo, en ocho volúmenes e impresa por Giuseppe de Bonis en Nápoles entre 1747 y 1754; contenía adiciones y tenía defectos de traducción. La segunda, en diez tomos, traducida por Jacopo Fabrizi, fue impresa en Venecia entre 1748 y 1749 por Giambatista Pascuali. Sabemos que Nipho traducía del italiano —del que debía tener un buen conocimiento dado que su padre era napolitano—, pero no está comprobado que lo hiciera también del inglés. Sin querer profundizar en el tema por el momento, aportaré unos pocos datos que pueden servir de partida para una investigación posterior, pues las comparaciones que he realizado entre las versiones inglesa e italiana resultan insuficientes para establecer deducciones concluyentes. Por un lado tenemos el hecho de que algunas voces utilizadas en el *Diario Noticioso* sigan la ortografía italiana: se escribe “Idrologia” o “termometro”, al modo italiano, cuando el Diccionario de Autoridades reconoce solo Hydrologia y thermometer, por poner dos ejemplos, si bien hay que advertir de la inconsistencia de que hacía gala el diario en cuanto a la grafía de los términos. Al mismo tiempo se ofrecen voces que no pertenecen a ninguna de las dos lenguas, como es el caso de *submmistrar*, probablemente por confusión con el *somministrare* italiano. Nipho utiliza también otros

¹⁹⁹ Las consultas se han realizado en la quinta edición inglesa impresa en 1741 y en las ediciones italianas de Venecia y Nápoles, de las que se hablará más adelante. A la relación entre términos y voces facultativas con las ciencias y el progreso científico dedica Chambers interesantes páginas de las que Nipho prescinde, tomando un atajo para advertir simplemente que la “definición se dará hermanada al origen de la cosa, con explicación clara, perceptible, y no muy difusa de todas las voces desconocidas, e inusitadas, que concurren en ella”, sin comprometerse con la operación que se pretendía llevar a cabo con una definición, lo que hubiera significado un buen montón de páginas. DN: 2/I/1759, x.

términos no reconocidos²⁰⁰. Otro aspecto a mi entender relevante es el de la puntuación, prácticamente idéntica en los textos italianos y españoles, y alejada de la del inglés, si bien la proximidad entre las dos lenguas latinas juega indudablemente a favor de la semejanza. Tenemos también sintagmas, como “agua llovida”, que se corresponde con “*acqua piovana*”, pero no con la traducción de *rain-water*, que esa “agua de lluvia”, forma que utilizan Feijoo y otros escritores para referirse al agua caída de las nubes²⁰¹. También he apreciado erratas idénticas en la versión italiana y española, como en el caso de la eolípila: tanto una como otra dicen que el “aire” enrarecido sale del citado instrumento como un viento agudo semejante al aire, cuando en la edición inglesa se habla, naturalmente, de que es el “agua” enrarecida la que se manifiesta al salir como un viento²⁰². A veces, Nipho no respeta la concordancia castellana por ser el género de la palabra distinto en italiano y español; así, al referirse al aire escribe, *derramarla, o difundirla*, lo que me hace pensar que ha traducido del italiano donde *aria* es femenino y la concordancia es respetada. Si se basó en la versión italiana, hipótesis por la que me inclino, las cartas juegan a favor de la edición veneciana, pues utiliza expresiones, “preternaturalmente congelada”, que no aparecen en el texto napolitano²⁰³. El conocimiento no circulaba solo en francés, también lo hacía, como vemos, en la lengua toscana.

6.3.3 La ciencia popular.

Dadas las características del periódico es evidente que Nipho quería hacer llegar a un amplio espectro de la sociedad los conocimientos científicos, siempre con una intención educativa que procura el beneficio de la sociedad. Las clases populares, a las que las dos hojas de avisos podían resultarle enormemente útiles, podían acceder por este medio a una instrucción que el publicista valoraba. El medio que utilizó para ello fue la selección de una serie de artículos y voces de la *Cyclopaedia* de Ephraim Chambers que y del *Dictionnaire Universel de Mathématiques et de Physique* (1753) de Alexandre Savérien (1720-1805), tomando también prestados algunos diálogos de *Les entretiens physiques d'Ariste et d'Eudoxe* y acudiendo a veces a publicaciones periódicas o a otros textos a su alcance. Los diccionarios facilitaban un conocimiento que se hallaba desperdigado en

²⁰⁰ Así, cuando la versión italiana habla de la temperatura de una gallina en el acto de *covar* los huevos, nuestro compilador traduce esta palabra por *cobar* en lugar de empollar, que es la que se corresponde con el original. *Cobar* no aparece en el Diccionario de Autoridades, pero es cierto que Félix de Azara, aragonés como Nipho, la utilizó en 1805 escrita como “covar” y con idéntico significado. ¿Un préstamo del italiano o un catalanismo utilizado en Aragón? Véase en CORDE la referencia *covar*.

²⁰¹ Véase CORDE, consulta “agua de lluvia”, periodo 1600 a 1800.

²⁰² DN: 26/I/1759,39. *Dizionario...*, Tomo I, 322.

²⁰³ DN: 19/II/1759, 78.

multitud de obras y eso era lo que los hacía tan útiles a los ojos del periodista, pues no todos podían adquirir las obras originales ni entenderlas²⁰⁴. La función de Nipho no era sino la de compilador, en el sentido de ir ensamblando piezas de unos y otros, pues su actividad no estaba limitada a la traducción de una única obra; hay en sus textos un intento, fallido a mi entender, de elaborar un relato personal, aunque dependiente de lo que hoy llamaríamos “corte y pega”, recordemos que para Menéndez y Pelayo era otro escritor de tijera²⁰⁵. El problema, como veremos, es que no fue capaz de digerir adecuadamente sus lecturas y, por tanto, de trasladar con su propia voz lo aprendido o meditado, además de no saber muy bien a qué público se dirigía. A veces nos sorprende con un resumen bien engastado que proporciona una explicación coherente, ordenada y libre de las ataduras de una traducción literal, pero son raras estas ocasiones.

Hay desde luego en sus artículos aclaraciones y divagaciones, añadidos relativos sobre nuestro país cuando le da pie el escrito original²⁰⁶, y también supresiones cuando sale malparado²⁰⁷; hace referencia a sus propios conocimientos sacados de lecturas diversas y ofrece párrafos salidos directamente de su pluma en los que se nos muestra mucho más ameno y entusiasta que en sus traducciones, a veces poco fiables, confusas e incluso erróneas. No podemos decir que Nipho fuera exactamente un divulgador, pero al menos tenía claro que había que contentar los anhelos de saber de “todos aquellos, que no tienen todos los auxilios necesarios para hablar como Físicos, y se hallan dotados de unas preciosas luces, capaces de ponerlos en estado de juzgar con alguna precisión y exactitud de los

²⁰⁴ Escribe Nipho: “Para que todos aquellos sujetos, que no tienen facilidad, y proporción de haber a la mano muchos Libros, y entenderlos, conozcan el valor de las voces e instrumentos que son socorro de las Ciencias, y Artes, han trabajado muchos celosos Autores exquisitos Diccionarios”, nombrando explícitamente el de *Savérien* y el *Chambers* y mencionando a los Padres de Trévoux, “pero siendo estos unos Libros costosos, y formados en Idioma extranjero al nuestro, se hace como necesario en muchos valerse de la suficiencia, o aplicación de algunos estudiosos, para lograr la exacta explicación de algunas palabras, que son el tejido de Artes, y Ciencias”, palabras que expresan no solo la bondad de estas obras sino también el papel que el redactor se asignaba en la transmisión del conocimiento. *DN*: 24/I/1759, 35.

²⁰⁵ Marcelino Menéndez y Pelayo, *Historia de las ideas estéticas en España* (Madrid: CSIC, 1994), 1260. Recogido también por Joaquín Entrambasaguas en «Algunas noticias relativas a Don Francisco Mariano Nipho», *Revista de Filología Española*, Tomo XXVIII (Madrid: 1944), 357- 362.

²⁰⁶ Así nos habla del Joseph Cher, que ha adquirido sus conocimientos gracias a la observación y la experiencia: “sus viajes, sus fatigosas correrías por montes, selvas, y valles, le han enseñado más Historia natural de plantas, que las que en el Comento de Dioscórides nos enseñó el insigne, y docto Laguna”, en *DN*: 4/I/1759, 6. Hay otros casos en que las referencias a España se intercalan en el relato, como cuando Regnault menciona la montaña de sal de Cardona, información que amplía Nipho “[...] todas las partes del mundo juntas, no pueden producir en nosotros ninguna envidia respecto a esta [...] pues en Castilla, Aragón, Cataluña y otras varias partes de España hay sal para surtir a toda Europa”, en *DN*: 5/III/1759, 102.

²⁰⁷ Otras veces censura las opiniones que no dejan en buen lugar al país. Por ejemplo, cuando trata del aire, suprime el maloliente párrafo del *Chambers*: “It may be noted what huge swarms of the grosser excrementitious matter of animals must swim in the air of Madrid, we are assured they have no necessary houses; and that they always make a jakes of their streets over night: yet does the air imbibe the filth as fast it is laid; insomuch, that there is no increase of any fetid smell”.

objetos”²⁰⁸, una misión que para el periodista cumplían escritores como el P. Regnault. El problema de Nipho era que no tenía la capacidad narrativa y comunicativa de un Feijoo; tampoco estaba versado en las materias que pretendía abordar y de ello se resiente el contenido y la ilación de sus pasajes, pero lo que es innegable es que concedió a las ciencias un lugar preferente en su proyecto periodístico orientado a la instrucción de sus lectores: en el año de 1759, de los 117 ejemplares que se editaron mientras Nipho estuvo al frente del diario, más de la mitad estuvieron relacionados más o menos directamente con el conocimiento científico. Las carencias de nuestro redactor fueron comunes a muchos de los que se dedicaron a los papeles periódicos, en los que pocas veces hallamos escritos originales fruto de un aceptable conocimiento de las cuestiones tratadas y de una interiorización personal de lo leído.

6.3.3.1 Los cuatro elementos, ¿versión popular?

Pero pasemos a la letra impresa. Suele comenzar Nipho sus textos con una definición tomada de alguna obra de consulta que luego amplía con ejemplos, aplicaciones o teorías²⁰⁹. Nipho va más allá de sus diccionarios y se permite, como hemos dicho, interpretaciones personales o, al menos, no contenidas en las obras consultadas. Nuestro redactor, cuando no trataba de cuestiones científicas y lograba desvincularse de sus diccionarios, aportaba su visión entusiasta de las ventajas que se derivaban del estudio de una naturaleza puesta al servicio de la humanidad por haberlo así determinado el Sublime Hacedor²¹⁰. Los gobernantes de todas las edades, continuaba, procuraron que sus súbditos se aplicaran al estudio de la naturaleza, para obtener de ella los frutos que eran debidos a los hombres. La explotación de la naturaleza tenía la bendición divina, no solo porque los recursos naturales habían sido creados para el provecho de los seres humanos, sino también porque en ellos se encontraban las respuestas a las inquietudes de los hombres. Dios así lo había dispuesto, venía a decir Nipho, hombre profundamente religioso. Era la historia natural lo que interesaba al aragonés y la apología de sus bondades iba más allá de

²⁰⁸ DN: 16/I/1759, 24.

²⁰⁹ Así define la Historia Natural o Fisiología y los brazos en que se divide –Meteorología, Hidrología, Mineralogía, Fitología y Zoología– con la ayuda del *Chambers* y utilizando su esquema; sin embargo, cuando pasa a hablar de los meteoros acude al *Savérien* para definirlos y clasificarlos: acuosos, luminosos y secos, apartándose de la denominación recogida en la *Cyclopaedia* que los enumera como acuosos, aéreos e ígneos, DN: 5/I/1759, 7 y 8.

²¹⁰ “Todas estas [las cosas naturales] son vasallas, mejor diría esclavas, del hombre: todas le prestan el juramento de obediencia; y aunque insensibles, responden a sus preguntas filosóficas, y a sus observaciones físicas, los metales, las plantas, y aun las piedras”, DN: 5/I/1759, 8.

la utilidad que podía reportar a la agricultura y a otros intereses económicos de la sociedad, había también un aspecto religioso que destacar ya que el estudio de la naturaleza había contribuido según nuestro redactor además a la conversión de muchos herejes²¹¹.

Tras este panegírico sobre las bondades de la Historia Natural Nipho abordó durante varias semanas la descripción de lo que llamaba peregrinamente “las cuatro masas mayores”, es decir, de los cuatro elementos tradicionales constitutivos de los seres naturales, comenzando por el fuego y acabando por la tierra. El grueso de sus informaciones proviene como ya se ha dicho del *Chambers* y del *Savérien*, con alguna incursión en la obra del P. Regnault. Nipho tomaba lo que le parecía más oportuno de cada uno de ellos, aunque no suele informarnos de su fuente y solo la comparación con los textos citados nos autoriza a realizar las asignaciones correspondientes.

Comenzó Nipho con el fuego, aportando las distintas opiniones sobre su naturaleza contenidas en la voz correspondiente del *Savérien*²¹². Se continuó con la traducción de esta entrada del diccionario francés en la que se ofrecían las opiniones sobre la naturaleza del fuego de distintos autores; en medio de este relato Nipho insertó la traducción de parte del diálogo IV sobre el fuego del tomo II de la obra de Regnault, pero al jesuita le concedía el honor de dar la referencia completa. En números sucesivos, Nipho fue tomando párrafos del *Chambers*, de Regnault y de Savérien a conveniencia. En cuanto a los contenidos, es difícil que el público lector encontrara alguna definición del fuego satisfactoria. El propio Savérien comentaba –y Nipho recogía– que la naturaleza del fuego no era en realidad conocida y que las diversas teorías aportaban tan solo verdades parciales. Lo que sí podía deducirse era que se trataba de una cuestión que interesaba a los filósofos más eminentes y que se manejaban hipótesis dispares basadas en el comportamiento de este elemento, al que se buscaba una explicación atribuible precisamente a su naturaleza. Para unos, era materia sutil y partículas gruesas en agitado movimiento; para Châtelet, un ente

²¹¹ La argumentación de Nipho es la siguiente: “como consta de la Historia, y Memorias sobre los Insectos de Mr. Remeaur (*sic*), casi innumerables espíritus rebeldes, que juraban tenacidad en no creer muchas verdades de nuestra Religión, al poderoso argumento que les hacía la naturaleza, manifestándoles laboriosa, y admirable a la mano Divina, y como empleada en trabajar un continuado prodigio en cada Insecto, exclamaron, convencidos en las verdades del Poder soberano de Dios: ¿Si tanta multitud de asombros franquea el Señor Omnipotente en la construcción de unos Seres tan poco necesarios, como no hará alarde de su poder, y misericordia en los prodigios, que por medio de la Gracia comunica solo para su felicidad ala humana naturaleza ?”, *DN*: 9/I/1759,12.

²¹² Se exponían diversas opiniones sobre cuál era la naturaleza del fuego según los distintos autores, como Descartes, Newton o Niewentit, y se exponía igualmente las teorías favorecidas por los autores que habían ganado el premio de la Academia de Ciencias de París —Euler, el P. Lozeran de Fiese y el Conde de Crequi—y de personajes tan conocidos como Voltaire y Mme. de Châtelet, que habían optado igualmente a dicho galardón.

que no era ni materia, ni espíritu, ni espacio; Lozeran opinaba que era un mixto, Crequi, una disolución y Euler la explosión de una materia sutilísima; Newton lo tenía por un cuerpo tan caliente que emitía luz. Seguramente la lectura del diálogo entre Ariste y Eudoxe del P. Regnault resultaba mucho más amena y relajada para el lector. Al menos allí se asumía que el fuego estaba constituido por partículas punzantes agitadas en medio de la materia sutil, lo que explicaba la penetración del fuego en los objetos y su reducción a cenizas; se distinguía entre el fuego compacto y ardiente debido a la unión entre sus partes y la llama, menos activa y que quemaba menos, como ocurría con el aguardiente encendido; se reflexionaba sobre experiencias al alcance de todos, como porqué la madera seca ardía mejor que la verde. Es decir, el acento se ponía en explicar las manifestaciones de los efectos del fuego perceptibles al común de las gentes. Los aspectos prácticos de las virtudes del fuego encontraban respuesta en el libro de Nicolás Gauger *La mécanique du feu* que trataba sobre el uso provechoso y económico del fuego, obra recomendada en el diccionario francés pero mucho más ensalzada en el impreso español: Nipho llegaba hasta el extremo de decir que esta obra debería estar en todas las casas madrileñas²¹³, sin pararse a pensar si realmente estaba al alcance de sus lectores. Lograr habitáculos confortables en el rigor del invierno, libres de humedad y caldeados era una de las cuestiones prácticas que la aplicación de la filosofía mecánica podía abordar, proporcionando una utilidad inmediata.

Los tres elementos restantes recibieron un tratamiento parecido al del fuego, con las diferencias derivadas de las propiedades que a cada uno de ellos se asignaba. En ningún caso se hacía una interpretación escolástica —ni los diccionarios ni Regnault estaban por esta labor—, y el mismo Nipho nos da su opinión al respecto al hablar de las virtudes ocultas “porque esta palabra ha sido un recurso, con que pretendían disimular su ignorancia casi toda la muchedumbre de filósofos antiguos”²¹⁴. La descripción de la segunda masa, del aire, siguió los pasos del *Chambers*, remitiendo cuando resultaba conveniente a la explicación de términos como elasticidad y fluidez, o a instrumentos, como la eolípila o la máquina neumática. Estaba claro que el aire era un fluido transparente que se podía comprimir y dilatar, y que había que distinguir entre el aire vulgar, que era indudablemente un mixto y formaba la atmósfera, y el aire como elemento puro, homogéneo. La naturaleza de este último era disputada entre los físicos: para algunos era una materia

²¹³ DN: 20/I/1759, 31. No solo la recomendaba por el ahorro que podía suponer, también por los beneficios que sus consejos reportarían a la salud de los madrileños “para hacer menos sensible el ceño del Invierno, y los médicos hacen en esta aterida estación su Agosto”.

²¹⁴ DN: 19/II/1759, 78.

sutil, sensible, ingenerable e incorruptible, pero para otros lo que lo caracterizaba e identificaba era su virtud elástica. Esta opinión era compartida por Boyle y por Newton, aunque en el caso de este último su hipótesis se basaba en la existencia de fuerzas atractivas que eran superadas por la repulsivas al someter los cuerpos a calor o fermentación. No todos estaban de acuerdo en que la elasticidad fuera la cualidad esencial del aire: en los experimentos no se obtenía siempre aire elástico y algunas experiencias realizadas en París y en Bolonia habían demostrado que el aire mezclado con otras sustancias adquiría mayor elasticidad. Tampoco existía unanimidad sobre la causa de la elasticidad: la figura de los átomos, es decir, la explicación debida a la estructura atómica, era rechazada, por ejemplo, por Newton, que acudía de nuevo a las fuerzas atractivas y expansivas para dar cuenta de la dilatación del aire. En lo que sí había coincidencia era en que en la naturaleza no se encontraba por ningún lado aire puro, como tampoco ninguno de los otros tres elementos, que siempre aparecían como cuerpos heterogéneos. Sobre el peso del aire se decía que actuaba sobre los cuerpos en todos los sentidos según demostraban ciertos experimentos expuestos en el *Savérien* y que afortunadamente Nipho no repetía, aunque osadamente remitía a los lectores curiosos a consultar las *Philosophical Transactions* y el primer tomo de las obras de Jacobo Bernouilli, como si fuera tan fácil acceder a ellos para el *común de las gentes*. Que el aragonés no conocía bien a los lectores de su periódico puede discurrirse de los datos numéricos que proporcionaba sobre el peso relativo del aire al agua, aunque alguna crítica le debía haber llegado cuando se quejó de que esos párrafos de Historia Natural o de Física especulativa “tuvieran poco acogimiento en los sujetos vulgares”²¹⁵. Más sensato hubiera sido que hubiera descrito el experimento de Torricelli y las consecuencias del mismo, pero solo hay una mención al mismo en el artículo sobre el barómetro, en el que se prima detallar, con el *Chambers* en la mano, la serie de distintos instrumentos inventados para medir las alteraciones del peso de la atmósfera, pero sin la ayuda de las planchas que los acompañaban.

Los artículos dedicados al agua y la tierra tenían un carácter menos técnico que los anteriores y eran de lectura más fácil y agradable. Presentaban que tanto una como otra estaban formadas por partículas cuya figura explicaba sus propiedades, aunque se partía de los efectos observados para deducir cuáles debían ser las formas y características de dichas partículas, un punto que Nipho subrayaba al añadir por su cuenta que “si por los efectos hemos de juzgar las causas, concluyamos pues, que las partículas del agua son

²¹⁵ DN: 06/II/1759, 55.

esféricas”²¹⁶, declaración alejada de los principios del conocimiento sintético de los escolásticos y acorde con las tendencias del momento en la física. Al igual que el aire y el fuego, ni en la naturaleza ni en los laboratorios se habían podido obtener como elementos simples y puros. La información se centraba en los distintos usos del agua y de la tierra, en sus cualidades beneficiosas para los seres humanos, animales y plantas, en la manera de obtener de una y otra el mejor provecho, asuntos que estaban más al alcance de sus potenciales lectores.

6.3.4 La aportación de Nipho.

En su labor de traducción, Nipho no estuvo en ocasiones particularmente acertado. Algunos párrafos resultan confusos, enmarañados con adjetivos y circunloquios innecesarios; a menudo no logra transmitir adecuadamente el significado original –incluso llega a pervertirlo–, por no hablar de las erratas que no son corregidas en la fe correspondiente²¹⁷. Las prisas, si no otros factores, tuvieron que influir en aquellos casos en los que se modificó el sentido del original²¹⁸. El descuido es también manifiesto en la transcripción de nombres: a veces Regnault se transforma en Reynault, el conde Crequi en Erequi, Lozeran es Lorezan según la ocasión. Pueden disculparse ciertas erratas pero no sé hasta qué punto

²¹⁶ DN: 15/II/1759, 71.

²¹⁷ Creo que no resulta fácil comprender lo que en el diario se quiere decir con “[...] aquellos humos tan ligeros, y sutiles, en los cuales el fuego deshace, o reduce los cuerpos secos, no tienen la elasticidad del aire, supuesto que no pueden impedir la expansión, o derramamiento de un poco de aire, encerrado en una vejiga, en cuyo ámbito circular se halla”. En cuanto a las deficiencias en la traducción, un ejemplo: Atribuye, así a Newton justo lo contrario de lo que el Chambers cuenta, tanto en el original como en la traducción italiana, aunque me limitaré a la versión inglesa: “But Sir I Newton puts the thing another way; such a texture he thinks by no means sufficient to account for that vast power of elasticity observed in air, which is capable of diffusing into above a million of times more space than it before possessed” mientras que lo que recoge el diario es “que aquella grande fuerza de elasticidad natural en el aire, y capaz de derramarla, o difundirla en un espacio más de un millón de veces más crecido, que aquel que en su natural tranquilidad poseía, no puede provenir de otra causa, que de su natural, y congénita disposición, y textura”, en DN: 27/I/1759, 42. Los subrayados son míos.

²¹⁸ Véase, por ejemplo, DN/01/II/1759,48. Lo que se expone en el periódico es que al subir a un monte elevado se puede llegar a escupir sangre, porque el “aire oprime y estrecha de un modo extraordinario los pulmones”. Sin embargo, es fácil deducir que es precisamente el menor peso del aire en la cima lo que hace que se produzcan estos efectos, como queda bien claro en el Chambers. También afirma categóricamente que todos los filósofos consideraban que para que una fuerza pudiera producir fuego era necesario que fuera capaz de producir una erupción en sus partículas, –en las del fuego, DN: 18/I/1759, 28. En realidad lo que el Savérien dice es que de acuerdo con la teoría de Euler, el fuego no era sino la explosión de una materia elástica, infinitamente más sutil que el aire y distinta del éter, que necesitaba una fuerza o agente capaz de producir ese estallido, *Dictionnaire de Savérien*, Tomo I, 368. No terminan aquí los errores de este párrafo, la traducción descuidada hace que se atribuya a Euler lo que dice el P. Lozeran de Fiese y, lo que es peor, que convierta las experiencias de éste último, que presentaban el fuego como mixto compuesto de sales volátiles, aire, materia etérea y de otras sustancias acuosas y terrosas, en argumentos a favor de la existencia del fuego elemental o puro, DN: 19/I/1759, 30.

se trata de una de ellas la utilización de *etherogeneas* por heterogéneas, más bien interpretado que Nipho creyera que la palabra tenía que ver con las sustancias *ethereas* de las que se hablaba unas líneas antes; en el original francés viene correctamente escrito.

Una aportación destacable de los artículos sobre los cuatro elementos fue la de intercalar en el texto o en notas al pie aclaraciones sobre ciertos términos que sustituían a la remisión a otras voces que suelen hacer los diccionarios. También se preocupó el redactor de describir instrumentos asociados a la medida de ciertas propiedades o cualidades relacionadas con los elementos. Así, cuando trataba del fuego, dedicó un par de números al termómetro y, cuando llegó el turno del aire, fue el barómetro el que mereció unas páginas en el periódico. Tampoco podemos omitir la abundante bibliografía que proporcionaba el periódico a sus lectores, otra cosa es que éstos tuvieran la capacidad física y económica para hacerse con ella o sacar provecho de la misma.

Pero volvamos al termómetro, porque nos hace apreciar el instinto periodístico de Nipho a la hora de redactar sus artículos. En este caso no comienza traduciendo directamente de sus fuentes, sino que nos introduce en el tema explicando los grados de calor que consideraban los químicos al realizar sus operaciones. Eran cinco, tal y como determinaba el *Chambers* en la entrada correspondiente al fuego: el de una gallina incubando, el del sol que quema la piel, el del agua hirviendo, el que funde metales y el que evapora el oro²¹⁹. A continuación, Nipho definía el termómetro como “instrumento, que sirve, y se hace uso de él para conocer el temperamento, o temple de un lugar; los grados del calor, o frio del aire”. Ahora bien, de la definición dada no se podía colegir la forma del instrumento y a falta de una lámina que presentara gráficamente las diversas modalidades que adoptaba, Nipho describía con detalle el instrumento²²⁰. La exposición de Nipho no era la traducción literal de ninguno de los diccionarios que hemos manejado hasta ahora; sin duda el redactor había visto y manejado termómetros, un instrumento que existía en muchas casas, y se había permitido un relato propio, ayudado de las explicaciones del *Savérien*. Nipho nos muestra aquí su habilidad para relacionar informaciones diversas y engarzarlas cuando el asunto del que habla le resulta familiar. A este primer artículo siguió un se-

²¹⁹ *Dizionario...*, 240.

²²⁰ Nipho lo describe de esta manera: “[...] un cañón de vidrio muy delgado, o capilar, en cuya extremidad hay una bolita llena de licor encarnado, y el que comúnmente suele ser espíritu de vino, el que por el conducto estrechísimo del cañón sube, o baja, según se rarifica, o dilata, y condensa el aire que contiene dentro de sí; y por este ascenso, o descenso, se conocen los grados del calor, o frialdad del tiempo: está dividida la línea de su extensión con notas y números que señalan los grados sobre una tabla, en que está colocado perpendicularmente el cañón”, *DN*: 22/I/1759, 33.

gundo, en el que, de nuevo con la ayuda del *Savérien*, se centró en las propiedades universales del termómetro de Réaumur, pero también en las críticas e inconvenientes levantados por Halley y Fahrenheit a la utilización de espíritu de vino y en la propuesta de este último de sustituirlo por mercurio. Sin embargo, al no explicar a sus lectores la dificultad que suponía en los primeros termómetros la ausencia de escala graduada con puntos fijos y divisiones correspondientes a cada variación de grado, las ventajas del termómetro de Réaumur sobre el de Florencia no podían ser plenamente apreciadas. Por otra parte, teniendo en cuenta que Nipho buscaba siempre, según él mismo dice, las utilidades y beneficios que podían extraerse de estos utensilios, no hubiera estado de más que se hubiera extendido un poco en las aplicaciones de los termómetros, el *Savérien* citaba unas pocas y con un poco más de atrevimiento el periodista aragonés hubiera podido desarrollar algunos de sus usos.

Examinados los artículos sobre los elementos nos queda preguntarnos qué interés podían tener para unos lectores que en su mayoría no tenían formación académica alguna ni disponían de bienes de fortuna. Los diccionarios y el mismo P. Regnault no estaban dirigidos al *común de las gentes*, el público que tenía acceso a estas obras era una *société* acomodada e ilustrada que podía permitirse adquirir libros e instrumentos e incluso replicar experiencias. ¿Qué sentido podía tener recomendar obras y autores a quienes posiblemente no tenían un solo libro en su casa cuando él mismo defendía la labor de los papeles periódicos precisamente por no ser asequibles otros escritos impresos a la mayoría de la población? La abundancia de datos e hipótesis encontradas, la utilización de términos especializados, la ausencia de láminas explicativas y los mismos asuntos abordados eran ajenos a los intereses y necesidades de los compradores. Tras agotar a los sufridos lectores con los cuatro elementos, el termómetro, el barómetro, el microscopio y la descripción de algunas de las ciencias que según el *Chambers* formaban parte de la Historia Natural, nuestro traductor-compiler se excusaba con estas palabras: “Confieso, que los asuntos hasta aquí seguidos, son de poco gusto, y bastante áridos”²²¹. Es indudable que Nipho se sentía atraído por las cuestiones científicas, leía los textos procurando informarse de los contenidos y buscaba el significado de las voces, pero no parece que entendiera realmente lo que con rapidez y descuido trasladaba al papel. Bastante trabajo le llevaba sacar un periódico todos los días.

²²¹ DN: 21/III/1759, 127.

Pese a los reparos que yo misma he manifestado respecto a la obra de Nipho e independientemente de la escasa adecuación de sus artículos a la formación e intereses de su público, su lectura nos proporciona algunas reflexiones sobre la circulación del conocimiento científico en la esfera pública de la época llevados de la mano por el polígrafo aragonés. Su visión del conocimiento, prestada o propia —no es cuestión ahora de volver sobre lo dicho anteriormente al respecto— nada tiene que ver con la escolástica, ni se preocupa por las disputas entre modernos y sectarios que habían ocupado por ejemplo a los redactores del *Diario de los Literatos*; probablemente Nipho carecía de formación universitaria, lo que representaba una ventaja a la hora de acomodarse a líneas de pensamiento más actuales. El conocimiento de la naturaleza se basaba para Nipho en la observación de regularidades y en la experimentación repetida, poniendo el ejemplo del abate Nollet²²². Presenta, por otra parte, las opiniones no siempre coincidentes de los más insignes estudiosos de la naturaleza, las hipótesis en que se fundaban, los experimentos a los que aludían y los instrumentos con los que contaban, una ciencia pues que había abandonado la deducción a partir de principios *a priori* para lanzarse por la senda de la inducción e ir de los efectos a las causas. El Newton que asoma en el *Diario* no es el de la gravedad ni el de la luz sino el de la estructura de la materia representada por sus componentes, es decir, por los elementos fuego, aire, agua y tierra, formados por partículas que experimentan fuerzas de atracción y repulsión.

Sin pretensiones de ser un periódico bibliográfico, el *Diario* de Nipho daba una relación importante de obras publicadas en otros países, algunas venían citadas en las enciclopedias que manejaba, otras provenían seguramente de publicaciones extranjeras. Que fueran o no de utilidad a sus lectores no obsta para que a nosotros nos sirvan para saber de dónde obtenía Nipho la información que transmitía posteriormente en sus escritos. Por otro lado, el hecho de que fuera capaz de fundar un diario que se mantuvo activo durante tanto tiempo es una indicación de los cambios que se habían producido en la sociedad española, como era la aparición y formación de un público más amplio y diversificado que el del *Diario de los Literatos*. En los hogares acomodados había instrumentos como el termómetro o el barómetro; Nipho recordaba que en la “Real Fábrica de los Cristales”

²²² “Más prodigios ha obrado la maravillosa aplicación física de Mr. Nollet, [...], haciendo buen uso de sus observaciones naturales, que a preceptos de lo que leyó en los Libros: sus extraordinarias experiencias y sus demostraciones físicas [...] le hicieron un milagro de este siglo, y que será gloriosa envidia de los venideros, en asunto de Física experimental”, pues el conocimiento de la naturaleza no había sabido desembarazarse de las dudas, *DN*: 4/I/1759,6 y 5, respectivamente.

se construían microscopios primorosos que no desmerecían de los extranjeros, con la ventaja de no ser caros; podían servir de entretenimiento y de instrucción incluso a las señoras²²³. Un aspecto a destacar en el *Diario Noticioso* es el papel jugado por los diccionarios en la circulación del conocimiento científico, sabemos que Feijoo los utilizaba, lo hemos visto también en de Graef y comprobamos ahora con las composiciones de Nipho que constituían un medio de consulta y transmisión.

7. Prensa y ciencia (1738-1759).

Los pocos años que duró la empresa de Salafranca y sus compañeros no nos permite acceder más que a una pequeña parte de la producción editorial de la época. Nos quedamos sin saber la opinión del periódico sobre la obra de Herrero o sobre la de Piquer. Al menos nos asoma a un mundo cultural en el que la escolástica era todavía un adversario potente y nos muestra un país con graves deficiencias en estructuras científicas y saberes actualizados. Los redactores estaban interesados fundamentalmente en cuestiones filosóficas que seguían siendo las relevantes en la España de aquellos años. Los *diaristas* mostraban un buen conocimiento de los asuntos que constituían sus afanes intelectuales, poniéndose siempre del lado de los que propugnaban reformas modernizadoras. El *DLE* refleja el ambiente cultural de la época, con sus luchas y descalificaciones; la física que aparece en la publicación es esencialmente filosofía natural y la inclinación y defensa que hacen de la física experimental carece de sustancia específica. Las carencias que denunciaban sus redactores impedían que las novedades científicas de los periódicos extranjeros pudieran tener eco en ellos mismos y en sus conciudadanos. En el *DLE* el acento se ponía en el rechazo a la filosofía escolástica y en la necesidad de subsanar las deficiencias que provocaban el atraso de la nación.

Con el paso de los años la situación había cambiado, y los periódicos de la década de los cincuenta ponen de manifiesto esta moderada transformación. Los “papeles” de De Graef y Nipho tenían una orientación práctica, en la que la ciencia impulsaba y mejoraba la actividad económica: se insistía en los valores del trabajo y de la aplicación al estudio.

²²³ “en quienes la imaginación y la memoria tienen más fuerza; pero cuyos oficios [...] prohíbe una intensa aplicación al estudio de la naturaleza con los rígidos principios de la física regulada, pueden fácilmente ponerse en estado de juzgar de los objetos más chicos con un microscopio, y no solo hacerse jueces de los Entes, pero vivir muy divertidas y bien ocupadas”. Más aún, contaba la anécdota de una señora, no sé si real o inventada, que se había apasionado de tal modo por lo que había descubierto sobre los insectos a través del microscopio que, con la ayuda que el propio Nipho le había prestado mediante la obra de Réaumur, se había convertido en poco tiempo en maestra del propio periodista, *DN*: 7/III/1759, 106.

Había pasado el tiempo de los *novatores*, ya no se discutía sobre la materia y la forma o sobre el pensamiento cartesiano; se habían creado nuevas instituciones científicas y la acción gubernamental era más decidida, aunque posiblemente no tan consistente como era necesario. El público no estaba formado únicamente por los eruditos, al menos Nipho y De Graef pensaban en un abanico más amplio de lectores, a los que querían hacer llegar los nuevos conocimientos y prácticas, destacando siempre la utilidad que reportaban. Evidentemente la ciencia que se respira en los *Discursos* y en el *Diario noticioso* no sé hasta qué punto merece ese nombre. En el caso de De Graef lo importante era fomentar un cambio de mentalidad que propiciara una intervención tangible y material en la naturaleza, olvidando glorias y empresas pasadas y los prejuicios que se habían asociado a ellas. Los valores que demandaba el mundo moderno eran otros y era cometido de los gobernantes fomentarlos y actuar en la dirección que marcaban los pasos de las otras naciones, orientados definitivamente por la ciencia. Nipho remaba en la misma dirección que el holandés, pero su aproximación no estaba tan bien definida. Las dos hojas dedicadas a los avisos comerciales poco tenían que ver con las dos de carácter instructivo que iniciaban cada ejemplar; el periódico había sabido encontrar un nicho de mercado en el caso de los avisos, pero Nipho no se contentaba con eso y buscaba además que su papel tuviera una repercusión en el mundo de la cultura y que colaborara a la educación del pueblo, único modo a su entender de que la nación progresara. Los contenidos del *Chambers* y el *Savérien* no eran los más adecuados para sus propósitos, y él mismo no estaba preparado para ello: la divulgación científica exigía conocimientos y estrategias que Nipho no poseía. Su intento de hacer una ciencia para el pueblo se quedó, en eso, en un intento que, sin embargo, nos muestra que algunos aspectos de las Luces habían calado en la sociedad española: la ciencia y el conocimiento debían de ser accesibles a todos.

Poca ciencia moderna hay en las páginas de las obras que se han examinado. Es cierto que proporcionaron una abundantísima bibliografía y que tuvieron una intención divulgativa e instructiva, pero su mérito reside, más que en los contenidos, en los valores que transmitían. El conocimiento que circulaba en sus páginas, a falta de traducciones y de obras nacionales, podía resultar de provecho para aquellos que ya estaban interesados en ciertas cuestiones y tenían referencias de las mismas, facilitando informaciones provenientes de los periódicos extranjeros, una de las misiones de la prensa del setecientos.

CAPÍTULO IV: Las ciencias físico-matemáticas. Jorge Juan y sus *Observaciones*.

1. Introducción.

Desde la tercera década del setecientos se fue fraguando en España una actitud favorable a los planteamientos de la física que se estaba desarrollando en otras partes del dominio europeo, si bien no se logró trasladar satisfactoriamente esa toma de posición a realidades concretas, quedando en muchos casos las aspiraciones en tan solo buenos propósitos. En los autores que hemos estudiado previamente, hemos podido apreciar estos. Sus relatos, una tintura claramente expositiva y divulgativa, eran una amalgama de lecturas a medias entendidas, impregnadas de elementos procedentes de las enseñanzas adquiridas durante sus estudios universitarios. La apuesta de todos ellos por la metodología experimental se quedaba en una proclama que poco ayudaba a su práctica sistemática. Sus textos nada tenían que ver con los manuales que circulaban en otros reinos, escritos por experimentadores avezados que habían diseñado y construido sus propios instrumentos, y que describían con detalle cómo llevar a cabo las experiencias. Tampoco podían compararse a obras de mayor enjundia que exponían la filosofía natural desde perspectivas más actualizadas, ya fuera en el marco del proyecto mecánico, o en el del experimental, o el newtoniano¹. Añadamos que faltaban en el país instrumentos, instituciones, individuos preparados, publicaciones, y una cultura del análisis y de la innovación liberadas de la tenaza de la lógica silogística y de la erudición libresca. Se partía de una situación desfavorable debida al paréntesis, no del todo impermeable, que supuso gran parte del siglo XVII en cuanto a la recepción de las corrientes intelectuales que establecieron los fundamentos de la ciencia moderna². Sin embargo, la toma de conciencia del atraso español y la constatación de la pérdida de poder en el concierto de

¹ Naturalmente, esta clasificación no pretende establecer compartimentos estancos entre esas aproximaciones.

² A los factores externos que cita López Piñero para explicar el estancamiento de la ciencia española en el seiscientos en *La introducción de la ciencia moderna en España* (Barcelona: Ariel, 1969) y en *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII* (Barcelona: Labor universitaria, 1979), añade Víctor Navarro Brotons, en *Disciplinas, saberes y prácticas* (València: Universitat de València, 2014), el propio desarrollo de la ciencia española, sus procesos y dinámicas, sus presupuestos epistemológicos y su evolución. Navarro presenta en esa obra un panorama de la situación científica en el siglo XVI bien diferente de la de la centuria que le siguió: creación de universidades, impulso desde el gobierno a los estudios de cartografía, geografía astronómica y navegación –imprescindibles para la gestión del imperio ultramarino–, establecimiento de instituciones como la Casa de Contratación de Sevilla, dotación de los puestos de cosmógrafo y piloto mayor, cultivo de una mecánica instrumental por ingenieros y arquitectos, debates universitarios sobre la legitimidad de las matemáticas para tratar cuestiones de filosofía natural y corrientes filosóficas de carácter humanista y nominalista. A pesar del aislamiento intelectual de la península durante gran parte del seiscientos, no se vivió totalmente de espaldas a lo que sucedía más allá de nuestras fronteras, como pone de relieve Navarro en su obra.

las naciones, propiciaron un movimiento renovador y crítico que favoreció el abandono de los postulados escolásticos y la apropiación de los valores y actitudes que informaban por entonces las nuevas tendencias del pensamiento europeo. Las propuestas de los *novatores* procedían indudablemente de las influencias extranjeras, pero también de fuentes autóctonas humanistas y erasmistas, que las conectaban con ciertos autores españoles del XVI³. En el campo de las ciencias, la renovación afectó con mayor intensidad a las físico-matemática. En España, los jesuitas fueron impulsores de estas disciplinas, aunque no abordaron los avances más sobresalientes en estas ciencias. Hasta prácticamente mediados del setecientos no se incorporó la aplicación del álgebra a la geometría, ni hay noticias del cálculo infinitesimal, como tampoco de los grandes adelantos realizados en la mecánica y en las ciencias afines. En resumen, ni las matemáticas mixtas ni la perspectiva experimental prosperaron como actividades científicas equiparables a las que se realizaban en otros países; se habían acortado distancias, pero el atraso era todavía considerable, y las iniciativas que se impulsaban desde determinados círculos a favor de la puesta al día en el campo científico, no eran suficientes para llevar a cabo las imprescindibles transformaciones que se requerían para ello. Se necesitaba, como decía Feijoo, el impulso de la Corona.

En este capítulo y el siguiente pretendo analizar dos actuaciones patrocinadas desde el gobierno de la nación que auspiciaron el desarrollo de la física moderna en España: por un lado, la contribución de Jorge Juan al conocimiento de la física matemática; por otro, el establecimiento de los estudios de física experimental en el Seminario de Nobles de Madrid.

Jorge Juan, figura imprescindible en la ciencia del XVIII español, ha sido objeto de numerosos estudios⁴. Los múltiples y variados servicios que prestó a la nación han dado

³ Para una visión general del periodo comprendido entre 1680 y 1724 puede consultarse Abellán, *Historia crítica...*, III, 280-461. En particular, sobre las raíces vernáculas del movimiento, 352-353. Víctor Navarro Brotons, *Disciplinas, saberes*, etc.

⁴ El marino ha sido objeto de numerosos estudios académicos y de monografías científicas. Su secretario, Miguel Sanz publicó a los pocos meses de morir Jorge Juan, *Breve noticia de la vida del Excmo. Sr. D. Jorge Juan y Santacilia, reducida a los hechos de sus Comisiones, Obras y Virtudes, que a instancia de sus Apasionados, presenta al público su Secretario D. Miguel Sanz, Oficial segundo de la Contaduría principal de Marina*. Estudio preliminar, edición y notas de Armando Alberola Romà y Rosario Die Maculet (Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2013). Citaremos además a Benito Bails, *Elogio de Don Jorge Juan*, publicado por primera vez en *Principios de Matematica* (Madrid: Joaquín Ibarra, 1776); Emilio Soler Pascual, *Viajes de Jorge Juan y Santacilia. Ciencia y política en la España del siglo XVIII* (Barcelona: Ediciones B.S.A., 2002); Armando Alberola Romà, Cayetano Mas Galvañ, Rosario Die Maculet (eds.), *Jorge Juan y Santacilia en la España de la Ilustración* (Alacant: Publicacions Universitat d'Alacant: 2015); Núria Valverde, *Un mundo en equilibrio. Jorge Juan (1713-1773)* (Madrid: Marcial Pons, 2012); Armando Alberola Romà, Rosario Die Maculet, «Jorge Juan y Santacilia: la visión de sus

lugar a trabajos de toda índole en los que se ha destacado tanto su condición de marino como de científico. Mi estudio se centra en su primera obra, las *Observaciones*, con la que se dio a conocer al público español y extranjero⁵. La polémica suscitada por la forma de la Tierra y las expediciones que se emprendieron para determinar la longitud del grado de meridiano han sido objeto de excelentes trabajos; en particular, Antonio Lafuente, en solitario o con colaboradores, ha vuelto a menudo sobre el tema, y sobre el texto del marino. Sin embargo, mi estudio de las *Observaciones* incide más que en la expedición y sus resultados, en la obra en sí y su alcance en el contexto nacional; el acento se pone en los destinatarios a los que se dirige, en el conocimiento que circula, y en los objetivos científicos y políticos que se pretende conseguir. Por ello, interesa analizar su aportación al desarrollo de la física en España, considerar el impacto de su publicación y determinar las novedades que introducía; pero no menos importante son los aspectos materiales y organizativos de la obra, elementos fundamentales a la hora de comunicar unos contenidos que, en realidad, resultan finalmente inseparables del diseño y la calidad de impresión. Todos los que intervinieron en la realización de las *Observaciones* jugaron un papel en su realización, comenzando indudablemente por el autor que, sin el apoyo de las altas magistraturas del Estado y sin la pericia de grabadores, impresores y artesanos, hubiera encontrado grandes dificultades para dar a conocer sus trabajos y sus días en la zona ecuatorial.

2. Las ciencias físico-matemáticas. El papel de las matemáticas en el estudio de la naturaleza.

A lo largo del siglo XVIII, junto a la dedicación a nuevos campos de investigación –fenómenos eléctricos y magnéticos, el calor, las operaciones químicas, etc.–, se fueron configurando espacios propios del saber previamente incluidos en áreas de conocimiento más amplias y universales. La delimitación de los objetos de estudio, la metodología de investigación, la necesidad de crear una terminología propia, la misma narrativa de las operaciones, teorías y resultados, contribuyeron a perfilar áreas del conocimiento cuyas fronteras se iban dibujando con trazos más precisos⁶. Matemáticas y filosofía natural

contemporáneos», en Agustín Guimerá Ravina, Víctor Peralta Ruiz (coords.), *El equilibrio de los imperios: De Utrecht a Trafalgar. Actas de la VIII Reunión Científica de la FEHM*, Madrid, 2005, vol. II, 379-393; *Jorge Juan y la Ciencia Ilustrada* (Madrid: Ministerio de Defensa, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2017).

⁵

⁶ Para una primera aproximación a la división y clasificación de las ciencias en el siglo XVIII, véase Richard

constituían, ya en la tradición aristotélica, ámbitos bien diferenciados: la aritmética y la geometría estudiaban entes abstractos y no se ocupaban del mundo sensible, mientras que las restantes disciplinas matemáticas se distinguían de la filosofía natural por cuanto se limitaban a describir la apariencia de los entes naturales, sin plantear su naturaleza ni las causas de los cambios, lo que las situaba en un nivel inferior al de la física tradicional en la jerarquía de las ciencias. Sin embargo, no se podía obviar que muchos de sus temas eran comunes aunque las perspectivas desde las que se contemplaban fueran distintas. De hecho, las clasificaciones y divisiones de las ciencias, que en forma de gráficos, mapas o índices aparecían en diccionarios y enciclopedias, agrupaban a veces bajo el paraguas de la filosofía natural disciplinas matemáticas⁷.

Como consecuencia de los desarrollos matemáticos de la centuria anterior y de los logros de su aplicación al análisis del comportamiento de los fenómenos físicos, los nexos entre matemáticas y algunas materias de la física se hicieron más evidentes, a lo que indudablemente también contribuyó la corriente mecánica que impregnó buena parte de la filosofía de la época. Por otra parte, la lectura de la naturaleza no solo se fue independizando del patrón marcado por la tradición; también arrinconó los saberes que pretendían revelar un mundo sacralizado que hablaba mediante símbolos y semejanzas y que presuponía un orden unitario que tenía su reflejo en el conocimiento⁸.

Un elemento capital de la distinción entre las ciencias era su competencia epistemológica, su capacidad para responder a los requerimientos y criterios de un ordenamiento científico que comenzaba a ser cuestionado por las nuevas concepciones del entendimiento humano. El debate al respecto a lo largo del seiscientos y del setecientos fue intenso e involucró a numerosos pensadores atentos a establecer los fundamentos del conocimiento, su origen, sus modos de adquisición, sus limitaciones y su validez. Todo ello tenía consecuencias innegables sobre la legitimidad de los primeros principios y, por ende, de las leyes y resultados derivados de aquellos⁹. Recordemos que

Yeo, «Classifying the Sciences», en Roy Porter (ed.), *The Cambridge History of Science* (Cambridge University Press, 2016), vol. 4, 241-266. En este mismo volumen, John Gascoigne, «Ideas of Nature: Natural philosophy», 285-304, revisa las ramificaciones de la filosofía natural y su conversión en disciplinas autónomas, poniendo de relieve la progresiva fragmentación del conocimiento natural y su separación de los principios metafísicos que informaban el espectro filosófico.

⁷ El *Lexicon* de John Harris o la *Cyclopaedia* de Ephraim Chambers siguen criterios distintos al respecto, como puede leerse en Yeo, «Classifying...», 254-260.

⁸ Michel Foucault, *Les mots et les choses. Une archeologie des sciences humaines* (Paris: Gallimard, 1966), 32-64.

⁹ No es fácil, ni yo diría honesto, presentar unas pinceladas sobre esta compleja cuestión. A modo de recordatorio, sin embargo, traeré a la memoria los nombres de algunos de los pensadores más influyentes en el XVIII en lo tocante a los fundamentos del conocimiento: Bacon, Descartes, Malebranche, Leibniz,

tradicionalmente se reservaba el nombre de *scientia* para aquellos dominios del conocimiento cuyas conclusiones se deducían de la demostración silogística. Todo lo que saliera de esa metodología –opinión, arte, técnicas– se adscribía al ámbito de la *techné*.

El setecientos fue catalogado durante cierto tiempo como una época de desarrollo y asentamiento de las producciones de la centuria anterior, pero nuevas tendencias historiográficas han puesto en valor las aportaciones sustanciales de los filósofos de la naturaleza en matemáticas y física, por no hablar de las derivadas de la aparición de nuevos objetos de estudio. La imagen, por ejemplo, de que en la mecánica se siguió estrictamente el programa newtoniano, del cual se seguían las leyes del movimiento, ha sido revisada por diversos autores que reivindican para los matemáticos del siglo la formulación axiomática que caracterizó a la mecánica racional, con la introducción del axioma del momento del momento por Leonard Euler y la expresión de la ley del movimiento de un sistema de partículas, debida al mismo autor¹⁰. A ello hay que añadir avances, como la definición precisa de los principales conceptos y variables mecánicas –el de presión interna de un fluido, por ejemplo–, los progresos en hidrodinámica, el principio de D’Alembert, o la ley de mínima acción de Maupertuis.

La ciencia del movimiento que terminó siendo la dinámica se desarrolló en el XVIII como una disciplina matemática, sin prácticamente aportes cardinales procedentes de la experimentación, aunque en su desarrollo jugaran un papel ciertos objetos, como el péndulo compuesto, las cuerdas vibrantes, o los tubos rotatorios¹¹. Su finalidad era indudablemente la resolución de problemas físicos y, por tanto, no prescindía del todo de la experiencia, pero su objetivo consistía en expresar las leyes en lenguaje matemático y obtener soluciones mediante ecuaciones diferenciales¹²; a esta tarea se dedicaron con ahínco hombres como los Bernouilli, Clairaut, D’Alembert o Euler, cuyas investigaciones contribuyeron enormemente al desarrollo de las matemáticas puras. La tarea sintetizadora de Joseph-Louis Lagrange (1736-1813) en su *Mécanique Analytique* (1788) supuso la coronación de los esfuerzos realizados para dominar el movimiento de los cuerpos y

Locke, Hume. La repercusión de sus doctrinas sobre el modo de abordar el estudio de los entes y fenómenos naturales y el papel que en ello jugaban las matemáticas está desde luego acreditada.

¹⁰ Clifford Truesdell, *Essays in the History of Mechanics* (Belin: Springer, 1968), 85-136. Giulio Maltese, «The Ancients’ Inferno: The Slow and Tortuous Development of “Newtonian” Principles of Motion in the Eighteenth Century», en Antonio Becchi *et al.* (eds.) *Essays on the History of Mechanics. In Memory of Clifford Ambrose Truesdell and Edoardo Benvenuto* (Basel: Birkhäuser Verlag, 2003), 199-221.

¹¹ Giulio Maltese, «The Ancients’ Inferno...», 206.

¹² H.J.M. Bos, «Mathematics and Rational Mechanics», en G.S. Rousseau, Roy Porter (eds.), *The Ferment of Knowledge*, Cambridge University Press: 1989), 327-355.

expresarlo exclusivamente a partir de conceptos y formulaciones matemáticas¹³. La mecánica había pasado de ser una parte de la estática que trataba del equilibrio, de los graves y de las máquinas, a convertirse en el modelo para las restantes disciplinas físicas por su capacidad predictiva y resolutive, así como por su rigor lógico. Las restantes “Matemáticas mixtas” siguieron procesos profundos de matematización, pero la recogida de observaciones, el diseño de experimentos y los procedimientos tecnológicos jugaron un papel vital en el curso de su evolución.

El término “Matemáticas mixtas” se utilizó en los siglos XVII y XVIII para englobar una serie de materias que no tenían una estricta cabida en la filosofía natural –ya que utilizaban operaciones matemáticas y relaciones cuantitativas–, pero tampoco trataban de objetos abstractos ordenados según las concatenaciones de la lógica, que eran las características de las matemáticas puras. Gary I. Brown afirma que la expresión tiene su origen en Francis Bacon, o al menos que no ha encontrado evidencia de que se utilizara antes de él¹⁴. En efecto, Bacon dice: “The Mathematics are either pure or *mixed*”, entendiendo que las segundas, a diferencia de las primeras, tenían por objeto axiomas o partes de la filosofía natural, a la que auxiliaban, porque “For many parts of nature can neither be invented with sufficient subtilty, nor demonstrated with sufficient perspicuity, nor accommodated unto use with sufficient dexterity, without the aid and intervening of the mathematics; of which sort are *perspective, music, astronomy, cosmography, architecture, enginery* and divers others”¹⁵. Entre esas otras diversas quedaron más tarde incluidas la hidráulica, gnomónica, estática, geografía, fortificación, navegación, arte tormentaria, etc.

¹³ Así se expresaba Lagrange en el prefacio de su obra: “On a déjà plusieurs Traités de Méchanique, mais le plan de celui ci est entièrement neuf. Je me suis proposé de réduire la théorie de cette Science, et l’art de résoudre les problèmes qui s’y rapportent à des formules générales, dont le simple développement donne toutes les équations nécessaires pour la solution de chaque problème. J’espère que la manière dont j’ai taché de remplir cet objet ne laissera rien à desirer. [...] On ne trouvera point de Figures dans cet ouvrage. Les méthodes j’y expose ne demandent ni constructions, ni raisonnemens géométriques ou mécaniques, mais seulement des opérations algébriques assujetties à une marche régulière et uniforme. Ceux qui aiment l’Analyse verront avec plaisir la Méchanique en devenir une nouvelle branche, et me sauront gré d’en avoir étendu ainsi le domaine”.

¹⁴ Gary I. Brown, «The Evolution of the Term “Mixed Mathematics”», *Journal of the History of Ideas*, vol. 52, 1 (1991), 81-102, 83. Brown analiza igualmente la clasificación de las ciencias que expuso Jean D’Alembert en el discurso preliminar de la Enciclopedia, centrándose en las ciencias matemáticas, clasificadas por el matemático y filósofo francés en puras, mixtas y físico-matemáticas. Estas dos últimas se diferenciaban en la mayor capacidad de la primera para obtener sus proposiciones mediante una cadena deductiva completa a partir de los primeros principios, lo que concedía a sus resultados una certeza geométrica. El ejemplo más cabal de matemáticas mixtas era la mecánica.

¹⁵ Francis Bacon, *Of the Proficiency and Advancement of Learning, divine and human* (Philadelphia: Paul Dry Books, 2001), 95-96.

A mediados de siglo XVII, en los escritos de los jesuitas matemáticos aparece un nuevo término para designar su actividad, el de “ciencias físico-matemáticas”, cuyo origen está relacionado con los debates que tuvieron lugar dentro de la Compañía, en las primeras décadas del seiscientos, sobre el *status* epistemológico de las matemáticas y su incorporación a las tareas docentes. Ya no se trataba únicamente de matemáticas mixtas; aparecía explícitamente la conexión con la filosofía natural, lo que elevaba el prestigio de su práctica, poniéndola al nivel de la física, si bien manteniendo las fronteras disciplinares entre ellas. El tratamiento de los entes físicos mediante demostraciones matemáticas iba tomando fuelle frente a la investigación cualitativa y teleológica aristotélica; las disciplinas físico-matemáticas se iban ocupando de asuntos tradicionalmente asignados a la filosofía natural e iban adquiriendo autoridad científica a la hora de poner de manifiesto la esencia y propiedades de las cosas naturales¹⁶. La concepción jesuítica de las matemáticas transpira en los pocos textos autóctonos que sobre la materia se escribieron en España. El ejemplo paradigmático lo encontramos en el *Compendio matemático* del P. Tosca, cuyo primer tomo comienza haciendo una breve introducción a las disciplinas matemáticas, explicando su objeto –la cantidad en cuanto extensión y número y sus propiedades y atributos– y su división en puras y mixtas. Las primeras –Geometría y Aritmética– manejan abstractamente la cantidad, sin vinculación alguna con cualidades sensibles; las segundas, por el contrario, articulan la cantidad a los fenómenos perceptibles, “porque las afecciones sensibles son propias de la Filosofía natural, se llaman Físico-Matemáticas”¹⁷. Para Tosca, con la Matemática “se descubrían los más reiterados secretos de la naturaleza”, se averiguaban “las fuerzas del ímpetu, las condiciones del movimiento, las causas, efectos y diferencias de los sonos; la naturaleza admirable de la luz, las leyes de su propagación”. La mecánica era increíblemente útil y conveniente para “filosofar con acierto en las cosas de la naturaleza”; la Estática indagaba las causas de la gravedad y la Hidrostática abría las puertas al conocimiento de lo que ocurría en el mundo natural¹⁸. Esta declaración proemial no ofrece duda de que Tosca concedía a las matemáticas legitimidad para obtener resultados relativos a materias que en la escolástica tradicional estaban asignadas a la filosofía natural¹⁹.

¹⁶ Peter Dear, *Discipline and experience. The mathematical way in the Scientific Revolution* (Chicago: The University Press, 1995), 171-179.

¹⁷ Tosca, *Compendio...*, Libro I, 2.

¹⁸ Tosca, *Compendio...*, Tomo 1-5.

¹⁹ Tosca, aunque diferencia la filosofía natural de las ciencias matemáticas en sus obras, y así escribe su *Compendium Philosophicum* en latín, siguiendo la estructura tradicional de los manuales filosóficos, y su

Astronomía y geodesia fueron las disciplinas en las que se apoyaron las expediciones que se pusieron en marcha a mediados de los años treinta del XVIII para medir el grado de meridiano. El relato de Jorge Juan sobre las operaciones llevadas a cabo en la región ecuatorial fue pionero en la presentación ante el público español de la aplicación de las matemáticas al conocimiento de los fenómenos físicos: la ciencia de la cantidad enunciaba leyes de la naturaleza mediante expresiones algebraicas y realizaba predicciones que se confirmaban empíricamente²⁰.

3. Jorge Juan y Santacilia: años de formación.

Jorge Juan es una figura imprescindible del siglo XVIII español; a ello se debe que se le hayan dedicado multitud de trabajos que indagan en su trayectoria vital, en la que se trenzan sus facultades innatas, su carácter, su educación, el entorno científico, el azar, las oportunidades, las relaciones personales, los logros y reconocimientos, las dificultades, su herencia experta o su significación social. Representante eximio del hombre de ciencia de la España del setecientos, une a su condición de marino y de agente gubernamental, la faceta de emprendedor, casi de aventurero –si el término no conllevara una carga de precipitación y de arribismo–, distintivo imprescindible para arrojarse con entusiasmo en brazos de los lances que ofrece la vida, arriesgarse a poner en práctica iniciativas innovadoras, resolver con audacia problemas técnicos, participar en misiones diplomáticas y sostener con fundamento su propio criterio científico.

La Real orden de 20 de agosto de 1734, dirigida al ministro José Patiño Rosales (1666-1736), disponía que eligiese a: “dos personas en quienes concurriesen no solo las condiciones de buena educación [...] sino la instrucción necesaria para poder ejecutar todas las observaciones y experiencias conducentes al objeto, de modo que el resultado fuese fruto de sus propios trabajos, con entera independencia de lo que hicieran los extranjeros”²¹. El objeto al que se refiere el texto era la medición del grado de meridiano en las cercanías del Ecuador que iba a emprender la Academia Real de Ciencias de París y que había sido autorizada por la Corona española, con la condición de que se

Compendio matemático en castellano, dedica la mayor parte de los volúmenes del *Compendium* a la física, y remite a menudo a su obra matemática. En otro lugar hemos visto que, para el autor valenciano, se hace difícil entender el funcionamiento de la naturaleza sin recurrir a los procedimientos de la matemática.

²⁰ Jorge Juan, Antonio de Ulloa, *Observaciones astronómicas y físicas hechas en los reynos del Perú* (Madrid: Juan de Zúñiga, 1748).

²¹ Julio F. Guillén, *Los tenientes de navío Jorge Juan y Santacilia y Antonio de Ulloa y de la Torres-Guiral y la medición del meridiano* (Madrid: Caja de Ahorros de Novelda, 1973), 32. Se encuentra en el informe del Consejo de Indias de 6 de mayo de 1734.

incorporasen a la expedición dos sujetos españoles “inteligentes en la matemática y astronomía”²². El nombramiento recayó en Jorge Juan (1713-1773) y Antonio de Ulloa (1716-1795), dos guardiamarinas de la Academia de Cádiz, a los que hemos de conceder la presunción de que satisfacían los requerimientos científicos señalados en los documentos. La misión encomendada en las instrucciones de Patiño reforzaba su autonomía respecto de los trabajos que llevaran a cabo los académicos franceses; no podían considerarse meros auxiliares en las tareas sino que, llegado el momento, debían suplir la ausencia o muerte de alguno de los académicos, e incluso terminar las mediciones si todos ellos faltasen, utilizando para ello los instrumentos que llevaban y los que habían de remitirles²³.

¿Qué formación tenían los dos jóvenes marinos recién ascendidos a tenientes de navío? ¿cuáles eran realmente las habilidades teóricas y prácticas que demandaban las observaciones? Si nos atenemos al plan de estudios de la academia gaditana que siguieron Juan y Ulloa, las matemáticas puras tenían un carácter elemental –aritmética, los seis primeros libros de Euclides y trigonometría plana y esférica. Se enseñaba también la teórica y práctica de la artillería, la navegación y la astronomía, y se completaba el programa con cosmografía, fortificación, construcción de instrumentos, uso de las tablas de rumbos y dibujo. Era un guion orientado indudablemente al ejercicio competente de

²² Jorge Juan, Antonio de Ulloa, *Noticias secretas de América* (Madrid: Dastin S.L. 2002), edición a cargo de Luis J. Ramos Gómez, en «Introducción...», 8.

²³ Guillén, *Los tenientes...*, 32. Los académicos franceses, en especial La Condamine, no consideraron a Juan y Ulloa como sus iguales; indudablemente eran mucho más jóvenes, carecían de experiencia comprobada en las tareas geográficas y astronómicas, y sus nombramientos como oficiales de la Armada no los acreditaba como matemáticos reconocidos, ni mucho menos como académicos, por mucho que se hubieran formado en la Academia de Guardiamarinas de Cádiz. En el estridente episodio de la inscripción propuesta por La Condamine para figurar en las pirámides erigidas en los extremos de la base fundamental de Yaruquí, se produjo, como es de sobra conocido, una desavenencia por el tratamiento subordinado que otorgaba a los dos españoles, que pretendían se les diera el título de académicos. La Condamine dio su versión de los hechos en su *Histoire des Pyramides de Quito* (París: 1751), publicada como respuesta a lo escrito al respecto por Ulloa en la *Relación histórica del viaje hecho de Orden de su Mag. a la América meridional* (Madrid: Antonio Marin, 1748), III, 258. Para La Condamine, los oficiales españoles habían participado de forma voluntaria en algunos de los trabajos, pero los únicos responsables de las medidas eran los académicos franceses; más aún, descalificaba a los tenientes de navío, tildándolos prácticamente de aprendices: “Que si un an après notre arrivée à Quito il reçurent un Quart de cercle & quelques autres instrumens faits à Paris sous la direction de seu M. du Fay, c'étoit pour les exercer aux observations astronomiques & aux opérations de Trigonometrie dont ils n'avoient alors aucune pratique & rienne prouve moins qu'ils eussent été chargés par leur Souverain de mesurer la terre comme ils l'ont allégué”, 28. En Madrid se escribió una réplica que quedó manuscrita y que se conserva en la *BNE*, Mss. 8428 y que es atribuida por Guillén, aunque no con absoluta seguridad, al P. Burriel. Antonio Lafuente y Antonio Mazuecos, *Los caballeros del punto fijo. Ciencia, política y aventura en la expedición geodésica hispanofrancesa al virreinato del Perú en el siglo XVIII* (Madrid: SERBAL-CESIC, 1987), 205-212, analizan el pleito desde la perspectiva de las aspiraciones de Juan y Ulloa de formar parte de la República de las Letras como miembros de pleno derecho, reivindicando igualmente su condición de agentes de la Corona, lo que evidenciaba el ayuntamiento de la pluma y la espada propiciado desde el Estado.

los cometidos que esperaban a los cadetes al terminar sus estudios. Los alumnos más aventajados recibían una atención específica por parte del maestro de matemáticas, pero se trataba de una instrucción dirigida al manejo hábil de los instrumentos, cartas y cálculos necesarios para la navegación²⁴. Tras los dos semestres que duraba esta etapa, los estudiantes que hubieran alcanzado el nivel exigido continuaban su aprendizaje en el mar durante seis años, ejercitándose en el gobierno del navío, el mando de la tropa, las prácticas de artillería y todas aquellas funciones que se requerían de un futuro oficial de la marina²⁵.

Jorge Juan, obtuvo plaza en la Academia en 1729 pero, al no haber vacantes, tuvo que esperar hasta principios de 1730 para hacer efectivo su ingreso, preparándose para ello mediante el estudio de la geometría elemental, aritmética, trigonometría, esfera, globos y navegación, por lo que pudo embarcar en la primera salida que se ofreció²⁶. Era por entonces director de las actividades docentes Pedro Manuel Cedillo y Rujaque (1676-1761) y todavía estaba en vigor el programa oficial de estudios diseñado en las *Instrucciones para el gobierno, educación, enseñanza y servicio de los guardiamarinas, y obligaciones de sus oficiales y maestros de facultades* (1718). La preparación que proporcionaba la Academia no era de gran nivel, pero al parecer Juan estudiaba por su cuenta, profundizando en las materias matemáticas con los medios que tenía a su alcance. Juan destacó como alumno sobresaliente en las materias teóricas y demostró sus facultades de navegante y militar cuando tuvo la oportunidad de embarcarse para participar en campañas de corso y en acciones bélicas en el Mediterráneo²⁷.

²⁴ José María Moreno Martín refiere que los cadetes, según las aptitudes demostradas, eran dirigidos, y por tanto adiestrados, hacia las distintas ramas en que debían posteriormente ejercer su actividad: navegación, artillería o fortificación. Para las enseñanzas de artillería se contaba con una pieza montada en su cureña, y para para las prácticas de maniobra, con un modelo con arboladura, aparejo y pertrechos. «La enseñanza en la Real Compañía de Guardiamarinas en los siglos XVIII y XIX: Planes de estudios y manuales», en *300 años de la Real Compañía de la Escuela Naval. Guardiamarinas 1717-2017* (Madrid: Ministerio de Defensa, 2017), 61-85, 64.

²⁵ Antonio Lafuente, Manuel Sellés, «El proceso de institucionalización de la Academia de Guardiamarinas de Cádiz. 1717-1748», en Javier Echevarría Ezponda, Marisol de Mora Charles (coord.) *Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Historia de la Ciencia* (San Sebastián, 1 a 6 de octubre de 1984), Vol. II, 153-176. El Plan de estudios que siguieron Jorge Juan y Ulloa viene recogido en las *Instrucciones para el gobierno, educación, enseñanza y servicio de los guardiamarinas, y obligaciones de sus oficiales y maestros de facultades* (1718), analizado por Lafuente y Sellés en las páginas 157-162.

²⁶ Lo cuenta Andrés Burriel en Vicente Ximeno, *Escritores del Reyno de Valencia* (Valencia: Joseph Estevan Dolz, 1749) II, 343.

²⁷ Son datos que aporta su secretario Miguel Sanz, en su *Breve noticia de la vida del Excmo. Sr. D. Jorge Juan y Santacilia*. Anteriormente el P. Burriel, en la obra ya citada, nos dice que desde 1730 hasta 1734 hizo “cuatro campañas contra moros”, participó en el viaje que llevó al entonces infante D. Carlos a Italia y estuvo en la expedición de Orán, 343.

Carecemos de datos sobre sus conocimientos cuando llegó a la Academia de Cádiz, pues nada sabemos del bagaje adquirido durante su estancia en Malta; tampoco disponemos de información fehaciente de los libros y publicaciones que existían en la biblioteca en aquellos años—se conocen los inventarios de los fondos de 1769, 1775 y 1789²⁸— y que el cadete podría haber consultado. No parece que la biblioteca estuviera bien dotada, a la vista de lo que dice Juan al dirigirse a los caballeros cadetes en la presentación de su *Compendio de navegación* (1757): “[...] no ha podido mi cuidado dejar de ofrecer a V.ms mis estudios de navegación tanto teóricos como prácticos; y más a la vista de lo exhausta que encontré la Academia de libros precisos para la enseñanza”²⁹. Es posible que dispusiera de algunos textos avanzados, pues Juan José Navarro (1687-1772), futuro marqués de la Victoria, era el alférez de la Compañía, y en la patente que se le había firmado, el Rey le había recomendado “el régimen de educación y disciplina de los nuevos cadetes [...] encargándole la enseñanza de las facultades matemáticas”³⁰. Navarro, según recoge su biógrafo Vargas Ponce, había recibido una buena educación en Italia, conocía varias lenguas y estaba versado en matemáticas e incluso familiarizado con la geometría sublime, a más de ser un magnífico dibujante. Alarmado por las deficiencias que había observado en el arte de navegar y gobernar las embarcaciones se aplicó, como él mismo dice, a remediar la falta de libros y regimientos de navegación, así como a procurar la sustitución de la jerga marinera por una terminología reglamentaria³¹. Con el

²⁸ Manuel Reyes García Hurtado, «Las bibliotecas de las academias de Guardias Marinas en el siglo XVIII», en Armando Alberola Romà *et al* (eds.), *Jorge Juan y Santacilia en la España* 123-153, 131.

²⁹ Jorge Juan, *Compendio de navegación para el uso de los cavalleros guardias-marinhas* (Cádiz: Academia de Guardias-marinhas, 1757).

³⁰ José de Vargas Ponce, *Varones ilustres de la marina española. Vida de Don Juan Josef Navarro, primer marqués de la Victoria* (Madrid: Imprenta Real, 1808), 32. Según cuenta José Luis Peset en «De observadores de estrella a Quijotes de la mar» en Alberola *et al.* (eds.), *Jorge Juan y Santacilia en la España* ..., 421-446: 432, Navarro muestra en su correspondencia privada una erudición asombrosa de la literatura clásica y española.

³¹ La campaña de Cerdeña de 1717, en la que participó con los alumnos de la Academia, y el posterior desastre para la armada española del cabo Pessaro, hicieron comprender a Navarro que no bastaba con contar con navíos de excelente diseño y construcción para ganar los combates en el mar, se necesitaba contar también con oficiales competentes en la ciencia naval y en la práctica de la maniobra. Así nos lo cuenta: “Para este proyecto emprendió la traducción del diccionario de marina francés y holandés, impreso en Holanda año de 1722; procuró adquirir cuantos libros antiguos y modernos de todas lenguas se han escrito, como tratasen de marina; ha recogido manuscritos patricios y extranjeros; se puso a la escuela de uno de los mejores constructores de S. M., hermano de Mr. Boyer; tuvo la constancia de ir cerca de un año todos los días a la enseñanza del primer práctico de los arsenales de esta marina; hizo construir a su vista un pequeño navío para solidar su teórica; y por fin por un estudio de veinte y dos años (sin que le embarazase el mando de algunos navíos) ha llegado a lograr por el favor de Dios el formar cinco tomos que contienen: 1º. la teórica de la maniobra; 2º. la práctica de la maniobra; 3º. las ciencias que debe de saber un comandante de navío; 4º. las evoluciones navales; 5º. la construcción de los navíos y el dibujo de todo lo que entra en ella y su aparejo. Y en el último, que se subdividirá en diferentes tomos, el diccionario universal de marina”, Vargas, *Varones ilustres...*, 382-384.

propósito de mejorar la formación de los guardiamarinas, escribió varios tratados que quedaron manuscritos, pero que Vargas Ponce pudo consultar. Como dicen Lafuente y Sellés, podemos suponer que estos escritos formaban parte de las enseñanzas que se impartían en la Academia³². Por el testimonio de Vargas sabemos que el primero, datado en 1723, fue una traducción adaptada a la situación de la marina española de “*L'Art des Armées Navales ou Traité des Évolutions Navales*” (1697) del jesuita Paul Hoste (1652-1700), del que suprimió ciertos capítulos y añadió otros de su propia pluma. El segundo, de 1724, consistía en tres tomos que atendían a la teoría y práctica de la maniobra. La parte teórica comenzaba con definiciones e ideas generales, “un poco más abundantes que las del señor Ozanam”³³, de matemáticas, álgebra, estática, hidrostática, mecánica y cónicas y su trazado, pero el grueso del escrito consistía al parecer en una adaptación del “*Essay d’une nouvelle théorie de la manoeuvre des vaisseaux avec quelques lettres sur le même sujet*” (1714) de Johann Bernouilli (1667-1748); en la parte dedicada a la práctica de la maniobra, además de “las voces marítimas que se estilan en los navíos del rey nuestro señor, y con el diccionario marítimo o explicación de los términos al margen”, Navarro exponía los elementos del gobierno de los navíos. De 1725 es el dedicado al capitán de navío instruido, que no debe ignorar “las ciencias sobre se funda [...] la navegación], empiezo por mi aritmética especulativa y práctica, geometría especulativa y práctica, trigonometría plana y esférica aplicada a navegación: doy las noticias necesarias de astronomía, la geografía, la hidrografía, la óptica y algunas cronologías”³⁴.

Independientemente de las habilidades adquiridos por Juan y Ulloa durante sus años de formación como guardiamarinas, es evidente que no partieron hacia la América meridional sin una cierta preparación para cumplir la misión encomendada. Así lo cuenta Benito Bails en su conocido *Elogio de Don Jorge Juan*³⁵. A fin de cuentas, no se solicitaban conocimientos matemáticos elevados y la teoría de la triangulación, así como los procedimientos para llevarla a cabo estaban ya bien establecidos. Otra cosa era la

³² Lafuente, Sellés, «El proceso de institucionalización...», 164.

³³ Se refiere probablemente al *Dictionnaire mathématique ou idée generale des mathématiques* (1691).

³⁴ Vargas, *Varones ilustres...*, 52. Vargas incluye en su obra la carta al Secretario de la Real Academia Española donde Navarro presenta sus méritos en orden a ser admitido como miembro de la institución, 384-396.

³⁵ “pero aunque mucha la instrucción de D. Jorge Juan, y mayor de lo que requería la operación a que se le enviaba, era todavía mayor su desconfianza; que con este nombre hemos de calificar su mucha modestia. Dedicóse con nuevo empeño al estudio, y hizo ver a los sabios Franceses, cuyo compañero era nombrado, que en una Nación donde acaso no esperaban hallar hombres que los entendiesen, había muchachos que podían auxiliarles, aun cuando fuera más dificultosa, y pidiera más profunda doctrina la empresa”, Benito Bails, *Elogio...*, 5. Del texto parece deducirse que Juan y Ulloa estaban capacitados para llevar a cabo las operaciones requeridas y que, al mismo tiempo, carecían de la teórica subyacente a la empresa.

pericia para manejar los instrumentos, realizar las observaciones y tomar las medidas que se requerían. Desde luego, ninguno de los dos oficiales había participado anteriormente en trabajo alguno de triangulación, pero tampoco la mayoría de los expedicionarios al golfo de Botnia o al Ecuador³⁶. Por otra parte, Juan y Ulloa dispusieron de un tiempo para familiarizarse con los distintos aspectos de la expedición antes de partir en el *Conquistador* y el *Incendio*: recordemos que su nombramiento se realizó el 3 de enero de 1735 y que embarcaron el 28 de mayo, aunque en octubre de 1734 ya se sabía que habían sido seleccionados para formar parte de la expedición.

4. El periplo ecuatorial: rito de pasaje.

La expedición geodésica al virreinato del Perú constituyó para Juan y Ulloa un auténtico viaje iniciático que les proporcionó el acceso al selecto ateneo de la ciencia, como miembros de pleno derecho; de hecho, marcó el rumbo que tomarían sus destinos. Tenían capacidad y predisposición y, cuando se cruzó en su camino la oportunidad, no la desaprovecharon y se asieron a ella con osadía. La polémica suscitada por la figura de la Tierra tuvo un impacto radical en sus vidas y también en la ciencia española, a cuyo adelantamiento contribuyeron desde los distintos saberes que dominaban y mediante su experiencia de gestión³⁷.

Juan y Ulloa, separadamente, y tras una travesía azarosa para el segundo, estaban de vuelta en Madrid en 1746. Dos años más tarde publicaron los avatares de su viaje, junto al registro de las actividades científicas que habían llevado a cabo durante su estancia americana, en dos obras bien conocidas: los compañeros de aventuras se repartieron el trabajo, encargándose Juan de las *Observaciones* y Ulloa de la *Relación*, aunque en ambas figuraran como coautores³⁸. El apoyo del marqués de la Ensenada fue esencial para la

³⁶ Maupertuis y Clairaut, por ejemplo, eran matemáticos reconocidos cuando partieron al golfo de Botnia para la medida del grado del meridiano en la zona septentrional, pero no eran avezados cartógrafos ni astrónomos y se prepararon con los Cassini antes de emprender la aventura. Véase Rob Iliffe, «“Aplatisseur du monde et des Cassinis”: Maupertuis, precision measurement, and the shape of the Earth in the 1730s», *Hist.Sci.*, xxxi (1993), 335-375: 343-345. La Condamine tampoco tenía conocimientos prácticos de astronomía.

³⁷ No es cuestión de repetir aquí las numerosas tareas y misiones que se les encomendaron. Pueden conocerse a través de las biografías de los personajes. Ya se han dado referencias de la trayectoria de Juan en la nota 1. En cuanto a Ulloa, pueden consultarse las *Actas del II centenario de Don Antonio de Ulloa*, Manuel Losada Villasante, Consuelo Varela (eds.), (Sevilla: CSIC Escuela de Estudios Hispanoamericanos 1995); Francisco de Solano Pérez-Lila, *La pasión de reformar. Antonio de Ulloa marino y científico (1716-1795)* (Cádiz: Universidad, servicio de publicaciones, 1999).

³⁸ Jorge Juan, Antonio de Ulloa, *Relacion historica del viage a la America meridional hecho de Orden de S. Mag. para medir algunos grados de meridiano terrestre y venir por ellos en conocimiento de la verdadera Figura y Magnitud de la Tierra, con otras varias Observaciones Astronomicas y Phisicas* (Madrid: Antonio

realización del proyecto, financiado por el erario real. En su impresión se utilizaron los mejores materiales disponibles –papel de calidad, tintas, matrices de tipos de imprenta adquiridos en Holanda– y se contrataron dibujantes y grabadores de renombre³⁹. El esmero y cuidado que se puso en su redacción y confección es indicativo del interés de la Corona por mejorar la apolillada imagen de la ciencia española en Europa. Era la primera publicación impresa en la que se narraban las tareas desarrolladas y los resultados obtenidos durante la larga estancia en las tierras meridionales americanas: Juan y Ulloa, al apropiarse del relato, adquirirían *de facto* el mismo rango que los académicos franceses en cuanto a la atribución de los logros de la misión y, de paso, ponían de relieve el carácter no subsidiario, ni meramente auxiliar, del apoyo prestado por España al éxito de las operaciones⁴⁰. Las *Observaciones* ratificaban las conclusiones de la expedición de Maupertuis, mientras que los dos volúmenes de la *Relación* proporcionaban una descripción minuciosa de las características físicas del territorio y de sus producciones, informaban del estado de las infraestructuras y de la organización administrativa, daban cuenta de la diversidad de sus habitantes y de sus costumbres y consignaban todo aquello que despertaba la curiosidad e interés de los oficiales.

Las figuras de nuestros dos personajes destacan en el panorama científico de la España del XVIII, tanto por sus logros personales como por su contribución al adelanto de las ciencias. Jorge Juan y Antonio de Ulloa prestaron a su vuelta importantes servicios a la nación, materializados no sólo en la aplicación de los conocimientos adquiridos durante los años pasados en América, sino también en la asunción de responsabilidades políticas:

Marin, 1748); Jorge Juan, Antonio de Ulloa, *Observaciones Astronomicas y Phisicas, hechas de orden de S. Mag. en los Reynos de Peru, de las cuales se deduce la Figura y Magnitud de la Tierra y se aplica a la Navegación* (Madrid: Juan de Zuñiga, 1748).

³⁹ Véase el estudio introductorio a la edición facsímil de 1748 editada por la Fundación Universitaria Española (Madrid, 1978) de José Patricio Merino Navarro y Miguel M. Rodríguez San Vicente, LV-LXVIII. En la edición de las *Observaciones* de 1748 hay un error en la paginación: se pasa de la 345 a la 344, que corresponde a las tablas del valor de los grados y arcos del meridiano terrestre en toesas de pie de rey de París, y a esta, le sigue la 347. El libro IX debería comenzar en la 348, pero el número que figura es 346, y el error no se corrige hasta la página 350. En la edición de 1773 se enmienda la paginación.

⁴⁰ Bouguer y La Condamine publicaron en 1749 y 1751 sus observaciones y medidas en sendos libros, pero ambos habían mantenido una comunicación abierta con la Académie Royale des Sciences durante su estancia americana, presentando comunicaciones relativas a las distintas operaciones llevadas a cabo. De vuelta en París continuaron informando a los académicos mediante lecturas públicas ante la Asamblea o en *Memorias* que se recogieron en la publicación de la Academia. Pierre Bouguer, *La Figure de la Terre déterminée par les Observations de Messieurs Bouguer et de la Condamine, de l'Académie Royal des Sciences, envoyés par ordre du Roy au Pérou, pour observer aux environs de l'Equateur. Avec une relation abrégée de ce voyage, qui contient la description du Pays dans lequel les Opérations ont été faites* (París: 1749); Charles de la Condamine, *Mesure de trois premiers degrés du méridien dans l'hémisphere austral, tirée des observations de M.^{rs} de l'Académie Royale des Sciences, envoyés par le Roi sous l'Equateur. Avec le journal servant à l'introduction historique* (París: Imprimerie Royale, 1751). En ambas obras se recogen algunas de las noticias de las que dieron cuenta a la Academia.

Ulloa, como gobernador de la Luisiana; Jorge Juan, como ministro y embajador extraordinario. Uno y otro actuaron como agentes del marqués de la Ensenada, viajando por Europa en misiones secretas, con el fin de conocer e importar las novedades industriales y los procedimientos tecnológicos que triunfaban en otros países. Su aproximación a las disciplinas que cultivaron, más orientada a la resolución de demandas técnicas que al establecimiento de principios y fundamentos generales, responde tanto a su formación como a las inquietudes de la sociedad española, alejada desde finales del XVI de las corrientes científicas europeas. La incorporación a los nuevos rumbos que estaba tomando la investigación de la naturaleza tuvo una vertiente marcadamente utilitaria, que hundía sus raíces en una tradición secular, más interesada en los aspectos aplicados que en los especulativos.

A los efectos de esta tesis nos centraremos en las *Observaciones*, primer texto en castellano que presenta, con conocimiento de causa y a través de experiencias propias, los derroteros por los que transitaba la ciencia que se practicaba en Europa.

5. La expedición geodésica hispano-francesa.

La medida del grado de meridiano en las cercanías del Ecuador es seguramente el episodio científico del setecientos hispano que más interés ha despertado en los historiadores de la ciencia. La encendida y agria polémica desatada en Francia alrededor de la figura de la Tierra, la participación española en el proyecto y la novelesca y accidentada serie de peripecias, contratiempos, peligros e incidentes en los que se vieron envueltos los expedicionarios, han suministrado un copioso material que ha sido aprovechado tanto por los estudiosos como por los literatos⁴¹. Recordemos algunas fechas que nos ayuden a situar temporalmente los acontecimientos: en 1734 se iniciaron en Francia los preparativos para la expedición al Ecuador; Juan y Ulloa fueron nombrados para acompañar a los académicos franceses en enero de 1735 y, en mayo de ese mismo año embarcaron rumbo a las Américas, llegando a Cartagena en julio. Los expedicionarios llegaron a Quito por diferentes caminos y tras superar todo tipo de inconvenientes en

⁴¹ Recordemos que en el libro de Julio Verne *La jangada, 800 leguas por el río de las Amazonas*, uno de los personajes narra la triste y sentimental historia de la esposa del astrónomo Godin des Odonais, que recorrió la selva amazónica para reunirse con su marido en un viaje trágico en el que perdió a sus hijos y a sus acompañantes. Una de las fuentes de Verne es sin duda la obra de Charles de la Condamine, *Viaje a la América meridional* (Madrid: Espasa Calpe, 1999), en la que relata su exploración de la cuenca del Amazonas y en donde describe la suerte que corrieron los expedicionarios, y en particular la esposa de Odonais, antes de volver a Francia (195-229), así como el motín en el que perdió la vida el cirujano Seniergues (9-132).

junio de 1736, comenzando las observaciones de inmediato. Un poco antes, en mayo de 1736, Maupertuis había expuesto ante la Asamblea pública de la Academia Real de Ciencias de París su proyecto de un viaje al círculo polar para medir la longitud del grado de meridiano en esas latitudes; dos meses más tarde se encontraba en Tornea y en menos de un año había terminado, junto a sus compañeros, las operaciones de medida, concluyendo que la longitud del grado de meridiano aumentaba de sur a norte. Así pues, apenas pues iniciadas las observaciones en la zona ecuatorial, Maupertuis había aplastado el planeta y Newton se había coronado con los laureles del triunfo.

En las *Observaciones*, Jorge Juan registró las operaciones llevadas a cabo, los datos obtenidos y los cálculos realizados que confirmaban el achatamiento polar. Sobre el planteamiento de los objetivos de la expedición y el examen de las actividades llevadas a cabo, son trabajos de referencia los de Antonio Lafuente, solo o con distintos colaboradores⁴². En ellos se presentan los orígenes y causas de la polémica sobre la figura de la Tierra, las cuestiones que estaban en juego, las consecuencias que el problema tuvo para el desarrollo de la geodesia, la mecánica de fluidos y el cálculo diferencial, y el procedimiento que se adoptó para cerrar el debate de forma conclusiva, que no fue otro que la expedición geodésica como “experimento crucial”. El relato de las aventuras y penalidades que sufrieron los expedicionarios, los conflictos que se desataron entre los componentes de la empresa, la descripción del cuidado que pusieron en las observaciones, el análisis de la minuciosa depuración de las medidas para blanquearlas de errores y la explicación de las técnicas matemáticas empleadas pueden seguirse en las obras citadas⁴³.

⁴² Citaremos los que nos parecen más relevantes, comenzando por los dos más conocidos: Antonio Lafuente, Antonio J. Delgado, «La geometrización de la Tierra: observaciones y resultados de la expedición geodésica hispano-francesa al virreinato del Perú (1735-1744)», *Cuadernos Galileo de Historia de la Ciencia*, 3 (Madrid: CSIC, 1984); Antonio Lafuente, Antonio Mazuecos, *Los caballeros del punto fijo: ciencia, política y aventura en la expedición geodésica hispanofrancesa al virreinato del Perú en el siglo XVIII* (Madrid: SERBAL/CSIC, 1987). Como artículos aislados que proporcionan información histórica y bibliográfica sobre la cuestión de la figura de la Tierra podemos mencionar además, del propio Lafuente, «Los elementos de un debate científico durante la primera mitad del siglo XVIII: La cuestión de la figura de la Tierra», *Geocrítica*, Año VIII, 46 (agosto 1983), <http://www.ub.edu/geocrit/geo46.htm>, «La mecánica de fluidos y la teoría de la figura de la Tierra entre Newton y Clairaut (1687-1743)», *Dynamis, Acta Hispanica ad Medicinae Scientiarumque Historiam Illustrandam*. Vol. 3 (1983), 55-89, «Retórica y experimentación en la polémica sobre la figura de la Tierra», comunicación presentada en la conmemoración del II centenario de la muerte de D. Antonio de Ulloa (1995), 125-140. Las explicaciones astronómicas y los desarrollos matemáticos pueden también estudiarse en James R. Smith, *From Plane to Spheroid. Determining the Figure of the Earth from 3000B.C. to the 18th Century. Lapland and Peruvian Survey Expeditions* (Sacramento: Landmark Enterprises, 1986), 95-167. Diego García Castaño, en *Transcendencia científica de Jorge Juan Santacilia* (Alicante: Club universitario, 2012) ofrece el desarrollo de ciertos cálculos llevados a cabo por los expedicionarios.

⁴³ La consideración de la expedición como “experimento crucial” da lugar a Lafuente *et al.* a reflexionar sobre las posibilidades reales de cerrar concluyentemente el debate entre modelos opuestos mediante las observaciones, instrumentos y recursos teóricos que aportaban la astronomía y la geodesia en aquellos

No tiene sentido extenderse en cuestiones que ya han sido estudiadas con brillantez por otros autores; mi propósito es examinar aquellos aspectos que introducen en la literatura científica española las direcciones que iba tomando la física moderna y su correlata forma de comunicarla. Destacan tanto las *Observaciones* en el medio científico español, se hallan tan alejadas de las obras que hasta el momento se han examinado, que no puede sino sorprendernos la madurez y plena modernidad de su discurso. Son el resultado de la conjunción de unos excelentes conocimientos teóricos y de una práctica rigurosa de las técnicas instrumentales y metodológicas que requería el análisis de los fenómenos físicos. Las observaciones, las medidas, los cálculos, los procedimientos, la evaluación crítica de los resultados se presentan ante los ojos del lector como datos objetivos obtenidos de forma neutral, sin que sus afirmaciones parezcan estar contaminados por suposiciones, hipótesis o consideraciones epistemológicas o filosóficas. Se describen como hechos consumados cuyas causas subyacentes se dejan de lado, ajeno aparentemente el autor a fundamentos apriorísticos que enmarquen y dirijan su investigación. Sin embargo, esa misma actitud factual es ya en sí misma una toma de posición que, si bien no se expresa explícitamente, no oculta las preferencias de Juan ni su compromiso con la ciencia newtoniana. A pesar de ello, como dicen Lafuente y Mazuecos, los expedicionarios, al final de sus trabajos “alcanzan a comprender la ingenua fragilidad de sus ideas acerca de la pretendida neutralidad de las observaciones: comprueban la imposibilidad de presentar resultados que no asuman previamente hipótesis sobre la figura de la Tierra y sobre su configuración interna”⁴⁴. Juan no actúa

momentos, poniendo de relieve las limitaciones de la práctica empírica y experimental a la hora de decidir incontestablemente sobre la bondad de una teoría. Véase Lafuente, Mazuecos, *Los caballeros...*, 157. Recuerdan, como haría también Voltaire en *Diatrise du docteur Akakia* (1753), 27 –“Si jamais on envoie quelques Physiciens vers la Finlande, pour vérifier, s’il se peut, par quelques mesures ce que Newton a découvert par la sublime Théorie de la gravitation et des forces centrifuges”– que las predicciones teóricas sobre el achatamiento polar se habían adelantado en varias décadas a la confirmación ofrecida por las expediciones, cuyos resultados, sin embargo, no pudieron determinar fehacientemente el valor del aplanamiento. Iliffe, en «“Aplatisseur du monde...”», 335, señala que los datos y conclusiones de la expedición a Laponia, así como las técnicas de calibración de los instrumentos, fueron criticados y considerados imprecisos por autoridades en la materia que recelaban de los métodos utilizados y de la pericia de los observadores, cuya actitud distaba de ser neutral respecto a la figura que favorecían. Las estrategias desarrolladas por Maupertuis y sus compañeros para que se aceptara el aplanamiento polar a partir de sus observaciones, prácticas y cálculos, que habían realizado, cumpliendo todos los estándares, según decían, constituyen la médula del artículo. Iliffe destaca que “[they] borrowed from the authority and expertise of a number of relevant disciplines”, como la hidrodinámica o la fabricación de instrumentos, 366. Lafuente, Mazuecos, *Los caballeros...*, 77-81, inciden igualmente en la recepción adversa que tuvieron las conclusiones de la expedición septentrional por una gran parte del mundo académico francés, alineado con los Cassini; en la esfera gubernamental tampoco hubo un gran entusiasmo, más bien una cierta incomodidad ante los resultados. El contrataque de Maupertuis y sus seguidores, entre los que brillaba Voltaire, queda reflejado en esas páginas.

⁴⁴ Lafuente, Mazuecos, *Los caballeros...*, 192.

como filósofo natural, no se preocupa por la esencia ni por los principios de los seres naturales, es un matemático cuya visión de la física está fundamentada en la mecánica racional, sin que ello quiera decir que prescinda de las prácticas experimentales, ni que su aproximación a la ciencia sea exclusivamente axiomática, ya que utilizará sus conocimientos para resolver problemas concretos y gestionar proyectos técnicos de envergadura. Pese a su declarada vocación por el estudio y la indagación, se halla más cerca del ingeniero que del académico.

6. Las *Observaciones* y sus destinatarios.

Jorge Juan, en el mismo título de la obra, apuntaba que la astronomía y la física eran disciplinas diferenciadas: la primera pertenecía al campo del conocimiento matemático, al que estaba tradicionalmente adscrita, pero ¿cuáles eran las observaciones que se relacionaban con los fenómenos físicos? La tarea encomendada a la expedición era la medida del grado de meridiano en las proximidades del Ecuador; las operaciones que los expedicionarios tenían que llevar a cabo entraban de lleno en las consideradas matemáticas: fase geodésica de la triangulación y fase astronómica. Sin embargo, Juan no se limitó a registrar los datos, cálculos y resultados del plan propuesto, sino que incluyó en su relato otras experiencias destinadas a realizar comprobaciones sobre la incidencia de distintos factores en fenómenos que afectaban a las medidas: se trata de las observaciones físicas, como son, por ejemplo, las relativas al intento de encontrar una relación funcional entre la altura de un lugar y el descenso experimentado por el mercurio en el barómetro.

La obra se divide en nueve libros, a los que preceden el *Prólogo* y la *Introducción*. Hay que llegar al libro séptimo para encontrar la descripción de las actuaciones que se llevaron a cabo con la finalidad de cumplir con la misión encomendada; los seis anteriores sirven para justificar la bondad de las observaciones, apoyándose en el cuidado y las precauciones tomadas a la hora de ajustar los distintos dispositivos y en la atención puesta en la anotación de aquellas circunstancias que podían afectar a los procedimientos. Hay también la pretensión de comprobar empíricamente ciertas leyes o de obtener relaciones matemáticas que expresen la regularidad de los fenómenos. El libro I trata de hallar un valor aquilatado de la máxima oblicuidad de la Eclíptica; los dos siguientes están dedicados a las observaciones de la latitud y de la longitud; a continuación vienen los tres que estudian la dilatación y compresión de los metales, las experiencias con el barómetro simple y la velocidad del sonido; en el octavo tenemos los trabajos sobre el péndulo y el

último aplica a la navegación algunos de los resultados encontrados. No es una selección caprichosa de temas, todos tenían que ver con el objetivo fundamental de la expedición, pues con las experiencias del barómetro se buscaba hallar una expresión algebraica que diera la altura de las elevaciones en función del descenso del mercurio; la variación en la longitud de la toesa patrón con los cambios de temperatura era imprescindible para la medida precisa de la base de la triangulación; el cálculo de la velocidad del sonido podía ser útil para la determinación de distancias. Una relación más estrecha tienen desde luego los otros libros con la empresa de la Academia de Ciencias.

La *Relación* y las *Observaciones* fueron un acontecimiento singular e inesperado en el panorama editorial hispano; su publicación no estuvo exenta de dificultades, pese a gozar, gracias a los buenos oficios del marqués de la Ensenada, del patrocinio de la Corona⁴⁵. En contraste con el éxito de la obra en Europa, traducida al francés, inglés y alemán, su difusión en España fue al parecer escasa. El precio era alto y el contenido, al menos el de las *Observaciones*, excesivamente técnico, pues su lectura requería una preparación de la

⁴⁵ Una descripción de los estorbos que tuvieron que superar, indicativos de la ignorancia y la estrechez de miras de las instituciones administrativas, religiosas y culturales del país, en Lafuente, Mazuecos, *Los caballeros...*, 219. La correspondencia entre Andrés Marcos Burriel y Gregorio Mayans al respecto proporciona una información detallada de las gestiones realizadas por el jesuita y el propio erudito valenciano para sortear las prevenciones del Inquisidor general. En Gregori Maïans i Siscar, *Epistolario*, vol. II, año 1747, cartas de 11/II, 25/II, 22/IV, 13/V, 22/VI, 8/VII, Biblioteca valenciana digital. Así, en la carta de 22/IV/1747, escribe Burriel: “Este [el Inquisidor General] la leyó [las *Observaciones*] por sí mismo y sólo reparó en lo que se decía de las teorías de Newton fundadas sobre el movimiento de la tierra y llamando a D. Jorge le dijo que era necesario añadir allí: *Sistema dignamente condenado por la Iglesia*. Conformose por entonces D. Jorge Juan, pero [...] le dije que esta cláusula no podía pasar y que era menester volver a Su Ilma., informarle del sentir común hoy en la Europa sobre este punto y llevarle el tomo de Muratori, de *ingeniorum moderatione*, en que por todo el capítulo XXI y XXII prueba cuán ajena está la Iglesia de semejante condenación y otro tomo moderno de Geografía de un napolitano que sigue el sistema copernicano modificado por Newton aunque al principio pone a la letra la sentencia dada por la Inquisición Romana a Galileo de Galileis y, en fin, que bastaba contentarse con no defender dicho sistema sin hacer mención de la condenación romana pues hoy sienten muy de otro modo los romanos y más cuando todas las observaciones hechas de la figura de la tierra, de su diámetro, de la razón de la gravedad de los cuerpos, aberración de la luz, etc., convienen exactamente con los cálculos de Newton fundados en la ley general que establece del movimiento y el particular de la tierra. [...] D. Jorge fue a verse con el Inquisidor General con quien tuvo una larga sesión. Mostrole en ella el Inquisidor en confianza el dictamen de un calificador viejo y facultativo que Vmd. conoce, que decía estar dicha sentencia *condenada*, etc. Estotro se escudó con mi autoridad (linda defensa!) del maestro de Matemáticas de esta casa y, sobre todo, del Muratori”.

<https://bivaldi.gva.es/i18n/corpus/unidad.do?idCorpus=20000&idUnidad=48262&posicion=1>, [Consulta: 8/I/2020]. El amigo del erudito estaba dispuesto a encargar las nuevas *Disertaciones* del P. Boscovic y utilizarlas en defensa de la obra del marino ante el Inquisidor General, Andrés Marcos Burriel a Gregorio Mayans, 24, junio de 1747. <https://bivaldi.gva.es/va/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=48270>. Lo que Roma toleraba –una protesta como hacían en Italia los frailes mínimos en su texto–, es decir una confesión pública de la fe y creencias que profesaban, debía bastar para el autor de las *Observaciones*, contrario como era el jesuita a que se insertara una retractación, Andrés Marcos Burriel a Gregorio Mayans, 8, julio de 1747. <https://bivaldi.gva.es/va/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=48272>

que muy pocos gozaban⁴⁶. En su impresión, convertida en una cuestión de Estado, se pusieron todos los medios para hacer una obra de gran calidad. Se pretendía con ella ofrecer la imagen de un soberano protector de las ciencias y acreditar el papel de la monarquía en la elucidación de la disputa⁴⁷. Sobre esta cuestión solo se había publicado el libro de Maupertuis en un tamaño más pequeño, a una sola tinta y con menos grabados⁴⁸. La obra se estructuró, como ya se ha dicho, en libros y capítulos, y se incluyó al final un índice alfabético de materias. El discurso se ordenó presentando primero las actividades realizadas, aunque no cronológicamente, sino siguiendo una lógica interna, para, a continuación, llegar a la conclusión apetecida. De esta forma se conducía a los lectores por los vericuetos de la senda que imponía la nueva forma de examinar la naturaleza: observación, experimentación, uso de instrumentos, medición, registro y depuración de datos, análisis de circunstancias y factores que pudieran ser determinantes, y actividades y protocolos que debía seguir el investigador.

Dejando de lado por el momento las intenciones de la Corona al patrocinar la obra y las del mismo Juan al publicarla, nos centraremos en los destinatarios, a los que el autor divide entre los “entendidos” y aquellos que no lo son. Como dice Umberto Eco, el autor prevé un “lector modelo”, capaz de cooperar en lo que llama la actualización del texto, de la forma prevista por el emisor. Para ello, utiliza un idioma y un léxico determinado, remite a obras de referencia, cita a otros autores, y presupone en su destinatario la competencia necesaria para rellenar y contextualizar lo que la narración indefectiblemente omite para no resultar abrumadora, lo que Eco llama los “no dichos”⁴⁹. Para los “entendidos”, que son aquellos que tienen unos conocimientos científicos equiparables a los suyos y a cuyo juicio apela constantemente, nombrándolos árbitros de los trabajos realizados, Juan pone especial cuidado en las anotaciones de las tablas de datos, en las circunstancias de las medidas, en las precauciones tomadas para asegurar las

⁴⁶ Merino, Rodríguez, LXIV. En total se imprimieron 7200 tomos, de los cuales mil corresponden a las *Observaciones* y los restantes a los cuatro volúmenes de la *Relación histórica*.

⁴⁷ Antonio Lafuente, Antonio Mazuecos, *Los caballeros...*, 210-230, cuentan los problemas técnicos que surgieron para llevar a cabo la impresión con la magnificencia requerida: desde el tipo papel y la encuadernación, a la contratación de burileros y dibujantes expertos, adquisición de caracteres de imprenta y de instrumentos complementarios. Las *Observaciones* y la *Relación histórica del viaje hecho de orden de su Majestad a la América Meridional* fueron enviadas a las Academias de Berlín, París, y San Petersburgo y a la Royal Society.

⁴⁸ Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, *La figure de la Terre déterminée par les observations des Messieurs de Maupertuis, Clairaut, Camus, Le Monnier, de l'Académie Royale de France, et de M. l'abbé Outhier, correspondant de la même Académie, accompagnés de M. Celsius, professeur d'Astronomie à Upsal, faites par ordre du Roi au cercle polaire* (Paris: Imprimerie Royale, 1738).

⁴⁹ Umberto Eco, *Lector in Fabula. La cooperación interpretativa en el texto narrativo* (Barcelona: Lumen, 1999), 73-79.

“calidades que deben tener las observaciones, para que con eso pueda juzgar el Lector de la exactitud de nuestras experiencias”⁵⁰. A los “no entendidos”, que forman ese público general que no está muy versado en matemáticas ni en geometría sublime, les pide en el *Prólogo* que den por buenas sus demostraciones, aunque no las comprendan, pues requieren ciertos saberes, y se disculpa ante los grandes geómetras por si algunas explicaciones les parecieran prolijas e innecesarias. Por otra parte, Juan no parece dispuesto a polemizar con ignorantes y entrar en disputas con aquellos que no tenían unas mínimas nociones de los asuntos que trata. Tal vez quería cortar de raíz cualquier intento de verse envuelto en litigios literarios a los que tan aficionados eran algunos escritores hispanos. Con olímpico desdén afirma categórico: “Con el que ninguno tuviese [principios de Geometría] no puede hablar una Obra en que no se dan estos, sino que se suponen; pues para darlos todos fueran sin duda necesarios otros volúmenes, y aun acaso no se darían con ellos por satisfechos”.

El abismo entre el discurso dirigido a sus pares y el destinado a los “no entendidos” no es sino un reflejo del existente entre el estado general de la física en España y la situación que se vivía en otros reinos. No podemos decir lo mismo de las obras que hemos estudiado en capítulos anteriores: sus receptores, sus “lectores modelo”, compartían con los autores unos fundamentos cognitivos y unas actitudes comunes respecto al estudio de la naturaleza, seguían moviéndose en el terreno de la filosofía natural, los temas que les interesaban eran similares, los argumentos que aducían en favor o en contra de una u otra doctrina tenían el mismo carácter especulativo y teorizante. A estas disertaciones tintadas de abstracción, Jorge Juan contrapone un conocimiento factual que se erige como conocimiento de la realidad y que solo puede ser admitido o refutado a partir de las normas de actuación que la investigación científica había adoptada como legítimas; lo que importa son los “hechos”, es decir, lo observable, medible y cuantificable, y lo que el investigador busca es consignar si el comportamiento de ciertos fenómenos tiene una validez universal, para poder trasladarlo como ley de la naturaleza expresable matemáticamente.

6.1 Un texto para todos: el lector profano.

Teniendo en cuenta la situación de las matemáticas y de la física en España a mediados del setecientos, el texto de las *Observaciones* no podía resultar inteligible para una gran parte del público instruido, menos aún para aquellos lectores interesados en las cuestiones

⁵⁰ Juan, *Observaciones*, 104.

científicas del momento, pero carentes de una formación adecuada. Un ferviente partidario de la física moderna, como era Feijoo, tendría muy probablemente dificultades para seguir los cálculos y las comprobaciones que figuran en la obra; lo mismo puede decirse de Piquer, opuesto a la introducción de la matemática abstracta en la física. Las matemáticas utilizadas por Jorge Juan, basadas en la trigonometría esférica, el álgebra, el cálculo diferencial con la notación de Leibniz y las series infinitas, no tenían muchos seguidores en el país⁵¹, recordemos que el primer texto en español de cálculo infinitesimal se publicó en 1756⁵². Indudablemente, los practicantes de la astronomía –como podían ser algunos de los padres jesuitas, los oficiales de marina y ciertos aficionados– estaban seguramente en mejores condiciones para comprender las secciones dedicadas a las observaciones astronómicas, pero las prácticas con instrumentos tan perfeccionados como los utilizados en la aventura ecuatorial no estaban a su alcance⁵³. Por otra parte, la cuestión de la forma de la Tierra no había tenido en España el eco que había alcanzado en el país vecino; como hemos visto, la discusión entre Mañer y los frailes benedictinos contemplaba la inmovilidad de nuestro planeta, desechando ya de partida entrar a debatir sobre los fundamentos teóricos de la opción lata, prefiriendo Feijoo y Sarmiento la figura empírica oblonga de los Cassini, mientras que Mañer se quedaba con la redondez perfecta de la esfera.

La *Introducción* es la sección en la que mejor se aprecia la intención divulgativa e instructiva de la obra. No se debe a la mano de Jorge Juan, sino a la de Andrés Marcos Burriel (1719-1762) a quien Ensenada había encargado la revisión literaria del escrito⁵⁴. No parece que fuera del gusto del ilustre marino, pues según cuenta el jesuita a Mayans,

⁵¹ Véase, por ejemplo, el cálculo utilizado para obtener la corrección que se debe hacer al mediodía producida por la mutación en la declinación del sol durante el intervalo en que se hacen las medidas, 85; la obtención de la amplitud del arco entre los observatorios de Cuenca y Pueblo Viejo, 287-295; la resolución de los problemas que plantea para la obtención de las longitudes de los ejes de la elipse, 306-312 o la rectificación de la elipse del meridiano terrestre, 337.

⁵² Se trata del volumen IV del *Curso militar de matemáticas* de Pedro Padilla y Arcos (1724-1807?), que lleva por título *De la Geometría superior o de las curvas y los cálculos diferencial o integral y Método de Fluxiones*. La aprobación del *Curso militar* es del propio Jorge Juan. Solo se publicaron cinco de los veinte tratados de los que inicialmente constaba la obra.

⁵³ En la misma Cartagena de Indias nos encontramos con dos buenos aficionados a la astronomía que prestan sus instrumentos para que Juan y Ulloa puedan realizar las observaciones pertinentes mientras esperan los aparatos encargados en París. Así nos lo cuenta Juan, que obtiene de Joseph Herrera el ánu lo astronómico usado en su día por el P. Feuillé y de Joseph Barón, un péndulo, Juan, *Observaciones...*, 25-26.

⁵⁴ Es el propio Burriel el que se atribuye la *Introducción*: “Este (por su hermano) me dice que tuvo valor D. Jorge para decirle que mi introducción a su obra (que imprimió rabiando y erró en dos o tres partes) es el borrón de su obra”. Carta de Burriel a Mayans, 10/XII/1748.

<https://bivaldi.gva.es/i18n/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=48301>

Jorge Juan opinaba que la *Introducción* “era el borrón de su obra”⁵⁵. Hay diferencias notables entre esta *Introducción* y el resto del texto, mucho más técnico, aunque, como veremos, Juan suele dar unas explicaciones generales –innecesarias, como dice, para los entendidos– al principio de cada libro, que bien podrían haber sido orientadas por las indicaciones del ignaciano.

6.1.1 Intervención del P. Burriel.

En principio, la tarea encomendada por Ensenada al P. Burriel consistía esencialmente en refinar el texto y dotarlo de una cierta calidad literaria, pero lo cierto es que el jesuita asumió también la responsabilidad de hacerse cargo de la *Introducción*. Burriel se entregó a su labor con entusiasmo, a pesar de que su educación había sido fundamentalmente humanística. De hecho se lamentaba de que no se le hubiese enseñado matemática, materia “que en algún momento llegó a considerar como su verdadera y frustrada vocación”⁵⁶. La instrucción superficial y poco estimulante que recibían los jesuitas en los años de formación merece un dictamen crítico de Burriel, en el que se aprecia su disgusto por no haber sido iniciado en las ciencias de la naturaleza: “Sálese de la edad de aprender y éntrese en la edad madura sin los principios de las ciencias curiosas, sin saber qué cosa

⁵⁵ Carta de Burriel a Mayans, 10/XII 1748, donde dice que: “El [Jorge Juan] es hombre que ha disfrutado mi amistad y mi afecto para todo aquello poco que yo valgo, pero que jamás lo confesará. Después de lo que yo hice por él, por sus conveniencias, por su obra y por su fama, no ha sido para recomendar a mi hermano ni aun hablar de él con D. Zenón. [...] Este [Pedro, hermano de Burriel] me dice que tuvo valor D. Jorge para decirle que mi introducción a su obra (que imprimió rabiando y erró en dos o tres partes) es el borrón de su obra”. La amistad entre Burriel y Jorge Juan quedó maltrecha a partir de las presiones del jesuita en favor de Lorenzo Boturini (1698-1755) a instancias de Mayans. Burriel, sin embargo, no dejó por ello de escribir elogiosamente de Juan en la semblanza realizada para *Escritores del reyno de Valencia* (1749) de Vicente Ximeno, y en carta a Mayans de 17/I/1749 hablaba del marino en los siguientes términos: “es innegable que él es uno de los mayores matemáticos del mundo y sus méritos son dignos de cualquier premio”.

<https://bivaldi.gva.es/i18n/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=48304>

⁵⁶ Alfonso Echánove Tuero, «La preparación intelectual del P. Andrés Marcos Burriel, S. J. (1731-1750)», *Historia sacra* (Madrid: 1970), 23 (45), 81-191, 97. Retrieved from <https://www.proquest.com/scholarly-journals/la-preparación-intelectual-del-p-andrés-marcos/docview/1302620592/se-2?accountid=14777>.

Este artículo, y el aparecido en el Tomo 24 (1971), 45-185 repasa a través de distintas fuentes la formación adquirida por el jesuita en esos años. Echánove remite a las cartas de Burriel a Mayans, concretamente a las fechadas el 2 de mayo de 1745 y 6 de octubre de 1747. En la primera Burriel le dice al erudito: “De la necesidad del estudio de las Matemáticas ¿quién se hace cargo? [...] En esto he sido infeliz, no he concurrido hasta ahora con quien tenga unos medianos principios, empecé un verano a estudiar por mí solo el tomo primero de Tosca y ya estaba muy adelantado en él con improbo trabajo cuando lo hube de dejar viendo que no correspondía el fruto al sudor faltando la viva voz, que perdía mucho tiempo y esperando mejor coyuntura, aunque los elementos no se aprehenden bien en madurando la edad”. Echánove asigna la frase “[...] instruirme en matemáticas (que es toda mi principal inclinación)” a la carta de 6 de octubre de 1747, pero en realidad aparece en la escrita el 1 de julio de ese mismo año; sin embargo, en Gregori Maïans *Epistolario*, volumen II, de la Biblioteca Valenciana se le asigna como fecha el 24 de junio. Más adelante, Echánove da para esa cita la fecha correcta de 1 de julio, en 164.

https://bivaldi.gva.es/i18n/corpus/unidad.do?idUnidad=48271&idCorpus=20000&resaltar_1=instruirme&resaltar_2=matematicas

sea la Física experimental, y el estado que hoy tiene el mundo, y sin aprecio de la historia natural en todos sus ramos y la estimación que hoy merece su estudio de todos los sabios y de los príncipes; sin conocimiento de la Geografía y sin saber no digo formar pero ni aun entender un mapa, sin tintura aun leve de las Matemáticas ni acabar de entender para qué sirven”⁵⁷. Sus inquietudes intelectuales, su propia experiencia como docente y discente, causaron en el animoso jesuita una profunda insatisfacción con el estado general de la enseñanza, incitándolo a proponer y acometer reformas educativas orientadas a la mejora de los estudios. Hay en sus actividades un afán pedagógico, un deseo de dar a conocer los nuevos sistemas filosóficos y las corrientes científicas del momento, una voluntad de promover una actitud receptiva y más abierta hacia las distintas manifestaciones del conocimiento⁵⁸. La escritura de la *Introducción* cumplía con su disposición divulgativa y pedagógica y a su elaboración se dedicó con fervor el jesuita, que seguramente contó con el consejo del P. Esteban Terreros y, como veremos, con la guía que le proporcionó *La figure de la Terre* de Maupertuis⁵⁹. Es indudable también que Jorge Juan facilitó a su colaborador gran parte del material que sirvió de base al escrito, así como los datos bibliográficos que suministra Burriel.

6.1.2 La *Introducción*.

La *Introducción* comenzaba repasando las diversas concepciones propuestas desde la Antigüedad sobre la forma de la Tierra; la relación histórica era un recurso utilizado habitualmente por los jesuitas y, además, una sección habitual en los textos de geografía, al igual que, aceptada de una vez por todas la redondez terrestre, la correspondiente a

⁵⁷ Echánove, «La preparación intelectual...», 100.

⁵⁸ “La noticia de los sistemas nuevos o renovados de Descartes, Gasendo, Leibnitz y otros, tantos libros sueltos de observaciones de física, experimentos, fenómenos, historia de animales, de plantas, minerales, etc., ¿cuánto podría fecundar a los maestros y cuánto podrían derivar éstos en los discípulos insensiblemente? Pero de esto ¿quién hace aprecio? ¿Quién no lo mira como fruslería? ¿Quién no hace burla de los que hacemos aprecio de estas cosas y quién no se lastima como de hombres mal empleados de nosotros?”. Carta de Burriel a Mayans, 2/V/1745.

<https://bivaldi.gva.es/i18n/corpus/unidad.do?idCorpus=20000&idUnidad=48158&posicion=1>

⁵⁹ Son bien conocidos los problemas que surgieron a la hora de publicar las *Observaciones*. El propio Burriel nos cuenta en su correspondencia con Mayans las distintas gestiones que llevó a cabo para evitar que por exigencias del Inquisidor General, se incluyera la frase “sistema dignamente condenado por la Iglesia” tras la mención a las teorías de Newton, ya que daban por supuesto el movimiento de rotación terrestre. Jorge Juan estaba dispuesto a claudicar, pero Burriel insistió en seguir batallando ante el Inquisidor, alegando que “bastaba contentarse con no defender dicho sistema sin hacer mención de la condenación romana pues hoy sienten muy de otro modo los romanos y más cuando todas las observaciones hechas de la figura de la tierra, de su diámetro, de la razón de la gravedad de los cuerpos, aberración de la luz, etc., convienen exactamente con los cálculos de Newton fundados en la ley general que establece del movimiento y el particular de la tierra”. Carta de Burriel a Mayans, 22/IV/1747. En esta carta Burriel cuenta que Jorge Juan se entrevistó con el Inquisidor y que en su línea de defensa acudió a la autoridad del propio Burriel y del Maestro de Matemáticas del seminario de Nobles, que no era otro sino el P. Esteban Terreros.

<https://bivaldi.gva.es/i18n/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=48262>

describir las diversas tentativas para determinar la magnitud del globo⁶⁰. Seguidamente se presentaban las distintas técnicas empleadas a lo largo de los siglos para medir el grado de meridiano, destacando la dificultad que acarreaba comparar unas medidas con otras debido a la disparidad de unidades utilizadas, cuyas equivalencias no eran bien conocidas, problemática que estaba bien presente en los textos que trataban esta cuestión⁶¹. El texto detallaba los resultados obtenidos por Snell y Riccioli, señalando la gran discrepancia entre las longitudes asignadas y el consecuente efecto sobre el valor del tamaño de la Tierra. En Francia, Luis XIV había encargado a la Academia Real de Ciencias realizar medidas más ajustadas, correspondiendo a Jean Picard (1620-1682), ejecutar las operaciones oportunas, utilizando para ello instrumentos más perfeccionados que los usados hasta entonces, como el cuarto de círculo con anteojos⁶². Pronto, continuaba la narración, surgió la división entre los filósofos debido fundamentalmente a dos experiencias que ponían en cuestión la forma esférica de la Tierra: la primera era la observación de Richter sobre las variaciones que sufrían los péndulos según la latitud⁶³; la otra, la determinación del grado de meridiano llevada a cabo en Francia por los Cassini, padre e hijo, ayudados por otros asociados. La concepción de la Tierra como esfera perfecta quedaba en entredicho, hecha abstracción de sus rugosidades e imperfecciones superficiales; pero una vez que se había derrumbado la imagen aristotélica del cosmos, en su caída bien podía arrastrar al globo terrestre⁶⁴.

6.1.2.1 A favor del elipsoide achatado.

Con afán claramente didáctico, se procedía a dar una explicación sobre la relación del periodo del péndulo con su longitud y la pesadez, de modo que una menor pesadez exigía un acortamiento del hilo para que un péndulo que batiera segundos en París hiciera lo

⁶⁰ El párrafo de la página ij, donde cuenta las opiniones de Heráclito, los chinos y algunos otros filósofos de la Antigüedad está tomado del *Espejo geographico* (1690), I, 15-16, de Pedro Hurtado de Mendoza, obra que se estudiaba en el Seminario de Nobles de Madrid y, por tanto, bien conocida de Burriel.

⁶¹ Sarmiento, en *Demonstracion...*, II, 384-389 ofrece una relación sobre la medida de la Tierra muy similar a la de estos párrafos. Las referencias a las que Burriel remite son la *Geographia riformata* (1661) de Giovanni Riccioli (1589-1671), y *Erathostenes Batavus* (1617), de Willebrod Snell (1580-1626), la primera citada también por Sarmiento, quien, seguramente, sabía también de la segunda. Riccioli prestó especial atención al maremágnum de unidades locales de medida y a los errores que podían dar lugar.

⁶² Los interesados en la descripción minuciosa de las operaciones podían consultar las obras del propio Picard y las *Memorias de la Academia*.

⁶³ Aunque no se dice explícitamente, se deduce del texto que Richter utilizaba péndulos isócronos, pues alude al *Horologium oscillatorium* (1673) de Huygens.

⁶⁴ Burriel pone de manifiesto su espíritu abierto a las novedades de la ciencia moderna y, tácitamente, reivindica la libertad de investigar sin las ataduras que imponía la tradición: “Pero como ya el día de hoy los Filósofos y Matemáticos, sacudida la antigua servidumbre, lejos de seguir ciegamente las sentencias de los mayores, las desamparan sin dificultad, siempre que las experiencias bien justificadas persuaden a lo contrario”.

mismo en Cayena. El acortamiento de una línea y cuarto no podía atribuirse, como algunos habían aducido, a los efectos de las variaciones de la temperatura, algo que había quedado descartado por las experiencias de Picard y La Hire. Se destacaba la meticulosidad con que había procedido Richter en sus repetidas observaciones y el crédito que le habían otorgado los filósofos y matemáticos por su reconocida habilidad, de modo que, confirmados sus resultados por otros investigadores en distintas áreas del planeta⁶⁵, quedó admitido que las diferencias pendulares eran debidas al menor peso de los cuerpos en latitudes cercanas al Ecuador, en contra de la opinión mantenida hasta entonces de una gravedad constante. ¿Cuál podía ser la razón de este descubrimiento? Newton y Huygens atribuían esta variación a la fuerza centrífuga originada por la rotación de la Tierra en torno a su eje. De ahí los dos matemáticos deducían que nuestro mundo era achatado por los polos y elevado en el ecuador. Pero antes de detallar las respectivas propuestas, Burriel informaba pormenorizadamente sobre la fuerza centrífuga, que no era precisamente una gran desconocida en España, como ya hemos visto en capítulos anteriores. Dicha fuerza se manifestaba en la tendencia de los cuerpos a huir del centro al rotar en torno a un punto fijo, fenómeno “que demuestra la razón y la experiencia”⁶⁶, y que se apreciaba en el movimiento de una honda. Una fuerza, la centrífuga, subrayaba Burriel, que se deducía de los tres principios o axiomas del movimiento enunciados por Newton en sus *Principia*, por Wolf en su *Mechanica* y en las obras de Juan Bernouilli, remitiendo al lector a los tomos y páginas correspondientes. Estos datos, así como otras referencias que aparecen en la *Introducción*, debieron de ser proporcionados por Juan⁶⁷.

Para explicar a un público profano en qué consistía la fuerza centrífuga, Burriel se servía del movimiento circular de un cuerpo en torno a un punto C, al que estaba unido

⁶⁵ Se citan prácticamente a los mismos observadores que Newton en la proposición XX del tercer libro de los *Principia*, lo cual no quiere decir que haya sido esa su fuente, porque era una información que se recogía en numerosos textos. Ahora bien, respecto de Richter, el mismo Newton había dado concedido mayor crédito a sus observaciones que a los de otros, pues “*Richter* repitió cada semana durante diez meses las observaciones hechas en *Cayena* y comparó las longitudes de la varilla de hierro del péndulo anotadas allí con las anotadas de igual modo en *Francia*. Diligencia y cautela que parecen faltar en otros observadores. Si sus observaciones son de fiar, la Tierra será más alta en el ecuador que en los polos con un exceso de casi 17 millas, como la teoría había determinado más arriba” Isaac Newton, *Principios matemáticos de la filosofía natural* (Madrid: Alianza Editorial, 1987), Tomo 2, 657.

⁶⁶ Juan, *Observaciones*..., xii.

⁶⁷ En el texto se enunciaba los tres axiomas del movimiento, indicando que el primero exigía la permanencia en el estado de reposo o de movimiento uniforme de un cuerpo mientras no actuasen fuerzas que lo obligaran a cambiar de estado, enunciando con nitidez que el principio de inercia igualaba desde el punto de vista dinámico esos dos estados. En los textos que hemos estudiado se formulaba este principio sin prestar atención a que el movimiento debía ser uniforme. El segundo axioma se había redactado con menor precisión: “el movimiento es proporcional a la fuerza que imprime el motor”, xiii, pues no se especificaba qué se entendía por movimiento o cómo se expresaba la proporcionalidad. Mayor atención se dedicaba al axioma de acción-reacción, pues se indicaba cómo había que interpretarlo.

mediante una hilo o una cuerda, ilustrándolo con un dibujo. El cuerpo se movía bajo la acción de dos fuerzas que actuaban en cada punto de su trayectoria: una tangencial a la circunferencia, que lo empujaba a seguir esa línea, y otra que lo obligaba a ir hacia el centro C. El tercer axioma newtoniano establecía que el cuerpo ejercía una fuerza igual y de signo contrario sobre el hilo, apartándolo del centro. Implícita estaba la idea de la independencia de las fuerzas y de su composición. Pues bien, esa fuerza de huida del centro era lo que Newton y Huygens habían llamado “fuerza centrífuga”, proporcional a la velocidad y causante del achatamiento polar. En la Tierra, los cuerpos eran atraídos al centro por la “gravedad primitiva”, que por eso era una “fuerza centrípeta”, pero en el supuesto de la rotación terrestre estaban igualmente sometidos a una fuerza centrífuga, tanto mayor cuanto mayor fuera la velocidad o el radio de giro, por lo que esa fuerza había de ser mayor en el Ecuador que en los Polos⁶⁸. La resultante por tanto de la atracción al centro y de la fuerza centrífuga ocasionaba que el peso en el Ecuador fuera menor que en otras latitudes más septentrionales⁶⁹. Tanto Huygens como Newton habían calculado, a partir de sus especulaciones teóricas, la fuerza centrífuga que correspondía a cada grado de latitud y deducido de todo ello la forma lata de la Tierra. En efecto, si se considerase la Tierra como esfera perfecta, dos cilindros de igual longitud y radio, con base inferior en el centro de la Tierra y base superior situada en un caso en el polo, y en el otro sobre la línea ecuatorial, tendrían distinto peso, debido al distinto valor de la fuerza centrífuga, algo absurdo según la Estática: el equilibrio exigía que los pesos de los dos cilindros fueran iguales, luego la masa del cilindro ecuatorial, con menor peso debido a la fuerza centrífuga, tenía que ser mayor que la del cilindro polar, lo que obligaba a que su longitud

⁶⁸ El texto tiene un error que no aparece en la fe de erratas, pues dice que el peso de los cuerpos de igual masa es menor en París y en lugares cercanos a los Polos que en Cayena o lugares cercanos al Ecuador, cuando sabemos que es justo lo contrario, xv. Burriel usa indistintamente los términos gravedad y pesadez; sin embargo, en xiv dice que la fuerza centrípeta por la que un cuerpo tiende al centro de la Tierra es la “gravedad primitiva”, mientras que claramente entiende por pesadez, que a menudo identifica con gravedad, la resultante de esa gravedad primitiva y la fuerza centrífuga debida al movimiento terrestre. Unas líneas más adelante, xv, dice que “[...] se disminuye la gravedad más y más al paso que los Cuerpos están más cercanos al Ecuador, tanto por este motivo, como porque la fuerza centrífuga es mayor, cuanto más cercanos están los cuerpos al Ecuador”, afirmación que lleva implícita la adopción de una figura esferoide para la Tierra en la que el radio ecuatorial es mayor que el eje terrestre y por tanto, la fuerza de atracción menor; pero, de acuerdo con los conceptos que asigna a gravedad primitiva y pesadez, sería esta última la disminuiría en el Ecuador, tanto por su distancia al centro terrestre –gravedad–, como por la mayor velocidad de los puntos situados en el cinturón ecuatorial.

⁶⁹ Sin especificar el fundamento teórico que aducían respectivamente Newton y Huygens, en el texto se menciona tanto la fuerza de atracción gravitatoria en que se basaba el filósofo inglés como el principio de resultante perpendicular a la superficie terrestre de Huygens. Para una breve visión de conjunto, véase al respecto Antonio Lafuente, «La mecánica de fluidos...», 55-89. Un tratamiento más extenso puede encontrarse en John I. Greenberg, *The Problem of the Earth's Shape from Newton to Clairaut* (Cambridge University Press, 1995).

fuera mayor. Bajo esta hipótesis, Newton y Huygens, independientemente el uno del otro⁷⁰, calcularon cuál debía ser la pesadez en distintos puntos del globo. La explicación, continuaba el texto, basada en una hipótesis no contrastada como era la del movimiento diurno de nuestro planeta, podía ser falsa⁷¹, pero, comprobado el distinto peso de los cuerpos, las leyes del equilibrio dictaban esta solución, pues los principios de la Hidrostática llevaban a la misma conclusión: si se imaginaban ahora estos dos cilindros formados por agua —la Tierra era esencialmente un cuerpo fluido—, su equilibrio exigiría masas distintas, siendo mayor la ecuatorial por su menor peso, como indicaban las variaciones de péndulo, por lo que su altura tenía que ser mayor. Vemos, en cualquier caso, que tanto si se admitía la rotación terrestre como si se prescindía de ella, el resultado teórico llevaba a una Tierra aplanada por los polos, basándose, en un caso, en la fuerza centrífuga, y en las experiencias del péndulo en el otro. Fuerza centrífuga y menor pesadez en el Ecuador eran hechos admitidos; las explicaciones basadas en ellos tenían sin embargo un carácter hipotético que tenía que ser garantizado y validado mediante la experiencia. El descubrimiento de la rotación de Júpiter y la medición de sus ejes, que señalaba un achatamiento polar, vinieron a dar mayor credibilidad a la teoría. Para nada se mencionaban los argumentos de los neocartesianos que defendían la forma oblonga a partir igualmente de supuestos teóricos⁷²; las expediciones habían confirmado la hipótesis newtoniana y el cartesianismo se encontraba ya en franca retirada cuando se redactó la *Introducción*.

6.1.2.2 Partidarios de la figura oblonga.

Sin embargo, procedía el discurso, los matemáticos franceses habían llegado a una opinión contraria basándose en las medidas del grado de meridiano y en hechos positivos, no en sutiles teorías: las experiencias parecían incontestables. Las medidas llevadas a cabo de 1683 a 1718 habían sido registradas en la obra de Cassini, *Magnitud y figura de*

⁷⁰ Huygens basó su teoría en que para que la superficie terrestre fuera de equilibrio, la resultante de la fuerza de atracción, que tomaba como constante, y la fuerza centrífuga en cada punto de esa superficie, tenía que ser perpendicular a la superficie. Newton partió de la atracción gravitatoria.

⁷¹ Las palabras exactas del texto son “aunque esta hipótesis sea falsa”, xvi. Si bien esta frase puede tomarse como una afirmación contundente, obligada por la censura inquisitorial, es evidente que su significado tiene un carácter condicional, cercano a “aun en el caso que fuera falsa”. En el capítulo III del libro VIII se muestra también cauto Jorge Juan sobre esta cuestión cuando escribe: “Los que admiten la rotación de la Tierra sobre su eje”, dejando al lector que escoja una alternativa u otra, *Observaciones...*, 328.

⁷² De Mairan, en su *Memoria* de 1722, explicaba la forma oblonga deducida de las observaciones en Francia y las variaciones pendulares según la latitud. Véase Lafuente, Mazuecos, *Los caballeros...*, 37. Para un estudio de los argumentos de De Mairan, John L. Greenberg, *The Problem of the Earth Shape from Newton to Clairaut: The Rise of Mathematical Science in Eighteenth Century Paris and the Fall of “Normal” Science* (Cambridge: Cambridge University Press, 1995), 15-51.

la Tierra (1718). De las determinaciones de Cassini se deducía que la Tierra no era una esfera perfecta y que era alargada hacia los polos, justamente lo contrario de lo que teóricamente habían deducido Newton y Huygens, con el grave inconveniente de que no explicaba las variaciones de la gravedad. Hasta los partidarios de la Tierra oblata habían alabado el esmero con que se habían realizado las distintas operaciones a lo largo de todos esos años, y se citaba el párrafo de los *Éléments de la Geographie* (1742) de Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759), donde se encomiaba la labor realizada, y en el que se indicaba de paso el procedimiento adecuado para que las observaciones tuvieran validez en los ámbitos académicos⁷³.

Para que sus lectores comprendieran la relación entre la longitud del grado de meridiano y la forma de la Tierra, el autor de la *Introducción* resolvió detenerse en las razones que habían llevado a Cassini a formular el alargamiento terrestre para, “instruir en cuanto sea posible aun a los menos versados en estas materias”⁷⁴. Siguiendo los mismos argumentos aclaratorios de Maupertuis en *La figure de la Terre*, obra en la que desde luego se inspira parte de la narración⁷⁵, la clave estaba en la altura meridiana – ángulo que forma la visual del observador a una estrella cuando esta pasa por el meridiano, con el plano del horizonte– y en el hecho de que, al estar tan alejadas las estrellas del observador, las visuales podían considerarse como líneas paralelas, independientemente de que se caminase sobre el meridiano. Si la Tierra fuera curva, el plano del horizonte cambiaría con el movimiento del observador y, por tanto, el valor de la altura meridiana variaría en proporción lineal a la curvatura, a la que Burriel llama “curvidad”⁷⁶. Una Tierra perfectamente esférica daría variaciones de la altura meridiana

⁷³ “Estas medidas fueron repetidas por M.M Cassini en diferentes tiempos, en diferentes lugares, con diferentes instrumentos y con diferentes métodos [...] y la resulta de seis operaciones hechas en 1701, 1713, 1718, 1733, 1734 y 1735 fue siempre que la Tierra es alargada y no chata hacia los Polos”, Juan, *Observaciones...*, xvii–xix.

⁷⁴ Juan, *Observaciones...*, xxj.

⁷⁵ Maupertuis, *La figure de la Terre...*, La explicación correspondiente a estos párrafos de la *Introducción* se encuentra en el *Discours qui a été lu dans l'Assemblée publique de l'Académie Royale de France, le 13 novembre 1737 sur la mesure du degré de méridien au cercle polaire*, que precede a la relación de las observaciones realizadas en la actual Finlandia, 8-10.

⁷⁶ Juan, *Observaciones...*, xx. En la actualidad se utiliza preferentemente “curvatura” y no “curvidad”, si bien el *Diccionario de la Real Academia de la Lengua* recoge ambas voces como sinónimas para expresar “cualidad de curvo” y “desviación de la línea curva respecto de una línea recta”, así como término que expresa una propiedad geométrica. Me ha llamado la atención que se utilizara “curvidad” en lugar de curvatura porque, como explico más abajo, en aquella época ya se utilizaba “curvatura” en los textos matemáticos. El *Diccionario de Autoridades* no recoge la voz “curvidad”, ni tampoco los *Diccionarios de la Lengua* de 1780 y 1783. En la tercera edición, de 1791 aparece “curvidad” como sinónimo de “curvatura”, que se define en el *Diccionario de Autoridades* como “El abstracto de lo curvo. Voz puramente latina”, y la referencia que da procede del Tomo I del *Theatro critico universal*. En el *Diccionario castellano con las voces de Ciencias y Artes* de Esteban Terreros y Pando tampoco figura “curvidad” y al término

iguales al recorrer arcos iguales, por ser estos de la misma longitud; pero si para la misma variación de la altura meridiana se había recorrido menos camino en los Polos que en el Ecuador, la Tierra sería más curva en aquellos que en este, y viceversa. Como las medidas de los matemáticos franceses daban consistentemente una longitud menor del grado en las partes septentrionales que en las meridionales, la deducción que cabía hacer era que la Tierra era un esferoide oblongo. La figura a la que se remitía (fig. 14 Lam. 7) no aportaba gran cosa a la explicación.

El valor de la experiencia como guía de la investigación se ponía de relieve, ya que se nos dice que “no ponían en duda la mayor parte de los Matemáticos la medida o experiencia de M. Cassini, pues en ella no había discursos y ratiocinaciones que pudieran ser falsas y expuestas al error, por fundarse, según toda apariencia, sobre experiencias innegables”⁷⁷, pero no se deja de llamar nuestra atención al mismo tiempo, sobre la cautela que había que tener para no aceptar como absolutos los resultados de medidas y observaciones, por muy cuidadosas que hubiera sido su realización⁷⁸. En un inciso se

“curvatura” se le da el significado de “cualidad o vuelta de la línea o figura curva”; la voz francesa que da como equivalente Terreros es “curvité”. Para este autor, curvatura procede del latín “curvitas”, mientras que el *Diccionario de Autoridades* dice que curvatura es palabra latina y, efectivamente, existe esta palabra en latín. Más afín a “curvidad” es desde luego *curvitas*. Tosca utiliza ambos términos en su *Compendio matemático*: reserva curvidad para el Tratado de Montea y cortes de Cantería, como cualidad de ser curvo; curvatura aparece un mayor número de veces –treinta frente a cinco de curvidad– y lo hace en el volumen V, en el tratado mencionado, en el de arquitectura militar, en los de astronomía del tomo VII y en la de náutica del tomo VIII, con un carácter quizás más técnico, pero no lo nombra en cuanto a voz geométrica que mida la desviación de la línea plana. Jacques Cassini en *De la grandeur et de la figure de la Terre* usa “courbure” y no “curvité”, y lo mismo hace Maupertuis en la obra citada. “Courbure procede de courber”, que viene de *curvare* que tiene la misma raíz que “curvidad”. Antonio María Herrero traduce “courbure” como curvatura en su *Diccionario universal francés y español* (1744) y no contempla “curvité”. En los escritos en latín, respecto al concepto y medida de lo que terminó nombrándose como curvatura, se utiliza “curvitas” y sus declinaciones, siguiendo el ejemplo de Nicolás Oresme, como dice J. L. Coolidge en «The unsatisfactory story of curvature», *The American Mathematical Monthly* Vol. 59, 6 (Jun.-Jul., 1952), 375-379. Puede que Burriel se inclinara por “curvidad” en atención a los textos latinos, aunque es más probable que “curvidad” fuera la voz que utilizara habitualmente Jorge Juan, ya que en *Examen marítimo* (1793) se emplea en numerosas ocasiones, mientras que “curvatura” tan solo en dos. Dejaremos para otro momento la ampliación de esta cuestión.

⁷⁷ Juan, *Observaciones*..., xii.

⁷⁸ Maupertuis hace la misma advertencia sobre las predicciones deducidas de la teoría: “Mais pourquoi la Terre seroit-elle parfaitement spherique! Dans un siècle où l'on veut trouver dans les Sciences toute la précision dont elles sont capables, on n'avoit garde de se contenter des preuves que les Anciens donnoient de la sphéricité de la Terre. On ne se contenta pas même des raisonnements des plus grands Géomètres modernes, qui suivant les loix de la Statique, donnoient à la Terre la figure d'un Sphéroïde applati vers les Poles; parce qu'il sembloit que ces raisonnements tinsent toujours à quelques hypotheses, quoique ce fut de celles qu'on ne peut guères se dispenser d'admettre”, x. Como vemos, el matemático francés sostenía igualmente la primacía de la experiencia sobre la teoría, era la piedra de toque de comprobación de las hipótesis; sin embargo, conocemos su apuesta en favor de la tesis newtoniana sobre la figura de la Tierra, anterior a su viaje a Botnia. Johan Bernouilli, en carta a Maupertuis, expresaba sus dudas sobre la neutralidad de las experiencias: “s'ils sont portés pour la Terre applatie, ils la trouveront surement applatie, si au contraire ils sont imbus de l'idée pour la terre allongée, leurs observations ne manqueront pas de confirmer son allongement ... il est aisé de s'y tromper, si on veut etre trompé en faveur de l'une ou l'autre opinion”, citado por Iliffe, «“Aplatisseur du monde...”», 17.

justificaba que tanto Feijoo como Sarmiento defendieran esa figura oblonga obtenida por Cassini, pues hasta las expediciones de 1736 parecía que la experiencia era palpable y mucho más segura que las deducciones teóricas⁷⁹, aportación más propia de Burriel que de Juan, cuya opinión de Feijoo no era, como hemos visto, del todo halagüeña.

6.1.2.3 La disputa.

La cuestión no quedó cerrada, pues los seguidores de la Tierra oblata no quedaron convencidos de que la predicción newtoniana pudiera descartarse a partir de los datos obtenidos: el rango de error de las medidas, tanto los procedentes de las observaciones como de la sensibilidad de los instrumentos, no invalidaba la teoría que achataba los Polos. En el lado de los defensores de la figura oblonga faltaba una explicación razonable que pusiera de acuerdo las experiencias pendulares con el menor diámetro del Ecuador; no era solo un enfrentamiento entre teoría y experiencia, sino entre dos experiencias que conducían a resultados antagónicos. Burriel no se entretenía en aportar los argumentos aducidos por unos y otros –la polémica había suscitado encendidas y numerosas intervenciones a uno y otro lado del canal de la Mancha–, si bien proporcionaba unas pocas referencias para los que quisieran formar su propio juicio sobre la debatida materia⁸⁰. En el texto se llamaba la atención sobre el hecho de que a forma de la Tierra no era un asunto meramente especulativo y trivial, afectaba a la navegación, a la geografía, a la hidrografía y a los cálculos astronómicos –en particular a la paralaje de la Luna, de la que podía depender la determinación de las longitudes en el mar; las empresas organizadas por las academias y financiadas por el Estado quedaban plenamente justificadas por el provecho que podían reportar. La influencia de Maupertuis se deja notar con toda su fuerza en estos párrafos que reproducen las mismas consideraciones del autor

⁷⁹ Juan, *Observaciones...*, xxii, xxiii. En el texto se da la referencia exacta: el tomo tercero del *Teatro Crítico*, D7, 7 Feijoo *TC*, III, D7, 7, y *Demostración apologética*, II de Sarmiento, D 38, XI, XII y XIII.

⁸⁰ Así, De Mairan, en la memoria presentada a la Academia en 1720, había hecho frente común con los Cassini, defendiendo la corrección de sus mediciones e intentando conciliar sus observaciones con las de Richter; a esto había respondido Desaguliers en 1726, con otra memoria que podía verse en las *Philosophical Transactions*, 386, 387 y 388, mientras que Clairaut, en su *Theorie de la figure de la Terre tirée des principes d'hydrostatique* (Paris: Durand, 1743), parte 2, cap. 2, LIII daba razones geométricas para resolver que la Tierra tuviera una figura oblonga y que los péndulos tuvieran que acortarse en el Ecuador, aunque este acortamiento debía de ser mucho mayor que el observado. Como sabemos, Clairaut era uno de los más activos miembros del grupo de los “jóvenes geómetras”, defensores de la teoría de Newton dentro de la Academia de Ciencias; la obra que cita Juan se publicó en 1743, cuando la disputa se había resuelto a favor de la Tierra oblata, por lo que la demostración del matemático francés no fue utilizada por los partidarios de la opinión contraria. En la referencia que da Juan puede advertirse un error: remite al capítulo segundo de la segunda parte, cuando en realidad se trata del tercero. Clairaut previene contra los que puedan tomar su demostración como una prueba del alargamiento polar, pues el exceso de ese acortamiento sobre el observado excluye esa posibilidad, 260-262. Hemos visto en el capítulo anterior como Sarmiento alegaba a favor de la Tierra oblonga la teoría de De Martino.

francés en la obra citada⁸¹. Ni que decir tiene que la determinación de la figura de la Tierra podía favorecer un mejor conocimiento de la gravedad y pesadez de los cuerpos, aunque Burriel decía que lo dejaba aparte, para a continuación hacer una declaración de newtonianismo en toda regla: “[la gravedad] este es el Agente universal de que Dios se sirve, más principalmente para el gobierno de la naturaleza, o movimiento de los Planetas en los Cielos, y en la Tierra para todas las Máquinas de que se sirven los hombres”⁸². Reconocemos en esta frase que Burriel ya no se está refiriendo a la gravedad terrestre o pesadez como un fenómeno conocido desde la Antigüedad y experimentado por cualquiera, sino a la atracción gravitatoria de Newton; el cuidado que la censura inquisitorial había puesto en evitar que se afirmara el movimiento terrestre, no había sabido evitar que cualquier lector avisado diera por seguro el compromiso del ilustre marino y del jesuita con Copérnico.

6.1.2.4 La expedición.

Tras la exposición resumida de la polémica, el autor emprendía la tarea de hablar de las expediciones a Laponia y al Ecuador que habían sido organizadas por la academia parisina y sufragadas por los poderes públicos. El hecho de tomarse las medidas de la longitud del grado de meridiano en dos puntos tan remotos permitiría dilucidar las dudas surgidas, pues las diferencias entre ellas, caso de que existieran, serían tan grandes que no podrían atribuirse a errores de medida, como algunos habían adelantado que ocurría en las mediciones anteriores realizadas en el país vecino. Se nombraba a los expedicionarios que habían participado en cada uno de los viajes, la calidad en la que participaban y los lugares en donde se habían realizado las observaciones. Como sabemos, la expedición encabezada por Maupertuis estaba de vuelta en Francia en 1737 y, comparando sus medidas con las efectuadas años antes en Francia, la cuestión se decidía a favor de las tesis newtonianas, pero Burriel se cuidaba de decirlo, indicando solo que Maupertuis había recogido los datos y observaciones realizadas en el círculo polar en las *Memorias* de la Academia y en su obra *La figura de la Tierra*⁸³.

⁸¹ Maupertuis, *La figure de la Terre déterminée...*, xi-xiv. Se detallan los mismos ejemplos que en la obra de Maupertuis: distancias geográficas, navegación, paralaje lunar y nivelación de las aguas. Juan, *Observaciones...* xxv-xxvi.

⁸² Juan, *Observaciones...*, xxv-xxvi. Burriel amplía y refunde los siguientes párrafos de Maupertuis en el que indudablemente se inspira: “[...] elle [la gravedad] est l’agent qui sert à mouvoir les autres”, 154, y “Enfin, la connoissance de la Gravitè vers la Terre, pourra conduire à la Gravitè universelle, qui est le principal Agent de toute la machine du Monde”, 161-62.

⁸³ Maupertuis, *La figure de la Terre...*, En el Prefacio Maupertuis, dirigiéndose a los académicos, explica que los datos que proporciona son los obtenidos en crudo, sin las correcciones que habitualmente se habían

Ya hemos visto que Burriel conocía la publicación de Maupertuis y que de hecho sigue en parte el ejemplo del prefacio del matemático francés que daba cuenta de la disputa sobre la figura de la Tierra y de los diversos intentos de medir la longitud del meridiano; sin embargo, la descripción que se hace en la *Introducción* es más extensa y detallada; no era lo mismo dirigirse a unos académicos bien informados que a unos lectores cuyos conocimientos en general no tenían la misma altura. No quiero decir con esto que la narración plagiera el texto de *La figure de la Terre*. La *Introducción* tiene el carácter propio de quien ha meditado sobre la estructura y orientación que quiere dar a su escrito; de quien ha tomado decisiones acerca de la extensión y profundidad que debe conceder a los contenidos en atención a los públicos destinatarios. Informaba del problema que se pretendía resolver y de la polémica suscitada por las opiniones contrarias mantenidas al respecto; exponía los argumentos de Newton y Huygens basados en consideraciones teóricas y en el supuesto movimiento terrestre; contrastaba las predicciones teóricas con las obtenidas mediante mediciones cuidadosas; explicaba la utilidad que para la navegación, la geografía o la astronomía se derivaría del conocimiento de la auténtica figura de la Tierra.

Se concluía esta *Introducción* señalando que Cassini de Thury (1714-1784) y el abate La Caille (1713-1762) habían vuelto a medir la línea meridiana que atravesaba Francia, obteniendo resultados coincidentes con los de los expedicionarios al círculo polar y al Ecuador⁸⁴. Burriel utilizaba un buen recurso literario: dejaba en ascuas al lector sobre cuáles habían sido los resultados y cuál era por consiguiente la figura de la Tierra que se deducía de ellos. Ciertamente el desenlace era ya conocido en España, al menos por algunos, pero no se adelantaban acontecimientos: primero presentaba el problema en la *Introducción* y las razones de la polémica, su resolución la hallaría el lector en el resto del libro⁸⁵.

realizado en obras anteriores, pues “Nous avons cru de voir au Lecteur la satisfaction de voir les telles qu’elles sont été faites; la manière dont elles s’approchent ou s’écartent les unes des autres le mettra à portée de juger du degré de précision qui s’y trouve ou qui y manque. Enfin il pourra faire lui même les corrections comme il jugera, & comparer les différens résultats que produiroient des corrections autrement faites que les nôtres”, 4.

⁸⁴ La medición fue llevada a cabo durante 1739 y 1740.

⁸⁵ “Contentaremonos pues con proponer una de las más ilustres pruebas de esta verdad [obtenida de la razón y la experiencia] en la cuestión sobre la figura de la Tierra que acaba de decidirse con nuestras Observaciones, la cual explicaremos brevemente, tomando el agua de algo más arriba, para que el lector entre a oír la decisión y la prueba instruido ya de la razón de la duda”, Juan, *Observaciones*, i.

6.1.3 Los capítulos iniciales de los distintos libros. Observaciones y experiencias.

El discurso divulgativo, sin embargo, no se agota en la *Introducción*. El primer capítulo de cada libro se dedica la mayoría de las veces a presentar someramente las razones conducentes a las observaciones y experiencias realizadas, y a describir los métodos mediante los que se ejecutaban, insistiendo en la utilidad derivada del conocimiento de las magnitudes calculadas. Así, en el libro II se resaltaba la repercusión que para la geografía y la navegación tenía el conocimiento de la latitud de los lugares⁸⁶; el cálculo exacto de la máxima oblicuidad de la eclíptica –expuesto en el primer libro– era igualmente útil para dichas ciencias, pues las ascensiones rectas y las declinaciones se obtenían mediante ese dato, en el que se basaba la determinación de las declinaciones de las estrellas, el curso de los planetas y “su verdadero lugar en el cielo”⁸⁷, frase esta última que convertía una ciencia de las apariencias –la astronomía– en un saber físico real. Las observaciones tendentes a obtener la longitud, descritas en el libro III, fijaban la posición de los distintos puntos de la Tierra y eran de capital importancia para asegurar derroteros marítimos seguros⁸⁸. La ordenación del territorio y el perfeccionamiento de la práctica marinera eran cuestiones vitales para el gobierno de la nación, de modo que la Instrucción de S. M. que recibieron los recién nombrados tenientes de navío, a la que alude Juan en los capítulos correspondientes, incluía el encargo de fijar las coordenadas geográficas con la mayor precisión posible⁸⁹. El discurso de la utilidad se erige como forma de persuasión de la autoridad de la ciencia y como forma de justificación de las actividades subvencionadas por el poder político e institucional.

El motivo del viaje –la medición del grado de meridiano– había sido detallado en la *Introducción*, por lo que en el libro VII, el más extenso, y principal de la obra, Juan exponía, sin detenerse en preámbulos, las operaciones llevadas a cabo, el registro de las mediciones y los cálculos efectuados. Acabamos de ver cómo en los tres primeros libros, el autor se dirige en los primeros párrafos a un lector curioso, pero no particularmente instruido en las materias que se tratan. Lo mismo puede decirse de los restantes, excepción hecha del último, cuyos destinatarios eran los pilotos de los navíos. Los libros IV, V, y VI comienzan con una breve explicación en la que se da cuenta del fenómeno físico que se

⁸⁶ “Uno de los puntos más esenciales de las Cartas hidrográficas, es el situar exactamente los lugares en su verdadera latitud, por ser solo este el único dato de que se valen los marineros, y en el que estriba su mayor seguridad”, Juan, *Observaciones...*, 25.

⁸⁷ Juan, *Observaciones...*, 2.

⁸⁸ Juan, *Observaciones...*, 65.

⁸⁹ Juan, *Observaciones...*, 25, 65.

iba a estudiar, de los fundamentos de las experiencias que se iban a llevar a cabo y de la aplicación que tenían los resultados para conseguir una mayor exactitud en las mediciones geodésicas y astronómicas. Veamos con algo más de detalle la información que podía extraer el lector lego en la materia, pero dispuesto a cooperar con el autor en la actualización del texto.

6.1.3.1 La dilatación de los metales

El libro IV trata de la alteración de los metales debida a los cambios de temperatura, con el fin de determinar las variaciones que podía sufrir la unidad patrón de longitud: la toesa traída de París. Las deformaciones sufridas por la toesa podían ser relevantes a la hora de medir distancias, afectando por tanto a la medida de la longitud del meridiano y de los péndulos⁹⁰. Juan recordaba que el péndulo en Cayena, según las experiencias de Richter, era $1\frac{1}{4}$ líneas más corto que el que efectuaba las mismas oscilaciones en París, de lo que se había deducido la forma lata terrestre, al revelar que la pesadez era menor en la cercanía del Ecuador; pero si la unidad de medida se veía modificada por la temperatura, la auténtica longitud pendular podía desviarse de la atribuida en una cantidad que, aunque pequeña, tendría consecuencias significativas dada la escasa diferencia de longitud entre los péndulos de París y Cayena.

Que el frío comprimía los metales y el calor los dilataba era un fenómeno bien conocido que había sido estudiado por diversos autores, pero no se había establecido una relación funcional entre las variaciones observadas y la temperatura⁹¹. Aspirando a la máxima, Juan y Godin iniciaron una serie de experiencias que el marino pasa a relatar con detalle: el responsable de cada una de ellas, la descripción de los materiales utilizados –hierro, acero, cobre, latón, vidrio, piedra sillar– y la figura de los objetos que se examinaron –barra, plancha, tubo, pilar. Juan registra el día, hora y duración de cada observación, las marcas del termómetro y las longitudes inicial y final de cada objeto. Las medidas se realizaban con un compás de vara que se mantenía en la sombra y que estaba provisto de un micrómetro capaz de apreciar $1/234$ partes de línea. En total efectuaron

⁹⁰ Dice Juan, *Observaciones...*, 89: “[...] pues media línea de más o menos longitud en la toesa, que sirve de medida fundamental, produce un yerro de 33 toesas en cada grado de la meridiana, que era el principal fin de nuestro destino”.

⁹¹ Juan ofrece una serie de datos sobre las dilataciones y compresiones de longitud observadas por diversos autores. Nombra a Picard, de la Hire, Newton, Desaguliers y De Mairan, siendo este último el único que proporciona una relación numérica que tenga en cuenta la longitud inicial, el incremento de temperatura y la dilatación de una barra de hierro: “[...] dice que 15 o 20 grados más de calor [...] hicieron siempre alargar sensiblemente una vara de hierro [...] de $\frac{1}{30}$ a $\frac{1}{32}$ de línea por cada 3 pies y $8\frac{1}{2}$ líneas de largo”, Juan, *Observaciones...*, 91.

seis experiencias, cinco de las cuales consistían en exponer al sol las distintas piezas y el termómetro de Reaumur que llevaban, y medir las longitudes correspondientes. En la quinta, sin embargo, sumergieron la toesa en la nieve, con el fin de analizar la reducción de longitud. Dado que las variaciones del termómetro tenían diferentes valores, Juan redujo proporcionalmente los datos a una diferencia de temperatura igual a 10 grados, asumiendo de este modo que la dilatación mostraba una relación lineal⁹². De los resultados obtenidos el marino deducía que las dilataciones y contracciones no respondían a la misma ley, siendo el efecto del calor sobre los metales más intenso que el del frío. Como señalaba en los párrafos siguientes, el propósito de sus investigaciones se limitaba a conocer las variaciones con la temperatura de la longitud de la toesa, pero indicaba algunas recomendaciones para aquellos curiosos que estuvieran interesados en continuar el estudio de los efectos del calor y del frío, como eran la utilización de barras de distintas dimensiones y materiales. Los procedimientos a seguir estaban expuestos en el texto, si bien no en forma de enunciados explícitos, sino mediante la práctica cuidadosa y sistemática desarrollada por Godin y Juan, y que el segundo trasladaba a su relato en el que, además de las circunstancias mencionadas anteriormente, se analizaba la bondad de los datos en cuanto podían verse afectados por la presencia de algunas nubes o del viento o por una exposición de menor duración al sol. Es evidente que Juan no habla solo para instruir a los lectores “no entendidos”, la meticulosidad con la que describe su actuación está destinada a avalar ante la comunidad de los “entendidos” su proceder y a legitimar unos resultados obtenidos que respetaban las formalidades sancionadas por la comunidad de los sabios⁹³.

El problema de la medida en general, como se había resaltado en la *Introducción*, radicaba en la disparidad de patrones y la confusión de las equivalencias. Precavidamente, antes de volver a España, Juan sacó una copia de la toesa de Godin, réplica a su vez de la de Châtelet, observando que, al igual que había hecho su compañero en París, la

⁹² En Juan, *Observaciones...*, 96-98, se muestran los resultados de la reducción y las dilataciones, en centésimas de línea, correspondientes a 10° R de variación de la temperatura, tras normalizar las distintas longitudes de las piezas a medias toesas. En Lafuente, Delgado, «La geometrización de la Tierra...», 112, se ofrece una tabla con los resultados registrados por Juan, pero a mi entender, en la primera línea debería figurar la longitud completa de la toesa, es decir, 864 líneas, ya que la experiencia se realiza con la toesa completa, como indica el texto de las *Observaciones*. Igualmente, los valores dados para la media toesa de cobre han sido tomados de las medidas obtenidas directamente de las experiencias, y no de las reducidas a un incremento de temperatura de 10° R como las restantes, si bien en la página 113 la dilatación de la toesa de cobre es la que da Juan.

⁹³ Juan se presenta a sí mismo y a sus compañeros como experimentadores eficientes que no descartan ningún trabajo conducente a una mayor exactitud, como asegura en esta frase: “y como todo aquello que conduce a la precisión y acierto de las obras procuramos no omitir la menor diligencia [...]”, Juan, *Observaciones...*, 90.

temperatura ambiente fuese de $1013^{\circ} \text{R}^{94}$, para evitar modificaciones en su longitud; comparando la toesa con la vara de Castilla, halló las equivalencias con las unidades francesas⁹⁵.

6.1.3.2 Experiencias del barómetro.

Comienza en el primer capítulo del libro con una descripción del barómetro simple y la explicación del papel que el aparato jugó en demostrar la “primera propiedad del aire, que es ser pesado”, opinión como dice Juan que no necesita defenderse por estar probada por otras experiencias⁹⁶. Creo que podemos sostener, sin arriesgar en exceso, que los potenciales lectores de las *Observaciones* estaban familiarizados con el instrumento, y que muchos de ellos incluso tenían uno en su casa, como hemos visto en Piquer; el experimento de Torricelli y su interpretación sobre el peso del aire tampoco eran desconocidos, por aquella época no era ya motivo de discusión y estaba ampliamente aceptado que el aire era pesado. De hecho, la figura de la lámina a la que se remite no permitía hacerse una idea del instrumento: la cubeta y el tubo de vidrio apenas eran perceptibles, empequeñecidos por la relevancia que se daba a la mesa sobre la que se encontraban y al caballero elegantemente vestido, cuyo sombrero y bastón de mando reposaban cerca del barómetro⁹⁷; la señal que enviaba el dibujo apuntaba a la dignificación de la actividad científica, que no desmerecía a gentilhombre alguno. Notemos de pasada que las láminas contenían normalmente la representación realista de los instrumentos y, junto a ellas otras esquemáticas, para la mejor comprensión de su funcionamiento.

⁹⁴ Juan utilizó lo que se conocía como termómetro de Reaumur, que asignaba 1000 partes al volumen del licor condensado a la temperatura de congelación del agua y 1080 al volumen dilatado por el calor del agua hirviendo, Juan, *Observaciones...*, 91. En realidad Reaumur había tomado para el segundo punto fijo de su escala la temperatura a la que el licor hervía, y no a la de ebullición del agua, pero los termómetros se construyeron tal y como comenta Juan en *Observaciones*, 91.

⁹⁵ Juan, *Observaciones...*, 101: la vara equivalía a 30 pulgadas y 11 líneas y a 371/144 pies de rey de Francia.

⁹⁶ Juan, *Observaciones*, 103. Juan da como referencia, entre otras, el tomo 3, 188 de las *Leçons de Physique experimentale* del abate Nollet, obra más asequible y accesible que las *Memorias de la Academia Real de Ciencias* o las *Philosophical Transactions*, que también cita.

⁹⁷ Juan, *Observaciones...*, lámina 3, figura 3.



Que la altura del mercurio en el tubo dependía del peso del aire sobre la cubeta era de sobra conocido, pero Juan dice que “debe ser proporcional a la gravedad o la presión [...] de la columna de aire”⁹⁸, y añade que dicha presión tenía que ser igual, por el principio de acción-reacción, a la fuerza con la que tendía a dilatarse el aire a causa de su elasticidad. Por consiguiente, la altura del mercurio era proporcional a esa fuerza de dilatación. De la relación entre el nivel alcanzado por el mercurio y el peso del aire se deducía que el mercurio subiría en las depresiones, por ser más alta la columna aérea sobre la cubeta, y bajaría en las elevaciones. La cuestión estribaba en encontrar, si la hubiera, la dependencia funcional entre la lectura del barómetro y la altitud del lugar, de modo que, conocido el nivel de mercurio en el tubo, se pudiera deducir la altura de la zona en la que se realizaba la experiencia. Juan advertía de otros factores, aparte del peso del aire, que podían incidir en la lectura barométrica: la temperatura ambiente, las materias esparcidas en la atmósfera, la calidad del mercurio y el proceso de purgación al que se le había sometido, sin entrar en mayores detalles. Lo que le importaba era señalar, una vez más, “que tuvimos presentes las calidades que deben tener las observaciones y las alteraciones que pueden sobrevenirles, para que con eso pueda juzgar el lector de la exactitud de nuestras experiencias”, una indicación dirigida sin duda a los “entendidos” que juzgarían el trabajo realizado⁹⁹.

Juan transmite con eficiencia la curiosidad que movía a los científicos a realizar experiencias, el afán que mostraban por indagar el funcionamiento de la naturaleza, por contrastar cuantitativamente lo que a menudo no era sino una suposición que inquietaba a los “Filósofos”: ¿era la atmósfera menos pesada en la zona tórrida que en la templada? ¿eran las alteraciones del nivel de mercurio menos sensibles a los cambios de

⁹⁸ Juan, *Observaciones...*, 103.

⁹⁹ Juan, *Observaciones...*, 104.

altitud en las cercanías del Ecuador? ¿existían diferencias en la elevación del Atlántico y del Pacífico? ¿Se cumplía en la zona tórrida la ley obtenida por Mariotte y Boyle que determinaba una relación inversa entre el volumen y la presión? Esta última cuestión daba lugar a la explicación detallada de una experiencia en la que el lector profano podía apreciar la metodología del experimento cuantitativo, mediante el cual se buscaban relaciones estables, expresables algebraicamente, entre las variables. Poco que ver con la apelación a la física experimental de los autores que hemos estudiado en los capítulos anteriores¹⁰⁰.

Durante su viaje desde Europa a Cartagena de Indias, Godin había realizado una serie de experiencias encaminadas a responder a algunas de estas cuestiones, y a este ejercicio se sumaron Juan y más tarde Ulloa, una vez reunidos los tres en la ciudad portuaria caribeña. Prosiguieron después hacia Quito, donde junto con La Condamine y Bouguer, continuaron los ensayos, ya con la vista puesta en determinar por medio del barómetro la altura de los montes y cerros elegidos para la triangulación, pues la reducción al nivel del mar presentaba dificultades por las irregularidades del terreno. Juan presenta la relación de las medidas obtenidas en distintos parajes y altitudes y a partir de ellas deduce que la presión barométrica al nivel del mar, y por tanto el peso de la atmósfera, era la misma en Europa que en América. Infiere de ello también que no se apreciaban diferencias de altura entre el Atlántico y el Pacífico y, por último, que se observaba una mayor estabilidad en las lecturas del barómetro en las cercanías del Ecuador que en latitudes mayores, característica que se cumplía igualmente en lugares elevados frente a zonas deprimidas. Quedaba justificado de este modo el método barométrico para medir altitudes de los cerros y montes elegidos para la triangulación. Faltaba sin embargo la expresión matemática que vinculara la altura del lugar con el nivel de mercurio¹⁰¹.

Hasta aquí nada había que no pudiese ser entendido por un lector curioso que tuviera unas nociones generales sobre el peso del aire y el funcionamiento del barómetro; navegar por los números que proporcionaban las observaciones podía ser engorroso, pero dando por buenos los datos seleccionados por Juan, tras suprimir aquellos que presentaban desviaciones importantes, sus conclusiones podían admitirse como convincentes. No

¹⁰⁰ Juan, *Observaciones...*, 111-116.

¹⁰¹ Lafuente, Delgado, en «La geometrización...», 93-94, presentan una tabla con los datos recopilados por Juan, pero hay que advertir que la columna correspondiente a la altura del mercurio se ha desplazado hacia abajo en la impresión y que, por tanto, falta una de las lecturas de Quito. Los autores subrayan la contradicción existente entre el hecho de que las variaciones del barómetro fueran mayores al nivel del mar y que, sin embargo, se diera por bueno un valor que no difería significativamente del de París, afirmando por consiguiente que la presión atmosférica no dependía de la latitud.

ocurría lo mismo con los capítulos siguientes, que requerían ciertos conocimientos matemáticos para seguir su desarrollo. En primer lugar, se pretendía comprobar la ley de Mariotte, para después establecer una fórmula que proporcionara la altura del lugar en función del nivel alcanzado por el mercurio en el barómetro. Mariotte y Boyle habían colegido de sus experiencias que el aire se dilataba en razón inversa a los pesos que lo oprimían, y los expedicionarios se propusieron comprobar si esa relación seguía cumpliéndose en la zona tórrida. Dispuestos de un barómetro simple de 31 pulgadas de largo, el procedimiento que siguieron fue el mismo que el relatado por el físico francés en sus experiencias sobre el aire¹⁰²; consistía en llenar parcialmente el tubo con una cierta cantidad de mercurio, quedando por tanto dentro una cantidad variable de “aire grosero”. El tubo se volcaba perpendicularmente –tapando previamente el extremo abierto con el dedo– en una cubeta que contenía el mismo material y en una tabla se anotaban la altura que ocupaba el aire grosero inicialmente, la altura del mercurio tras introducir el tubo en la cubeta y la longitud del mismo que quedaba sumergida. La primera experiencia se realizó con el tubo lleno de mercurio en toda su longitud; el mercurio descendió hasta una altura que equilibraba la presión del aire sobre la cubeta; las restantes, procediendo de igual manera, pero con distintos volúmenes de aire, que se dilataba al descender el mercurio, ocupando la parte superior del tubo. La ley de Mariotte decía que la razón entre los volúmenes de aire inicial y final era igual a la razón inversa entre las fuerzas que los oprimían, representadas por la suma de los pesos del aire y del mercurio o, lo que es lo mismo, por la suma de las longitudes que ocupaban en el tubo. Tras unos cálculos algebraicos no muy complicados, se llegaba a expresar la altura a la que debía llegar el mercurio –según la teoría de Mariotte– en función de la cantidad de aire inicial, la longitud del tubo que había quedado fuera de la taza y el peso de la atmósfera¹⁰³. No quedaba sino sustituir los valores experimentales en la fórmula y comprobar si se ajustaban a las predicciones teóricas. Las desviaciones encontradas eran pequeñas y estaban dentro del margen de error admitido, por lo que se daba por válida la ley de Mariotte en la zona tórrida. Se echa en falta un dibujo esquemático del dispositivo experimental, que Juan no debió de considerar necesario. La representación gráfica de la

¹⁰² Edme Mariotte (1620-1684), *Oeuvres de M. Mariotte* (Leide: Pierre Vander, 1717), Tomo I, 151-152. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9692103z/f9.item> [Consulta 19/09/2021]

¹⁰³ La fórmula que deducen es

$$x = l - \frac{1}{2}b \pm \left(af + \frac{1}{4}b^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

Donde x es la altura a la que quedó suspendido el mercurio; l , la longitud del tubo sobresaliente de la cubeta; a , la cantidad inicial de aire; f , el peso de la atmósfera o altura del mercurio sin aire grosero y b , $l-f$.

ley de Mariotte –una hipérbola referida a sus asíntotas, en la que las alturas del mercurio en el barómetro son las abscisas y las ordenadas correspondientes las dilataciones del aire – daba pie a Juan para considerar los casos límite: altura del mercurio nula y, por tanto, dilatación infinita del aire, y compresión infinita del aire, correspondiente a una altura infinita. Ahora sí se consideró conveniente que la figura de la hipérbola que aparecía en la lámina 3 facilitara la comprensión del texto, para lo que indudablemente había que estar al tanto de la geometría cartesiana. Por otra parte, la altura del mercurio estaba en relación directa con el peso, la densidad y la fuerza elástica del aire, de modo que si cualquiera de estas variables se representaba en el eje de abscisas, se conservaría la relación hiperbólica con la dilatación del aire.

Comprobada la ley de Mariotte, el siguiente problema que se presentaba era el de hallar las altitudes mediante el barómetro. El primer método propuesto consistía en medir el nivel del mercurio en cuatro estaciones situadas a diferentes alturas y, conocida la elevación de la segunda sobre la primera, aplicar la fórmula obtenida mediante integración¹⁰⁴. Juan daba por supuesto que los que no supieran geometría sublime no iban a entender el cálculo mientras que los entendidos no tendrían dificultad para reconocer que la cuadratura de la función de proporcionalidad inversa era un logaritmo. Así que dice directamente: “pero atendiendo a lo que es tan sabido de los geómetras, y no será necesario demostrar aquí, que dichos espacios [las áreas bajo la curva] son los logaritmos de las razones de las mismas alturas [...]”¹⁰⁵. Contrasta este laconismo algebraico con el desarrollo pormenorizado de otros cálculos más elementales. Con los datos de las elevaciones de distintos puntos, constataron que las desviaciones detectadas entre las medidas geodésicas y las barométricas estaban dentro de los márgenes aceptables de error, por lo que dieron por válidas tanto la ley de Mariotte como la fórmula para el cálculo de las altitudes.

Sin embargo, los expedicionarios sabían que no podía asegurarse la homogeneidad del peso de las capas del aire ni el cumplimiento estricto de la ley de Mariotte en distintas

¹⁰⁴ Se consideraba la atmósfera dividida en estratos infinitamente pequeños y de igual peso o fuerza elástica. La altura del mercurio en cada capa era, por lo dicho anteriormente, inversamente proporcional a la dilatación en cada capa, luego a menor altura barométrica, mayor extensión en altura de la capa, por tener los estratos igual peso. La elevación de una estación sobre otra sería por tanto la suma de todas las alturas de las capas entre las estaciones o, lo que es lo mismo, el área limitada por la hipérbola, el eje de abscisas y los valores del mercurio en las dos estaciones, Juan, *Observaciones...*, 118. Conocidas las alturas a , b , c , d del barómetro en cuatro estaciones y la altura A de la segunda sobre la primera, se podía calcular x , altura de la cuarta sobre la tercera sin más que considerar que $\frac{A}{x} = \frac{La-Lb}{Lc-Ld}$, luego conocido A , se podían calcular la altura de otras estaciones situadas por encima de ella.

¹⁰⁵ Juan, *Observaciones...*, 118.

circunstancias medioambientales. Tampoco los supuestos teóricos sobre la regla de dilatación de los estratos gozaban de unanimidad, al contrario, se postulaban otras relaciones funcionales. Las materias heterogéneas existentes en la atmósfera modificaban su peso y la dilatación del aire. Atentos siempre a lograr una mayor precisión, Juan y los restantes expedicionarios se inclinaron por adoptar como alternativa al método anterior la hipótesis de que la dilatación de las capas atmosféricas de igual peso cercanas a la superficie terrestre seguía una progresión aritmética, de modo que cada capa tenía un exceso de espesor respecto de la anterior dado por una cantidad constante; tras una serie de operaciones algebraicas, se llegaba a una expresión de la altura a la que había que elevar el barómetro para que el mercurio descendiera un cierto número de líneas¹⁰⁶. En principio el método parecía fiable, siempre y cuando se conocieran el primer término de la progresión –la altura a la que había que elevar el barómetro para que la columna de mercurio descendiera una línea– y la diferencia de alturas entre dos capas atmosféricas sucesivas. El problema radicaba en que estos dos elementos de la progresión no eran estables, sino que tomaban diferentes valores según los experimentadores –Cassini, P. Feuillé, Godin, Bouguer, son los nombres que da Juan–, y no concordaban las alturas obtenidas mediante la fórmula, con las medidas geométricas. Para hallar el primer término de la progresión y el exceso de un estrato sobre el siguiente se necesitaban los datos de las diferencias, en altura y en líneas de mercurio, entre tres estaciones. Juan disponía de ambos en distintos parajes, por lo que combinándolos de tres en tres podía formar las progresiones correspondientes, que, como dice, deberían ser siempre la misma¹⁰⁷. Sin embargo, los valores que determinaban la progresión variaban de un conjunto de datos a otro, por lo que Juan se decidió a tomar una progresión media entre las que había

¹⁰⁶ Sea x la altura a la que hay que elevar el barómetro para que su nivel descienda una línea; $x+x+z$, la altura para que descienda el nivel 2 líneas; $x+x+z+x+2z$ para que descienda tres líneas, y así sucesivamente, lo que corresponde a que cada estrato aumenta su espesor respecto del anterior en la cantidad z . Es fácil ver que, para n líneas de descenso, la altura se puede expresar como la suma de los términos de una progresión aritmética, cuyo primer término sea x y el n -ésimo $x+(n-1)z$. Por la fórmula sabemos que

$$h = \frac{x + x + (n-1)z}{2} n = \frac{2xn + zn^2 - zn}{2} = xn - \frac{1}{2}zn + \frac{1}{2}n^2 = \left(x - \frac{z}{2}\right)n + \frac{1}{2}n^2z$$

dado que z es mucho menor que x , queda finalmente

$$h = xn + \frac{1}{2}n^2z$$

De las medidas obtenidas en tres estaciones A, B y C, situadas a distinta altura, y conocidas las diferencias de altitud entre A y B y entre A y C, así como las lecturas del barómetro en estos tres puntos, si se sustituyen estos valores en la fórmula de h , se obtienen x y z en función de estos datos.

¹⁰⁷ En Lafuente, Delgado, «La geometrización...», 104, los autores han elaborado en forma de tabla, las expresiones encontradas por los diferentes miembros de la expedición, en diferentes lugares geográficos. Puede observarse, como hacen notar Lafuente y Delgado, las divergencias significativas entre las fórmulas, que llevan a resultados manifiestamente dispersos en las altitudes calculadas.

deducido. Ahora bien, los resultados obtenidos no casaban adecuadamente con los calculados por procedimientos geodésicos, y Juan terminó concluyendo que no había progresión que sirviera para todas las alturas¹⁰⁸.

6.1.3.3 La velocidad del sonido.

La oportunidad que se ofrecía de comprobar o investigar ciertas propiedades físicas en parajes lejanos cuyas características geográficas y climáticas distaban de las europeas no fue desaprovechada por los expedicionarios que, como hemos visto, no limitaron sus tareas a la consecución del fin de la empresa que los había llevado a los reinos del Perú. En regiones situadas a 1517 toesas sobre el nivel del mar, como era el caso de Quito y sus alrededores, podían experimentar sobre la influencia de ciertos factores en el comportamiento de los fenómenos. Probablemente se entretuvieron con algunas experiencias más que las que conocemos por Juan, que nos cuenta aquellas que tenían alguna aplicación práctica o estaban relacionadas con la perfección de la misión. El estudio sobre la velocidad del sonido viene descrito en el libro sexto, que comienza estableciendo que el sonido está causado por la transmisión a través de un medio fluido de las ondas originadas por el movimiento vibratorio del cuerpo sonoro. A continuación, se transcribían los diecinueve problemas enunciados por Willem Derham (1657-1735)¹⁰⁹, en los que el clérigo inglés se preguntaba si el movimiento era uniforme o acelerado, y por la dependencia de la velocidad del sonido de determinadas circunstancias: condiciones climáticas, estación del año, naturaleza del cuerpo emisor, dirección en que se emitía el sonido, etc. Derham, continuaba Juan, había concluido que la velocidad era constante e igual a 1142 pies ingleses por segundo, y que era independiente de la meteorología, aunque el viento contrario o favorable retardaba o aceleraba la transmisión; tampoco había encontrado diferencias según los distintos materiales y cuerpos utilizados –cañones, mosquetes, campanas–, ni observado cambios sujetos al momento del día o del año. Quedaba por resolver la dependencia con la altitud, con los climas septentrionales o

¹⁰⁸ Con esta progresión media Juan calculó las alturas sobre el nivel del mar de ciertas elevaciones, algunas de las cuales le parecieron sorprendentes por ser mucho mayores que las conocidas de los montes europeos, como la del cerro Pichincha, 2471'5 toesas, equivalentes a 4818 metros, y la del Chimborazo, 3380 toesas o 6588 metros. Según las medidas actuales, el volcán Pichincha tiene una altura de 4696 metros, y el Chimborazo, de 6263. Los errores relativos, en valor absoluto, son de 2'6% y 5'2%, respectivamente.

¹⁰⁹ Willem Derham, «Experimenta & Observationes de Soni Motu, Aliisque ad id Attinentibus», *Philosophical Transactions* (1683-1775), Vol. 26 (1708 - 1709) (Londres: Royal Society) 2-35. <http://www.jstor.org/stable/103216>. [Consulta 16/09/2021]. Juan menciona que tanto la Academia del Cimento como Flamsteed y Halley habían realizado experiencias sobre la velocidad del sonido, una información que seguramente obtuvo del artículo de Derham, como puede verse en la página 4 de la obra citada.

meridionales, con el sentido de la dirección vertical de emisión –arriba o abajo–, así como si la propagación seguía una línea curva. Por otra parte, los académicos franceses Cassini de Thury, Maraldi y el abate La Caille habían repetido las experiencias de Derham con instrumentos más perfeccionados y habían encontrado el valor de 173 toesas por segundo para la velocidad del sonido, cinco toesas y medio menor que la del inglés.

La experiencia consistía en disparar un cañón situado a una distancia conocida de los observadores y medir el tiempo transcurrido entre el disparo y la llegada del sonido del cañonazo. Para ello contaban con un péndulo que batía medios segundos y unos anteojos con los que percibían el fogonazo. Tras algunos ensayos infructuosos se colocaron a uno y otro lado del cañón, alejados un cierto trecho, por una parte, Juan y Godin, y por otra, Bouguer y Ulloa. Se dispararon cinco cañonazos, apuntando los tres primeros en la dirección de Bouguer y Ulloa, el cuarto, hacia Juan y Godin y el último, verticalmente. Los cuatro expedicionarios midieron el tiempo transcurrido desde el momento del disparo hasta la llegada del sonido. Dado que los resultados obtenidos por cada uno de los dos grupos eran consistentes y no presentaban desviaciones apreciables, tomaron la media como tiempo transcurrido. Las distancias entre el cañón y los puntos de observación se calcularon mediante triangulación; el cociente entre la longitud de cada trayecto y el tiempo empleado, con las correcciones debidas al viento contrario en el caso de Juan y Godin, daban para la velocidad del sonido calculada por estos últimos, cerca de 175 toesas por segundo, mientras que los datos de Bouguer y Ulloa proporcionaban 178 toesas por segundo. Juan da por buenos estos valores, que se encontraban entre los de Cassini de Thury y Derham, concluyendo que la propagación era independiente de la altitud y del clima, o, en otras palabras, que la velocidad del sonido era la misma en Quito que en Europa, lo que confirmaba una proposición expuesta por Newton en su *Philosophia naturalis*¹¹⁰.

El conocimiento de la velocidad con que se propagaba la onda sonora tenía aplicaciones prácticas, pues permitía el cálculo de distancias, multiplicando la velocidad

¹¹⁰ Juan declaraba que la proposición de Newton se encontraba en *Philosophia naturalis principia mathematica*, libro 2, Corolario 2, proposición 49, y establecía que la velocidad de los impulsos en un fluido era directamente proporcional a la raíz cuadrada de su elasticidad e inversamente proporcional a la raíz cuadrada de su densidad. Al comparar según esta fórmula las velocidades en Europa y en Quito, y teniendo en cuenta que la razón entre las densidades era igual a la razón entre las elasticidades, se obtenía la igualdad entre ambas velocidades, como así ocurría en la práctica. Juan era un buen conocedor de la obra de Newton, a quien menciona en numerosas ocasiones, bien para servirse de sus resultados, bien, como ahora, para acreditar sus deducciones teóricas mediante resultados procedentes de la experiencia.

del sonido por el tiempo transcurridos entre el fogonazo del cañón y la percepción del sonido. Juan daba indicaciones sobre la utilidad de este método para la Armada.

La exposición sigue una vez más las normas no explícitas de comunicación científica de la época; hay una abundancia de detalles irrelevantes para la observación llevada a cabo, como la longitud del cañón, el peso de la bala, los nombres de la cumbre desde donde se dispara y de los lugares donde están situados los observadores, pero indudablemente todos estos pormenores contribuían a dotar de credibilidad al relato y a presentar a los ejecutores de la experiencia como individuos escrupulosos a los que no se les escapan las circunstancias de la prueba. El rigor los lleva a considerar incluso la velocidad de la luz, pues saben bien que perciben la llamarada de la pólvora con retardo, lo cual no les conduce a tener en cuenta esa demora en sus datos, por la insignificancia que suponía esa corrección. Pero Juan no lo pasa por alto, lo señala y comenta, puede que, en parte, para informar a sus lectores profanos, pero también para acreditar simultáneamente su conducta como observador y la exactitud de sus anotaciones y resultados¹¹¹.

6.2 El discurso experto.

Las *Observaciones*, como se ha dicho, admiten diferentes lecturas. Hemos examinado en el epígrafe anterior el discurso divulgativo que tanto Burriel como Juan cultivan en diferentes partes de la obra. Hay en Juan una disposición educadora que más tarde tendrá ocasión de ejercer en la Academia de guardiamarinas gaditana, en sus manuales de navegación o en el Seminario de Nobles de Madrid; esa inclinación lo llevará más adelante a insertar en la segunda edición de sus *Observaciones* el famoso discurso sobre el *Estado de la astronomía en Europa*, harto ya de la obligada letanía que había de acompañar a la mención del sistema newtoniano. El país tenía que avanzar por la senda marcada por la ciencia moderna y abandonar las prácticas tradicionales, y para ello era necesario disponer de individuos con una buena formación teórica, que luego supieran aplicar en sus actividades profesionales. Juan vuelve de América convertido en un paladín de la física newtoniana, pero no encuentra un sustrato social lo suficientemente estable en el que pueda germinar de inmediato ese conocimiento; es necesario primero preparar y abonar el terreno, realizar reformas en distintos ámbitos, fomentar el estudio y hacer llegar, al menos a una parte de la sociedad, los beneficios que aporta la práctica de las

¹¹¹ “Este tiempo debía en rigor aumentarse del que gasta la luz en andar desde el cañón al observador; pero en la práctica es totalmente despreciable: porque según las observaciones de los satélites de Júpiter de M. Roemer, la luz solo tarda en venir desde el sol a nosotros de 7 a 8 minutos”, Juan, *Observaciones...*, 138.

ciencias físico-matemáticas. Su discurso, dirigido a un público amplio, es el del Jorge Juan reformista. Pero indudablemente el autor trabajó con esmero y atención sus escritos con las miras puestas en otras aspiraciones y en otros destinatarios.

6.2.1 Tratado de astronomía práctica.

Los tres primeros libros de las *Observaciones* giraban sobre cuestiones que eran bien conocidas por aquellos que hubieran estudiado algo de astronomía y de geografía: cálculo de la latitud y longitud de un lugar y determinación de la máxima oblicuidad de la eclíptica¹¹². En ellos Juan ofrece un amplio repertorio de las prácticas astronómicas más refinadas de la época, contando para ello con instrumentos de gran precisión.

El libro primero se dedica al cálculo de la máxima oblicuidad de la eclíptica para, por un lado, determinar su valor con la mayor exactitud, aprovechando que Quito estaba casi sobre el Ecuador, y por otro, comprobar si ese valor variaba con el tiempo¹¹³. La oblicuidad de la eclíptica era un dato que los expedicionarios necesitaban para realizar sus operaciones con garantías de rigor. El procedimiento que adoptaron fue el de medir en los dos solsticios la distancia meridiana al cénit y hallar la media; para ello tenían que fijar con precisión el día y la hora en la que el sol alcanzaba su máxima declinación y realizar una serie de correcciones en los datos observados que tuvieran en cuenta la refracción, la paralaje, el semidiámetro aparente y la aberración de la luz, a lo que había que añadir la correspondiente al instrumento de observación¹¹⁴. En las modificaciones refractivas, utilizaron la tabla construida por Bouguer para la zona tórrida¹¹⁵; en el caso del semidiámetro aparente siguieron la de Louville y para la paralaje, la publicación anual

¹¹² En García Castaño, *Transcendencia científica...*, 55- 82 puede seguirse el desarrollo de los cálculos de Jorge Juan en la obtención de los datos que proporciona.

¹¹³ Que este apartado era para expertos era también la opinión del redactor del *Journal de Trévoux*: “Tout cet endroit demande des Lecteurs initiés aux mystères de l'Astronomie, & capables de rendre justice aux Observateurs”, abril 1749, 703.

¹¹⁴ La corrección de la refracción astronómica es debida a la refracción de la luz al cruzar la atmósfera, que hace que, en este caso, el Sol se vea en un sitio distinto del que realmente está. La corrección de la paralaje se aplica para reducir las coordenadas obtenidas por un observador sobre la superficie terrestre a coordenadas respecto del centro de la Tierra. La corrección del semidiámetro tiene por objeto determinar la altura del centro del sol, conocida la del limbo superior o inferior y el diámetro solar. En cuanto a la aberración de la luz, fenómeno que había sido descrita por Bradley en 1729, la corrección provenía de que la posición del Sol observada no se correspondía con la verdadera, debido a la velocidad finita de la luz y los movimientos diarios y anuales de la Tierra. Sobre esta cuestión, véase Lafuente, Delgado, *La geometrización...*, 173-208.

¹¹⁵ Pierre Bouguer aprovechó su estancia en Quito para realizar ciertas observaciones y cálculos sobre el valor de la refracción en alturas elevadas sobre el nivel del mar, de las que dedujo que, contrariamente a lo que se pensaba –obviando que otros astrónomos habían propuesto que variaba con la temperatura y la presión–, la refracción disminuía con la altitud debido a las menores temperaturas reinantes en las cumbres. *Histoire de l'Académie Royale de France*, 1739, 407-423. Carta desde Quito fechada el 24 de julio de 1737. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3536g/f537.item> [28/IX/2021].

de las efemérides astronómicas de *Connaissance des temps*¹¹⁶; las tres se incluían al finalizar el capítulo, de modo que los interesados pudieran seguir los cálculos, ya que eran correcciones que en la práctica astronómica eran bien conocidas. No ocurría lo mismo con la aberración de la luz, hallazgo debido a las observaciones de Samuel Molyneux (1689-1728) y James Bradley (1693-1762), dado a conocer en 1729, pero que no era en general tomado en consideración en los cálculos. Juan, sin embargo, en busca de un rigor incontestable, siguió el método desarrollado por Clairaut y expuesto en las *Mémoires de l'Académie Royale de France* de 1737 para la determinación de la corrección correspondiente¹¹⁷, si bien precisando que tomaba el planteamiento teórico del matemático francés como hipótesis. El fenómeno de la aberración no podía explicarse mediante las teorías conocidas, pero las observaciones cuadraban si se tenía en cuenta que la velocidad de la luz no era infinita en relación con la de la Tierra y, por si alguien se daba cuenta en España de la asunción de la movilidad de nuestro planeta, Juan ponía cierta distancia con los procedimientos geométrico de Clairaut, precaución probablemente innecesaria dado el estado en que se encontraba el conocimiento científico en los dominios hispanos: los “entendidos” eran seguramente copernicanos clandestinos que se guardarían bien de levantar la liebre. El valor de la máxima oblicuidad de la eclíptica, según los cálculos de Juan y Godin era de 23° 28' 20",

El libro segundo registra las observaciones dirigidas a determinar la latitud de algunos de los lugares que recorrían en sus viajes o por los que deambulaban para llevar a cabo su misión. Ubicar los puntos geográficos mediante las coordenadas geográficas era del máximo interés para la navegación, además de un buen entrenamiento para establecer los protocolos más exigentes a la hora de determinar las latitudes de los extremos del arco de meridiano elegido. Juan y Ulloa iniciaron las observaciones nada más llegar a Cartagena, mientras esperaban a los académicos franceses. A sabiendas de la falta de precisión del ánulo, los dos telescopios y el péndulo que les prestaron unos aficionados a la astronomía, procedieron a medir, el 25 de julio de 1735, la altura meridiana del Sol. La llegada del equipo francés unos meses más tarde, les permitió mejorar las medidas al disponer de un instrumento mucho más perfeccionado, el cuarto de círculo de 22 pulgadas de Godin.

¹¹⁶ Revista anual fundada en 1679 por Jean Picard (1620-1682) que sigue publicándose sin interrupción desde entonces. Estuvo a cargo de la Academia Real de Ciencias de París desde 1701 a 1793.

¹¹⁷ Alexis Clairaut, «De l'aberration apparente des étoiles, causée par le mouvement progressif de la lumière», *HARS* 1737, 205-226. Juan, en este caso, no ofrece los cálculos que había realizado para determinar la aberración.

<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3534v/f372.item> [Consulta: 28/IX/2021].

Pertrechados con este aparato, Juan, Ulloa y Godin fueron repitiendo las mediciones en los distintos parajes que atravesaban durante el trayecto que los llevaría hasta Quito. Juan recoge los datos obtenidos en unas tablas, en las que figuran las fechas, los observadores, el paraje y el astro observado, tanto por ellos como por Bouguer y La Condamine. En la última columna se registraba la latitud, una vez modificadas las alturas meridianas mediante las correcciones pertinentes, que se calculaban en las tablas ya mencionadas en el libro anterior, añadiendo, en su caso, la debida al anteojo del cuarto de círculo. Para las declinaciones solares Juan se valía de las tablas elaboradas por él mismo y Godin, tomando como máximo valor de la eclíptica $23^{\circ} 28'$ ¹¹⁸, haciendo una advertencia sobre su uso: las cantidades de la tercera columna solo eran exactas cuando el Sol estaba en los puntos equinocciales; aviso que no merece que se ponga, “más que para evitar el recelo que pudiera sobrevenirle al que fuese escrupuloso en los cálculos”, dada la pequeñez del error máximo¹¹⁹. El marino se cura en salud ante las críticas que pudieran levantarse de falta de rigor, precaución que será una constante de su obra, consciente quizás de las tribulaciones que había padecido Maupertuis frente a los defensores de Cassini y de la Tierra oblonga¹²⁰, por más que, cuando escribe, la cuestión del achatamiento polar estuviera saldada; pero, además, quiere que se reconozcan su competencia científica y la validez de sus conclusiones.

En el libro tercero, Juan presenta las diversas observaciones realizadas para obtener con la mayor exactitud posible la longitud de ciertos parajes. El método generalmente utilizado consistía esencialmente en determinar las horas locales en que se producían los eclipses de los satélites de Júpiter, o los de nuestra Luna, observados simultáneamente en dos lugares, de modo que de la diferencia horaria, se pudiera deducir la diferencia entre las longitudes. Juan recordaba la relación existente entre esas magnitudes algo que era “bien sabido de los inteligentes; y esta corta explicación solo sirve para los que no estuvieran tan versados en el asunto”¹²¹, disculpándose una vez más ante sus pares. Dirigida a los profanos estaba la descripción de la práctica que había que llevar a cabo y los instrumentos utilizados –un reloj de péndulo y un telescopio; mientras un observador estaba atento al péndulo, el otro miraba por el telescopio para determinar el momento

¹¹⁸ En el último capítulo de este libro venía una explicación del manejo de dichas tablas, cuya cuarta columna permitía afinar el cálculo de la declinación según el número de segundos que se quisiera tomar de la máxima declinación del Sol; para que no cupiera duda del manejo, Juan ponía un ejemplo para facilitar su interpretación.

¹¹⁹ Juan, *Observaciones...*, 54.

¹²⁰ Véase nota 43.

¹²¹ Juan, *Observaciones...*, 66

exacto en que se producía la emersión o la inmersión del satélite. Siguiendo el mismo patrón que en los libros anteriores, se explicaban pormenorizadamente, mediante unas observaciones concretas –las del 6 y 13 de marzo de 1741 realizadas en Lima por Juan y Ulloa– las operaciones, correcciones y cálculos que se habían de realizar para lograr la máxima exactitud, protocolo que adoptarían con todas las demás, pero cuya repetición no haría sino alargar innecesariamente la narración. La fijación de la hora exacta en que se producía el fenómeno requería una serie de cálculos en los que intervenían el adelantamiento del péndulo sobre el tiempo verdadero, el retraso del tiempo medio sobre el verdadero y la corrección del movimiento de declinación del Sol, cuestión esta última que se explicaba en otro capítulo, por entrañar la utilización de matemáticas no elementales. Los expedicionarios realizaron medidas en diferentes fechas y lugares, tanto de las emersiones de los satélites jupiterinos como de los eclipses lunares, pero era necesario que se hubiera observado el mismo fenómeno en los dos sitios cuya diferencia de longitud se quería establecer, y solo encontraron algunas coincidencias¹²². Sin embargo, cuando no se disponía más que de una observación, quedaba el recurso de utilizar las tablas que daban el tiempo en que sucedía la inmersión o la emersión del primer satélite de Júpiter en un lugar cuya longitud fuera bien conocida, como París y Londres, y utilizar ese dato para el cálculo de las diferencias de meridiano. Mediante este procedimiento Juan pudo obtener las longitudes de Quito, Cartagena y Lima.

En el último capítulo de este tercer libro Juan desarrolla el método que empleó para obtener la hora exacta en que el Sol se encontraba en el meridiano del observador. En principio bastaba con registrar los dos instantes en que el Sol llegaba a una altura determinada, pues la semisuma proporcionaría el momento exacto del mediodía, si no fuera porque en el intervalo entre las dos observaciones se había producido una variación en la declinación del Sol. Juan comenta que el problema podría resolverse mediante la trigonometría esférica, pero además de ser “largo y enfadoso, no nos descubre propiedad alguna de esta corrección, que con facilidad hace la Geometría”¹²³. Es evidente que este capítulo y los cálculos de este libro se elaboraron una vez instalado en España, pues la fórmula que obtiene para hacer la corrección era, como indica el propio Juan, la deducida

¹²² El eclipse de Luna que tuvo lugar el 19 de septiembre de 1736 fue observado por Juan en Yaruquí y, en París, por Le Monnier y Grandjean de Fouchy, independientemente. La diferencia de meridianos entre estas dos localidades resultaba ser de 5^h 22^m 10^s; según los datos de Le Monnier, y de 5^h 20^m 20^s de acuerdo con los Grandjean.

¹²³ Juan, *Observaciones...*, 84.

por Maupertuis en su *Astronomía náutica*¹²⁴. El marino se basaba en el texto y en las representaciones gráfica del matemático francés para explicar con detalle los pasos que conducían a la solución mediante el cálculo diferencial. La elección de Juan parece haber estado guiada por su vocación matemática y su inclinación hacia el análisis, aunque también pudieron intervenir factores relacionados con sus aspiraciones académicas o sus inquietudes por mejorar los conocimientos científicos de sus compatriotas pues, como explican Lafuente y Delgado, la expresión que daba la variación del ángulo horario podía obtenerse mediante la aplicación de la fórmula fundamental de la trigonometría esférica al triángulo formado por el polo celeste, el cénit y la posición del astro, diferenciando respecto de la declinación, supuestas fijas la latitud del lugar y la altura del Sol¹²⁵. Una vez resuelto el problema, Juan estudiaba los casos más directos de corrección cero¹²⁶, sin embargo, no le bastaba con esto, sino que como buen geómetra buscaba además la expresión analítica del lugar geométrico de los puntos en los que la corrección sería nula, para una latitud determinada. Juan era consciente de que los lectores no versados en geometría analítica, que eran muchos en el país, tendrían dificultades para entender todos los elementos de su cálculo y, para facilitarles la comprensión según decía, explicaba cómo había alcanzado, mediante la fórmula, la corrección de $2\frac{2}{3}$ segundos, correspondiente a las observaciones del 6 de marzo de 1741.

6.2.2 Un tratado instrumental: sin instrumentos no hay ciencia.

La ciencia en Jorge Juan es una ciencia cuantitativa y matemática: hay que medir, tabular y depurar los resultados y, cuando sea posible, expresar las regularidades en una fórmula algebraica que tendrá que ser confirmada o rechazada por la experiencia. El instrumento

¹²⁴ Maupertuis, *Astronomie nautique ou Élémens d'Astronomie, tant pour un Observatoire fixe que pour un Observatoire mobile* (Paris: Imprimerie Royale, 1743), 31-36. Las palabras de Juan sobre el “largo y enfadoso” método de la trigonometría esférica son un eco de lo que dice Maupertuis: “les solutions que quelques Auteurs nous ont données, sont remplies de longueurs & d’embarras: c’est de trouver la correction qu’il faut faire au Midi déterminé par des hauteurs du Soleil correspondantes”, 31.

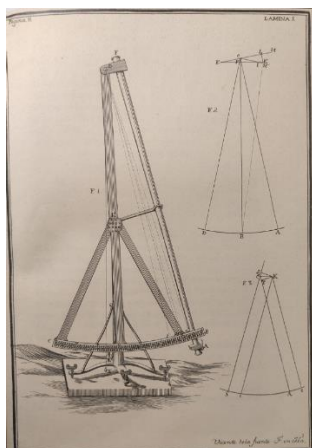
¹²⁵ Lafuente, Delgado, *La geometrización...*, 160-70. Los autores remiten al juicio negativo que Jean-Baptiste Delambre expuso sobre la *Astronomie nautique* de Maupertuis en su *Histoire de l'Astronomie au dix-huitième siècle* (Paris: Bachelier, 1727), 352 y ss. Delambre consideraba que no aportaba ninguna novedad que no fuera conocida por los astrónomos y que, sin embargo, sus procedimientos analíticos pretendían “instruire les astronomes, et leur ont présenté avec emphase, et sous une forme beaucoup plus obscure ce qui était connu et pratiqué depuis cent ou deux cents ans, et ce qu’on faisait beaucoup mieux qu’on ne le ferait par leurs méthodes”, 360, crítica que iba dirigida a los intrusos geómetras metidos a astrónomos.

La fórmula obtenida era $dE = \left(\frac{rs}{cz} - \frac{ux}{yz}\right) dD = \left(\frac{S}{z} - \frac{X}{z}\right) dD$, con E= corrección de la declinación, D=arco de la declinación, S= tangente de la altura del Polo, X=tangente de la declinación y Z= ángulo horario.

¹²⁶ Juan, *Observaciones...*, 84-85. La corrección era nula cuando la declinación se mantenía constante, que era el caso, para el Sol, cuando se encontraba en los trópicos; la nulidad de la corrección dependía también del ángulo horario.

se convierte en este marco intelectual en herramienta indispensable de la investigación de la naturaleza y, si bien desde la antigüedad se habían utilizado dispositivos de medida, es a partir del siglo XVII cuando el conocimiento científico se emparenta estrechamente con los artefactos ideados para ampliar la capacidad de los sentidos y manipular los fenómenos naturales.

Los instrumentos jugaban un papel principal en las llamadas ciencias matemáticas y particularmente en las observaciones astronómicas pues, como dice Juan, “la justificación de las observaciones depende de la bondad y exacto manejo de los instrumentos con que se hacen, de cuya práctica se carece mucho”¹²⁷. Dos ingredientes son pues inexcusables en la obtención de resultados válidos: la perfección del instrumento y su uso competente, siguiendo procedimientos adecuados. En las *Observaciones* se describen meticulosamente los aparatos utilizados y se facilita la comprensión del texto mediante los grabados correspondientes, haciéndose hincapié en la necesidad de verificar las especificaciones del constructor para detectar los errores y ajustar las medidas del modo más preciso: “Antes de emprender una obra, es preciso examinar siempre los instrumentos con que se debe ejecutar, para conocer los defectos que puedan producir y corregirlos o hacer el cómputo de la justificación de ella”¹²⁸. Así, en el libro 1, lámina 1, no solo hay que comprobar la alineación del anteojo con la línea tirada desde el centro del sector al punto cero del limbo, también hay que establecer la localización del verdadero centro.

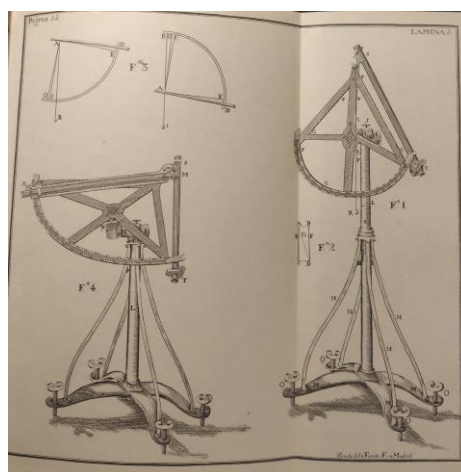


El cuarto de círculo se representa en la lámina segunda. Aparece dibujado en dos posiciones: con el limbo horizontal y con el limbo vertical. Juan indica los materiales de los que están formadas las distintas piezas –hierro, latón, plomo–, las precauciones que han tomado los fabricantes para evitar que, por ejemplo, el viento pueda mover el hilo del

¹²⁷ Juan, *Observaciones...*, 46.

¹²⁸ Juan, *Observaciones...*, 155.

que pende la bala que señala los ángulos en el cuadrante, y subraya las ventajas de incorporar un anteojo para lograr medias más exactas¹²⁹.



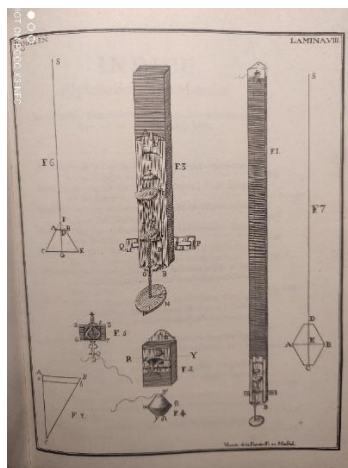
El grabado de 76 cm de longitud de la lámina 5, desplegable verticalmente, representa el “sector” astronómico de 20 pies de radio ideado por Godin con el objeto de remediar la falta de estabilidad y las imperfecciones del que se había utilizado en las observaciones de la máxima oblicuidad de la eclíptica¹³⁰. Es indudable que se podía haber reducido la escala de la imagen y descomponer las piezas en un dibujo adjunto, por lo que nos preguntamos por la razón de la preeminencia que se da a esa figura al darle un tamaño tan considerable que, por otra parte, no hace fácil su manejo: ¿estaba en las novedades que aportaba? ¿Tenía por objeto reivindicar para Godin su diseño? ¿Se buscaba, una vez más, resaltar la bondad de las observaciones y de los resultados?.



¹²⁹ Juan, *Observaciones...*, 46-47.

¹³⁰ El aparato no tenía la forma tradicional del sector, de hecho no tenía propiamente un limbo, sino una regleta graduada; el ángulo se calculaba resolviendo el triángulo formado por los vértices P, centro de donde colgaba el péndulo formado por un hilo y un peso, R y R', puntos sobre el limbo rectilíneo marcados por el perpendicular al realizar dos observaciones de la misma estrella. Godin, en carta dirigida a la Academia Real de Ciencias en 1739 describía el instrumento y su funcionamiento. En Lafuente, Delgado, *La geometrización...*, 213-216.

Por último, el péndulo simple utilizado para estudiar el valor de la pesadez en las cercanías del Ecuador venía dibujado en las figuras 1 a 5 de la lámina VIII: la primera representaba el instrumento completo, y en las otras cuatro aparecían las distintas piezas que lo formaban, haciendo de este modo más cómoda su inteligencia. Los dibujos esquemáticos anexos colaboraban a la mejor comprensión de las operaciones matemáticas destinadas a encontrar su auténtico centro de oscilación y realizar la corrección correspondiente en su longitud.



6.2.3 Un tratado matemático: sin matemáticas no hay ciencia.

Tanto la triangulación geodésica como las operaciones astronómicas destinadas a determinar la amplitud del arco de meridiano entre sus extremos –Pueblo viejo y Cuenca–, obligaban a hacer uso de técnicas geométricas y trigonométricas. Los cálculos, en muchos casos elementales, si bien tediosos, pueden seguirse en la bibliografía ya mencionada¹³¹. Pero las matemáticas eran también una herramienta indispensable en otro

¹³¹ La medida del arco del meridiano conllevaba una serie de operaciones geodésicas y astronómicas entre los extremos elegidos. En primer lugar se procedió a la triangulación del arco seleccionado, comenzando por la medición de la base “horizontal” entre Oyambaro y Caraburu y al cálculo de la distancia “real” entre estos dos lugares, que estaban situados a distintas alturas; a continuación, conocida la base y los ángulos entre las señales escogidas, se fueron resolviendo los triángulos y se registraron en una tabla las distancias entre los observatorios de la línea poligonal occidental; realizada esta operación, se redujeron esas distancias a la horizontal, al nivel más bajo de los extremos entre los observatorios, pues se encontraban en distintos planos; quedaba todavía proyectar las longitudes de la línea poligonal obtenida en el paso anterior sobre el meridiano, para lo que era necesario conocer los ángulos que formaban los lados occidentales de los triángulos con el meridiano y deducir así las distancias entre los paralelos de las señales; por último, una vez obtenidas esas distancias había que colocarlas todas en un mismo plano, el del nivel del mar, averiguando previamente las elevaciones de cada señal sobre aquel. Para hallar la longitud del arco de meridiano entre Pueblo viejo y Cuenca no había más que sumar esas distancias. Terminada esta fase geodésica, en 1740 se iniciaron las observaciones para establecer la latitud entre Pueblo viejo y Cuenca y, de este modo, conocer la amplitud del arco medido. El cociente entre la distancia de los extremos del arco y su amplitud da el valor longitudinal del grado de meridiano que según los cálculos de Juan era de 56767’788 toesas.

tipo de actuaciones, como en el caso del calibrado de los instrumentos o en la corrección del mediodía producida por la variación de la declinación del Sol. Jorge Juan se complace en ofrecer toda una serie de recursos matemáticos que van de los tradicionales a los más actualizados: geometría elemental, trigonometría plana y esférica, aplicación de fórmulas, manipulaciones algebraicas y resolución de ecuaciones, consulta de tablas trigonométricas y logarítmicas, progresiones, curvas planas, diferenciación, cuadraturas y desarrollos en serie. Así, para la determinación del verdadero centro del sector astronómico que se utilizó en la obtención de la máxima oblicuidad de la eclíptica, Juan se sirvió de la geometría plana y de la resolución de triángulos; aplicando las fórmulas de David Gregory, calculó la hora en que sucedía el solsticio por medio de tres observaciones; en la sección correspondiente a la relación de la latitud de un lugar con el ascenso o descenso del mercurio en el barómetro, echó mano de las progresiones, de la geometría analítica y del cálculo integral, representando gráficamente la hipérbola y resolviendo mediante su cuadratura el problema planteado; el cálculo diferencial hace acto de presencia por primera vez en la corrección del mediodía debido a la variación de la declinación del Sol; las series infinitas aparecen en la rectificación de la elipse de los meridianos terrestres.

6.2.4 Corrección de yerros: instrumentos y cartas de navegación.

La empresa en que se habían embarcado nuestros expedicionarios exigía altas cotas de precisión, ya que la credibilidad de sus resultados dependía de la perfección de los instrumentos y del rigor con que se hubieran realizado las observaciones. Juan hace especial hincapié en la justificación de las medidas obtenidas, valiéndose para ello de estrategias narrativas que comunicaban al lector los cuidados con que se realizaban las operaciones, las circunstancias en que estas se desarrollaban y las correcciones a que estaban sometidos los datos registrados, cuya depuración exigía la detección de errores instrumentales. Esta es indudablemente una de las razones –la más importante– de que en el texto se dé tanta importancia a los instrumentos y a su calibrado, pero no cabe descartar una posible motivación didáctica. Examinemos algunas de las intervenciones dirigidas explícitamente al público español, y en especial a los futuros oficiales navales.

En relación al limbo del cuarto de círculo y su división con las ordinarias transversales, Juan trae a colación “un yerro que “siempre han cometido nuestros escritores de navegación” ¹³², que consistía en utilizar círculos concéntricos situados a la misma

¹³² Juan, *Observaciones...*, 47.

distancia para dividir los grados en minutos¹³³. Con el objeto de demostrarlo, y hacerlo ver “a los que no fueran muy versados”¹³⁴, consideraba dos círculos concéntricos y calculaba la distancia a la que tendría que estar uno intermedio de los dos, recurriendo a un esquema rectilíneo en el que los arcos se convertían en rectas sin que se produjera un error sensible debido a su pequeñez. Por si no quedaba claro, Juan ponía un ejemplo numérico¹³⁵. El ajuste de los instrumentos, las correcciones necesarias para la obtención de medidas precisas y exactas, serán también asunto al que preste especial atención cuando prepare el *Compendio de navegación*, en el que dedica varias páginas a exponer la fábrica y uso del cuadrante de dos arcos y el octante de reflexión, repitiendo las consideraciones sobre las transversales y los círculos concéntricos. Para Juan, no solo era importante manejar adecuadamente los distintos dispositivos de medida: esperaba de los alumnos más aplicados que estudiaran “todo lo conducente al perfecto conocimiento y se pongan en estado de concebir las reglas y de fabricar exactos instrumentos”¹³⁶. Quizás el teniente de navío, al escribir las *Observaciones*, tenía en mente el tipo de enseñanzas que convenía impartir en la Academia de Guardiamarinas, sin olvidar la necesidad imperiosa de mejorar la formación de los pilotos. Con este propósito se incluye en las *Observaciones* el libro IX, que trata de la navegación sobre el elipsoide y del manejo de las nuevas tablas de partes meridionales que el mismo Juan había elaborado a partir de su cálculo del achatamiento polar, al que daba el valor $\frac{265}{266}$. El hecho de que los cambios que proponía en las cartas de navegación fueran pequeños y que probablemente no serían tenidos en cuenta por la mayoría de los pilotos¹³⁷, no le apartó de su propuesta, pues, en su opinión no incrementaba el trabajo, ni hacía que la derrota llevara más tiempo, sino que se procedía con mayor exactitud. Razonaba que los cambios solo afectaban a la medida de los grados y que los pilotos podían, en todos los demás aspectos, realizar sus operaciones como lo hacían habitualmente¹³⁸. Al inicio del libro manifestaba que iba a dar el método

¹³³ Para saber sobre el método de división, véase, Lafuente, Delgado, *La geometrización...*, 56-59.

¹³⁴ Juan, *Observaciones...*, 48.

¹³⁵ Juan, en una nota al pie, recordaba que Andrés García de Céspedes, en su *Regimiento de navegación*, era el único que había ideado un procedimiento que daba el mismo resultado que el explicado por él, aunque después había seguido la práctica errónea de los demás.

¹³⁶ Juan, *Compendio...*, A los cavalleros Guardias-marinhas, s.n.

¹³⁷ Dice así Juan sobre los pilotos, *Observaciones...*, 349: “lo que bien lejos de hacerlos dignos de elogio, merece la mayor reprehensión, si se mira el peligro que de ordinario nos manifiesta, y en que a menudo nos hace caer el mar”. En la nota 39 se ha explicado el error en la paginación de la edición de 1748. Esta referencia y la número 138 se refieren a la edición de 1776.

¹³⁸ La tabla de partes meridionales permite calcular la latitud aumentada, que es la dimensión sobre un plano de proyección o una carta mercatoriana del arco de meridiano desde el Ecuador a una latitud dada, o dicho de otro modo, la latitud proyectada sobre el plano. La proyección cilíndrica fue mejorada por Mercator para

para elaborar las nuevas tablas, “y para ello escusaremos cuanto fuere dable los términos geométricos, los cuales no sirvieran sino de confundir a los marineros”¹³⁹, y, en efecto, da unas pocas indicaciones, remitiendo al lector curioso al *Tratado de fluxiones* de Colin Mac-Laurin (1698-1746), en el que se resuelve el problema de las latitudes ampliadas en el elipsoide a partir de las tablas elaboradas en la suposición esférica del globo terrestre¹⁴⁰. Juan da la referencia exacta, y omite repetir la deducción del matemático inglés, limitándose a transcribir la regla y dar un par de ejemplos¹⁴¹. Evidentemente la elaboración de la tabla para el elipsoide requería muchas operaciones, un trabajo que Juan emprende sin que su relación entre los ejes estuviera fuera de duda; al contrario, los resultados obtenidos en las expediciones no permitían cerrar esa cuestión. Por otra parte, la utilidad práctica de su tabla era muy reducida, pues las diferencias con la que se basaba en la figura esférica eran muy pequeñas. Él mismo lo reconoce en su *Compendio de navegación* donde, al explicar las cartas de navegación, da para cada grado del meridiano una longitud igual a 60 millas, independientemente de la latitud, y las tablas de partes

conseguir que el rumbo fuera representado por una línea recta que cortara los meridianos con el mismo ángulo (navegación loxodrómica). Para ello, la deformación de las distancias horizontales en la carta –que entre dos puntos eran mayores que la distancia real sobre el paralelo, es decir, que el apartamiento–tenía que ser compensada con un estiramiento vertical entre los paralelos, haciendo la latitud ampliada. Edward Wright (1561-1615) elaboró la primera tabla de partes meridionales; Juan explica que Wright dividió los grados de los meridianos representados en la carta –que eran mayores que los del Ecuador–, en partes iguales de un minuto ecuatorial, a las que llamó meridionales. Sumándolas hasta llegar a una latitud dada, obtenía la latitud ampliada. El laborioso proceso del matemático inglés se había simplificado después de “la invención de los infinitos”, que nuestro autor no se molestaba en explicar porque podía hallarse en varios autores extranjeros, Juan, *Observaciones...*, 351. Veamos brevemente cómo se calculaban las latitudes ampliadas: en la proyección se tenía que conservar la escala, de modo que el triángulo rectángulo formado por ABC, donde $AB=h$ era la distancia infinitesimal entre paralelos y $BC=\Delta L$ la diferencia de longitud entre B y C, tenía que ser semejante al triángulo de catetos variación de la latitud, dl y apartamiento $\Delta L \cos l$ en la proyección cilíndrica; después de operar quedaba que, para que se cumpliera la semejanza, $h = \frac{dl}{\cos l}$, y sumado desde 0 a l_B , latitud en el punto B, que era igual a latitud en el punto C, es decir, integrando la función secante, se obtenía la latitud ampliada en B y C.

¹³⁹ Juan, *Observaciones...*, 348.

¹⁴⁰ MacLaurin explica con sencillez el problema: “In plain sailing, the meridians are supposed parallel and the degrees of longitude, as well as those of latitude, are supposed equal; whereas the meridians intersect each other in the pole, the degrees of longitude decrease in the same proportion as the semi diameters of the parallels of latitude, and the degrees of latitude (because of the oblate figure of the earth) increase from the equator towards the Poles. In order to correct some of the errors that arise in Navigation from these false suppositions, a projection was invented (commonly called *Mercator's chart*) in which the meridians are still supposed parallel and the degrees of longitude enlarged as in the former, but the degrees of latitude upon the meridians are enlarged in the same proportion”. *Treatise of fluxions...*, 719.

¹⁴¹ La regla que da MacLaurin es la siguiente: si en el esferoide oblato se llama $n = \sqrt{\frac{b^2-a^2}{b^2}}$, siendo b y a los semiejes del elipsoide, $b > a$, para hallar las partes meridionales basta con consultar la tabla de partes meridionales sobre la esfera para una latitud cuyo seno es $n \cdot u$, siendo u el seno de la latitud ϕ para la que se quiere hacer el cálculo; divídase el resultado por n^{-1} , y réstese esa cantidad de las partes meridionales de la esfera para ϕ . Juan toma para $\frac{b}{a} = \frac{266}{265}$, según su cálculo, y opera mediante logaritmos decimales, que era la forma tradicional de evitar multiplicaciones y divisiones con muchos decimales.

meridionales que inserta al final son las obtenidas para la esfera¹⁴². Juan pensaba como matemático y valoraba por tanto la exactitud y el rigor, lo que probablemente lo llevó a realizar el laborioso ejercicio de confección de las tablas, demostrando al mismo tiempo su gran capacidad para los números; pero también era exigente con la preparación de los futuros oficiales de la marina, y no esperaba de ellos que se conformaran con un aprendizaje basado en la práctica rutinaria. Su formación debía tener un importante componente teórico y matemático, aunque después, a la hora de comandar un navío, se podían rebajar las exigencias¹⁴³.

6.2.5 La figura de la Tierra.

Juan hace su aportación a la cuestión de la figura de la Tierra intentando determinar matemáticamente la razón entre el diámetro ecuatorial y el eje polar. Para ello parte, al igual que había hecho Maupertuis, de la suposición de que la Tierra era un elipsoide de revolución, planteando el problema general de hallar la razón entre los diámetros de una elipse, dados dos puntos, H e I, de su periferia, de los que se conoce la longitud del arco de un minuto, y a los que se asignan como ordenadas las respectivas perpendiculares al eje ecuatorial, que se miden por el seno de la latitud correspondiente. Tras mostrar su pericia manejando la ecuación de la elipse, el cálculo diferencial y las propiedades de la evoluta, Juan obtuvo que las longitudes de los minutos en H e I eran como los radios de curvatura respectivos, y de aquí las fórmulas que daban el radio de curvatura de la elipse en un punto cualquiera en función de su ordenada “y”, lo que le permitió expresar el semidiámetro ecuatorial –medido en unidades del semieje polar–, conocidas las longitudes de un minuto de arco y las latitudes en los puntos H e I. Las consecuencias de la fórmula las desgrana Juan en varios corolarios, entre los que cabe destacar la deducción de la expresión de Maupertuis que proporcionaba el exceso del radio ecuatorial sobre el semieje polar. De algunos de los corolarios cabía deducir la razón entre los ejes terrestres pero, al sustituir distintos valores, Juan encontró que los resultados eran dispares, por lo que parecía no cumplirse el corolario séptimo, que afirmaba que “los excesos de los grados de cualquier latitud sobre el antecedente contiguo al Ecuador serán como los

¹⁴² Jorge Juan, en su *Compendio...*, explica cómo hallar la longitud utilizando las tablas de las partes meridionales, 83, y dedica la sección IV a las cartas de navegación, extendiéndose en las modificaciones de Mercator y las mejoras realizadas por Edward Wright con su carta esférica o reducida y las tablas de partes meridionales. Juan puntualiza que estas tablas de Wright habían sido sustituidas por otras más exactas mediante el uso del método diferencial, y estas eran las que figuraban al final del *Compendio*, 53-55.

¹⁴³ Así, en cuanto a las tablas, dice: “pero para el uso práctico de la navegación son suficientes las de Eduardo Wright, no habiendo diferencia de unas a otras, sino en latitudes muy crecidas”, Juan, *Compendio...*, 55.

cuadrados de los senos de las misma latitudes”¹⁴⁴, motivo por el que algunos ponían en cuestión que fuera una elipse la curva generatriz del elipsoide. No cree nuestro matemático que se pueda desechar su hipótesis de partida; más bien atribuye las divergencias a los errores que se cometen en la medida de los grados¹⁴⁵.

El camino seguido para determinar la relación entre los ejes terrestres mediante las fórmulas y corolarios hallados matemáticamente no dieron un resultado concluyente, como se ha visto en el párrafo anterior. Pero Juan todavía guardaba la baza de recurrir a consideraciones físicas centradas en los distintos valores de la pesadez según la latitud¹⁴⁶. Le brindaba esta oportunidad el hecho de que se encontraba prácticamente sobre el mismo Ecuador, “donde la disminución del péndulo debía ser mayor; y por ella podíamos también concluir la razón de los diámetros de la Tierra”¹⁴⁷. Para ello Godin, y Juan realizaron una serie de experiencias en Quito, destinadas a medir la longitud del péndulo que batía segundos; de vuelta a España, repitió Juan las observaciones en Puerto Guarico mientras se abastecía su navío de agua y víveres. El instrumento que utilizaron viene descrito con detalle en el segundo capítulo del libro octavo, y consistía esencialmente en un peso suspendido de un hilo de pita y montado sobre un armazón fijado en la pared en el que se disponían varias piezas colocadas sobre la regla de madera que sustentaba todo el aparato. El hecho de que se representen en la lámina correspondiente tanto el dispositivo completo como los distintos mecanismos que consideraban necesarios para realizar las experiencias con garantías y exactitud, parece indicar que el diseño y construcción haya que atribuirlo a los tres expedicionarios. Teniendo en cuenta la minuciosidad con que Juan describe las distintas partes del instrumento y los materiales con que se han construido –madera, cobre, pita, plata– resulta cuanto menos sorprendente que en ningún momento se refiera al material del que estaba hecho el peso, un doble cono

¹⁴⁴ Juan, *Observaciones...*, 310.

¹⁴⁵ Las operaciones que realiza Juan pueden seguirse en García Castaño, *Transcendencia...*, 165-177, aunque en distinto orden; también en Luis A. Saiz Montes, *Las matemáticas utilizadas por Jorge Juan en el cálculo de la forma y dimensión de la tierra. Siguiendo su libro “Observaciones astronómicas, y físicas hechas de orden de S. Mag. en los Reynos del Perú”* (Valladolid: Maxtor (2002). Este último autor señala un error de Jorge Juan consistente en dar como radio de curvatura de un ángulo de 1º en el Ecuador el semieje mayor terrestre; presenta además una serie de cálculos, ausentes en las *Observaciones*, mediante los cuales se determina la elipticidad según las fórmulas de Juan y las medidas del grado de meridiano en distintas latitudes, dos de ellas mayores que el límite superior establecido por Clairaut de $\frac{1}{230}$, siendo, por añadidura, bastante diferentes unas de otras, 27.

¹⁴⁶ Maupertuis, en su obra *La figure de la Terre...*, xxii, xxiii, recordaba que tanto Huygens como Newton habían creído que bastaba el conocimiento de los distintos valores de la “pesanteur” en diferentes latitudes para determinar la relación entre los diámetros terrestres. Por esa razón, tanto los expedicionarios a Laponia como los que fueron al Ecuador, realizaron experiencias con el péndulo que, como se comprobó, no permitían deducir unívocamente la elipticidad.

¹⁴⁷ Juan, *Observaciones...*, 314.

truncado, del que sí ofrece sus dimensiones y peso¹⁴⁸. Tampoco da razón alguna de la elección de ese sólido geométrico, pues habitualmente se utilizaban esferas o, como hace De Mairan en algún caso, cilindros de madera. El mismo Juan utiliza en Guaricouna esfera de cobre, “que hallé bastante redonda”¹⁴⁹. Quizás se decidieron por el doble cono truncado por ser más fácil de construirlo con mayor exactitud y perfección que una esfera.

El procedimiento seguido consistía en colocar el instrumento en un cuarto cerrado, tras tomar todas las precauciones para que no hubiera interferencias¹⁵⁰; una vez sincronizadas las vibraciones del péndulo y de un reloj ajustado al movimiento medio del Sol, se contaban las oscilaciones efectuadas por ambos instrumentos durante el tiempo que duraba la observación, que podía ser de varias horas. A continuación se medía la longitud del péndulo desde el punto de suspensión a la base del peso. La temperatura de la estancia se controlaba mediante un termómetro, para tener en cuenta, en caso necesario, esta variable. La diferencia entre el número de oscilaciones del péndulo y del reloj proporcionaba, tras unos cálculos sencillos, el adelanto en 24 horas respecto del tiempo medio del primero. El problema que ahora tocaba resolver era hallar la longitud del hilo desde el punto de suspensión al centro de oscilación, dado que este no coincidía con el de gravedad. Es decir, hallar la longitud de un péndulo simple, isócrono con el compuesto que utilizaban. Huygens, nos cuenta Juan, había hallado la distancia entre ambos centros –el de gravedad y el de oscilación– para una esfera, y De Mairan había comunicado el resultado de sus experiencias a Godin, pero en la literatura al respecto no encontraban una solución satisfactoria y completa del caso del doble cono truncado. A Juan se le presentaba un reto matemático que estaba más que dispuesto a aceptar y, ya en primera persona, dice: “Con esto me fue preciso resolver el problema, que vencido, se facilitaban otros varios; y concluí la distancia del centro de gravedad al de oscilación en una esfera, un cilindro, una pirámide, un cono y otros cuerpos y figuras; pero todo ello es ahora de ninguna utilidad, porque mis fórmulas no se diferencian de las de M. Bernouilli, ni las

¹⁴⁸ Por los datos de Juan, la densidad del cono doble estaría cercana a la del plomo, pues haciendo los cálculos pertinentes en unidades del sistema métrico decimal, da $13'1 \text{ g/cm}^3$.

¹⁴⁹ Juan, *Observaciones...*, 329.

¹⁵⁰ Así lo describe Juan: “El método de servirnos de este instrumento, fue colocándole en un cuarto bien abrigado, cerrábamos todas las puertas y ventanas, cuidando al mismo tiempo que toda rendija estuviese bien tapada, para que con eso no se pudiese introducir el menor viento que interrumpiese las oscilaciones del péndulo”. Las alteraciones que podían ocasionar los mismos observadores tampoco se descuidaban, todo lo contrario, eran bien conscientes de que debían adoptar unos procedimientos comunes: “procurábamos cubrirnos la boca lo mejor que permitía la precisión de haber de respirar, para que el aliento no interrumpiese las vibraciones”. *Observaciones...*, 317, 318.

determinaciones de las de M. Huygens”¹⁵¹. En este párrafo Juan reclama para sí el reconocimiento de sus destrezas matemáticas, que son las que avalan los resultados que va a presentar a continuación. Veamos cómo procede. Primero halla el centro de oscilación de un cono truncado, mediante un lema que le permite calcular dicho centro para un cuerpo del que se ha quitado una parte; para ello considera un cono del que se ha suprimido, por un corte paralelo a la base, un cono menor. El lema siguiente trata del cálculo del centro de oscilación de un cuerpo compuesto por dos, puesto el uno sobre el otro. Estos dos lemas le van a facultar para encontrar el centro de oscilación del doble cono truncado. Pero el hilo de pita que sostiene el peso tiene extensión –puede asimilarse a un cilindro– y masa, y por tanto hay que considerarlo como parte del péndulo compuesto, de modo que deduce el efecto que tiene sobre el centro de oscilación del conjunto, aplicando de nuevo el segundo lema¹⁵². Hechas las correcciones oportunas, se obtenía la distancia del punto de suspensión al centro de oscilación del péndulo que batía segundos de tiempo medio en Quito, es decir, la longitud del péndulo simple isócrono¹⁵³. Pero lo que interesaba era saber la longitud de ese péndulo al nivel del mar y para ello

¹⁵¹ Juan, *Observaciones...*, 321. Las fórmulas a las que se refiere Juan fueron deducidas por Johan Bernouilli y expuestas en *Histoire de l'Académie Royale des Sciences* (1714), 208-230. Bernouilli demostraba de forma más satisfactoria que Huygens las expresiones que este último había encontrado en su *Horologium oscillatorium* (1673).

¹⁵² La distancia del centro de gravedad al centro de oscilación del cono había sido averiguada por Huygens; Juan, en el primer lema, imagina un péndulo formado por dos masas, iguales a las del cono de partida y a la del suprimido para obtener el tronco, situadas en los centros de oscilación respectivos, y aplica el principio de la palanca respecto del centro de oscilación desconocido. Así halla la distancia del centro de oscilación del tronco cónico al centro de oscilación del cono primitivo del que aquel procede. El segundo lema le sirve para encontrar el centro de oscilación del doble tronco, pues ya conoce sus centros de oscilación y la distancia entre ellos. También lo utiliza para saber lo que eleva el hilo de pita el centro de oscilación hallado en las operaciones anteriores, llegando a la misma fórmula que De Mairan, del que conoce la memoria de 1735, en *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, 153-220. El físico francés había realizado una serie de experiencias muy precisas para determinar la longitud verdadera del péndulo que en París batía segundos y, con el objeto de que los expedicionarios que se encontraban en el Ecuador pudieran comparar la longitud del péndulo en Quito con el parisino, les había comunicado los resultados. Recordemos que la variación de la longitud del péndulo con la latitud era uno de los factores a tener en cuenta en la cuestión de la figura de la Tierra. De esta memoria saca Juan algunas informaciones que le son útiles a la hora de diseñar y narrar sus experiencias, como las de emplear un hilo de pita, especificar las circunstancias o medir la temperatura; de ella recoge igualmente el procedimiento a seguir y las operaciones a realizar, e incluso recoge la crítica que De Mairan hace algunos geómetras, como M. Carré, que habían cuestionado los resultados de Huygens. Véase para esta última cuestión, *Observaciones...*, 320 y De Mairan, 196.

¹⁵³ Maupertuis también realizó experiencias con el péndulo en Pello, a una latitud de 66° 48', utilizando un instrumento construido por Graham, quien les había hecho llegar una memoria con las observaciones que él mismo había realizado con el aparato. En *La figure de la Terre...*, 166, describe el instrumento y ensalza sus virtudes: “On voit par - là combien cette Pendule est peu sensible aux petites différences dans le Poids, dans les arcs & par conséquent dans la ténacité de l'huile: & combien peut compter que son Accélération d'une lieu dans un autre, ne vient que de l'augmentation de la Pesanteur, ou du froid, qui raccourcit la verge du Pendule”. Este aparato era bastante más profesional que el ideado por los expedicionarios, de carácter más artesanal.

Juan se propone comprobar si la gravedad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia al centro como, según dice, enseña la astronomía, en otras palabras, si se cumple la ley de gravitación newtoniana en la Tierra. Dado que las longitudes de los péndulos del mismo periodo son proporcionales a la gravedad y que dispone de dichas longitudes en Quito y en el cerro Pichincha¹⁵⁴, así como de las altitudes de estas dos localizaciones, mediante una simple proporción confirma la relación con el cuadrado de la distancia: “lo que concuerda exactamente con la hipótesis newtoniana”¹⁵⁵. A partir de ella, calcula la longitud del péndulo de Quito al nivel del mar¹⁵⁶. Con las observaciones hechas por Juan en Guarico, las de Godin en París y las de Maupertuis en Laponia, más las de Quito, se contaba con las longitudes de los péndulos que batían segundos en distintas latitudes, una vez reducidas a la misma temperatura, de lo que se seguía que la gravedad aumentaba con la distancia al Ecuador. Ahora bien, ¿se verificaba que su variación fuera proporcional al cuadrado del seno de la latitud, como había afirmado Newton? La relación existente entre la gravedad y la longitud pendular permitía comprobar la aserción newtoniana utilizando una sencilla fórmula y los datos anteriores. Las igualdades se cumplían con “cuanta exactitud se puede llegar en las experiencias”, de modo que Juan certificaba la proposición de los *Principia*, haciendo la salvedad de que tan solo era cierta para el caso de la homogeneidad terrestre¹⁵⁷.

A la hora de redactar su obra, Juan ya había estudiado la *Theorie de la figure de la Terre* de Clairaut, aparecida en 1743¹⁵⁸, y sabía que el matemático francés había demostrado que la proposición de Newton solo era válida suponiendo que la Tierra tuviera una densidad homogénea, en cuyo caso su figura sería la de un elipsoide de revolución y la razón entre los ejes vendría dada por $\frac{230}{231}$. Además, había descartado que los cuerpos gravitaran al centro de la Tierra, de modo que debían rechazarse todas las teorías que

¹⁵⁴ Conseguida esta última por Ulloa y Bouguer, tras hacer las correcciones debidas a la menor temperatura, que tenía un efecto sobre la media toesa utilizada.

¹⁵⁵ Juan, *Observaciones...*, 331.

¹⁵⁶ Juan toma como radio de la Tierra el proporcionado por J.D. Cassini, de 3269297 toesas, sabe que Quito está a 1517 toesas sobre el nivel del mar, según las experiencias del barómetro simple, y Pichincha a 954'5 sobre Quito. Además, por lo dicho anteriormente $\frac{l_Q}{l_P} = \frac{h_P^2}{h_Q^2}$, siendo l la longitud del péndulo y h la distancia al centro de la Tierra. Sin embargo, seguramente por un descuido, la distancia de Quito al centro la hace igual al radio terrestre. Juan, *Observaciones...*, 327. Mediante esta misma fórmula se calcula la longitud del péndulo al nivel del mar.

¹⁵⁷ La fórmula era $\frac{l_A - l}{l_B - l} = \frac{\sin^2 \varphi_A}{\sin^2 \varphi_B}$ siendo l longitud del péndulo en el Ecuador, l_i longitud del péndulo en i , φ_i latitud en i . Juan utiliza las combinaciones posibles entre Guarico, Paris y Pello, y la longitud del péndulo en el Ecuador, para comprobar la igualdad. Juan, *Observaciones...*, 332.

¹⁵⁸ Alexis Claude Clairaut, *Theorie de la figure de la Terre, tirée des principes de l'Hydrostatique* (Paris, 1743).

partieran de esta hipótesis. Juan recoge estas conclusiones de Clairaut, y afirma con él que “la gravedad no se ejerce según la línea tirada al centro de la Tierra, es menester abandonar todas las hipótesis que hacen esta suposición; con lo cual no nos quedará más que la de las atracciones de M. Newton”¹⁵⁹. Siguiendo las reglas dadas en la *Theorie de la figure de la Terre* sobre cómo hallar mediante el acortamiento de las longitudes de los péndulos la razón entre los ejes, Juan se propuso determinar la elipticidad, utilizando los valores encontrados en sus experiencias con el péndulo para obtener el exceso de la longitud del péndulo en el Polo sobre la del Ecuador ¹⁶⁰. Su relato peca de oscuro, pues omite los cálculos y se limita a decir que los resultados obtenidos no se acordaban con los grados que se habían medido¹⁶¹. A pesar de ello, hace una serie de suposiciones y correcciones –sin mayor justificación matemática o física– que juzga “se pueden admitir prudentemente en las observaciones”, que le llevan a obtener $\delta = \frac{1}{265}$, calculando a

¹⁵⁹ Juan, *Observaciones...*, 333. Clairaut expresa esto mismo, aunque de forma menos rotunda: “Mais la comparaison de la Theorie avec les Observations, pourra être d'une utilité plus importante que l'exclusion de quelques hypotheses particulieres. Elle achevera peut- être de décider en faveur d'un système qui a déjà tant d'apparence d' être vrai, je veux dire celui de M Newton”. Sin embargo, un poco más adelante no solo afirma que hay concordancia entre las medidas obtenidas y la teoría gravitatoria, sino también que todas las leyes que puedan derivarse de la atracción respetan el indispensable equilibrio hidrostático. *Theorie de la figure...*, XXVIII-XXXI. Recordemos que la razón entre los ejes dada por Newton era $\frac{229}{230}$, mientras que Huygens, partiendo de la hipótesis de que la pesadez había de ser perpendicular a la superficie del fluido, había encontrado que era $\frac{577}{578}$. Clairaut, en la primera parte de su obra, formulaba el principio general de equilibrio de fluidos: “Une masse de fluide ne sauroit être en équilibre, que les efforts de toutes les particules qui sont comprises dans un canal de figure quelconque qu'on imagine traverser la masse entière, ne se détruisent mutuellement”, es decir están comprimidas igualmente por todas partes; los principios utilizados por Newton y Huygens para deducir la figura terrestre se podían deducir del de Clairaut, como fácilmente demostraba el matemático francés, 1-5. En la segunda parte, estudiaba la figura de la Tierra suponiendo que las partículas se atraían con fuerzas inversamente proporcionales al cuadrado de las distancias entre ellas, o lo que es lo mismo, admitiendo la teoría newtoniana de la atracción. Clairaut demostraba que la Tierra era un esferoide elíptico tanto en el caso de que su densidad fuera uniforme como en el más general –Newton había dado por hecho que lo era en la hipótesis de la homogeneidad– y enmendaba la equivocación del autor de los *Principia*, que atribuía un aplanamiento más acusado cuanto mayor fuera la densidad hacia el centro y el acortamiento del péndulo mayor, pues ocurría justamente lo contrario, 157, 223-224 y 252, 296-303. Si se admitía que la razón de la fuerza centrífuga a la fuerza gravitatoria por unidad de masa en el Ecuador era $\emptyset = \frac{1}{288}$, Clairaut demostró que los valores de δ estaban comprendidos entre $\frac{1}{576}$ y $\frac{1}{230}$, que se correspondían con los de Huygens y Newton respectivamente, para una masa concentrada en el centro y una masa distribuida homogéneamente.

¹⁶⁰ La fórmula de Clairaut, que Juan reproduce en la página 333, es $\frac{P-\pi}{\pi} = 2\varepsilon - \delta$, donde P es la longitud del péndulo que bate segundos en el Polo, π la longitud en el Ecuador, ε la elipticidad de la Tierra en caso de ser homogénea y δ la elipticidad en cualquier otro caso, estando definida la elipticidad como la razón de la diferencia entre los ejes al eje menor. Juan remite a lo dicho por Clairaut en la página 250.

¹⁶¹ Para calcular P , longitud del péndulo en el polo, tenía que usar la fórmula era $\frac{P-\pi}{P-\pi} = \frac{\sin^2 \varphi_A}{\sin^2 90^\circ}$, donde A era cualquiera de los lugares de los que conocía la longitud del péndulo –Guarico, París, Pello. Los resultados discrepaban entre sí, lo que se trasladaba a los valores de δ . Juan, entonces, manipula los datos para que las diferencias entre los grados de meridiano realmente medidos a distintas latitudes y los calculados a partir de δ se encontraran dentro de lo que considera errores de medida.

continuación los valores teóricos que tendrían los grados en este caso, y atribuyendo las discrepancias con los hallados mediante las operaciones geodésicas y astronómicas a errores de medida¹⁶².

Al final del libro VIII, Juan insertó su solución al problema de hallar la circunferencia del meridiano, una cuestión que había sido tratada por diversos autores, pero que ofrecía a los geómetras, por tener su método menos inconvenientes que los de los demás¹⁶³. Juan hace uso del cálculo diferencial y de las series infinitas, siguiendo procedimientos admitidos en la época, aun careciendo de fundamentación matemática¹⁶⁴.

7. Repercusión de la obra.

7.1 El objeto material.

Merino y Navarro han facilitado una información precisa sobre el soporte material de las *Observaciones*, señalando el tamaño –cuarto–, la calidad del papel y de las tintas, los caracteres de imprenta y la excelencia de los grabados calcográficos¹⁶⁵. A Juan Bernabé Palomino (1692-1777) se debe la anteportada, en la que el globo terrestre aparece achatado por los polos y rodeado de figuras alegóricas que representan la navegación y las disciplinas que sirvieron para la medición del arco de meridiano, es decir, la astronomía, la geometría y la geodesia¹⁶⁶; Vicente de la Fuente firma las láminas correspondientes al sector de 30°, el cuarto de círculo, el barómetro, los caballetes para la

¹⁶² Juan supone que el exceso de la longitud del péndulo en el Polo sobre la del Ecuador era solo de 2.16 líneas, pero si se realizan los cálculos con los valores experimentales que había obtenido, el acortamiento en el Ecuador estaba comprendido entre 2.30 y 2.45. ¿Qué le llevó a elegir esa cantidad? Según Clairaut, 262, las observaciones más exactas daban para el acortamiento unas 2 líneas y es indudable que Juan trató de ajustarse a ese entorno que proporcionaba además unas medidas del grado en distintas latitudes no muy alejadas de las realmente observadas. El propio Clairaut dedica un capítulo a comparar la teoría con las observaciones, señalando que de las medidas del grado de meridiano en Laponia y en París se deducía que la relación entre los ejes terrestres era de 177 a 178, mayor que el límite superior fijado matemáticamente; sin embargo, sin desdeñar la perfección de las operaciones llevadas a cabo en el norte, en las que él mismo había participado, insiste en que se podían compaginar las conclusiones teóricas con las experimentales, siempre que los inevitables errores cometidos en las mediciones estuvieran dentro de un rango, advirtiendo que, si de los datos aportados por la expedición al Perú se deducía una relación entre los diámetros de la Tierra incontestablemente más grandes que $\frac{230}{231}$, no solo su teoría tendría que ser abandonada, también el sistema de Newton, 298-303. Si un geómetra tan reconocido planteaba dudas sobre las medidas y apuntaba a posibles errores, Juan podía sentirse autorizado a modificar ligeramente sus valores para acomodarlos a sus observaciones, “y más cuando con ello conviene todo lo operado”, achacando el yerro más considerable entre teoría y práctica a los valores obtenidos en Pello, Juan, *Observaciones...*, 334-335.

¹⁶³ Juan, *Observaciones...*, 336.

¹⁶⁴ Para un seguimiento del proceso llevado a cabo por Juan véase Saiz Montes, *Las matemáticas utilizadas...*, 37-42. El autor señala varios errores de Juan que, sin embargo, terminaban siendo despreciables al prescindir de la mayor parte de los términos.

¹⁶⁵ Merino, Rodríguez, LV-LXVIII.

¹⁶⁶ Sobre Juan Bernabé Palomino puede verse Juan Carrete Parrondo, Fernando Checa Cremades, Valeriano Bozal, vol. 31 (Madrid: Espasa-Calpe, 1987), 397-42.

medida de la base fundamental y el instrumento para medir las longitudes del péndulo (láminas 1, 2, 3, 7 y 8); la selenografía de la Luna es de Juan Moreno, y las láminas 4, 5 y 6 no están firmadas. Como ya se ha dicho, se buscaba que fuera una obra de calidad, que no solo se adelantara a las de los otros expedicionarios, sino que también sirviera de escaparate en el que se contemplara la protección de la Corona a las ciencias y los adelantos que al respecto se iban produciendo en el reino. Es una edición mucho más cuidada que la de Maupertuis sobre la expedición a Laponia¹⁶⁷, y lo mismo se puede decir de la comisionada por la Academia Real de Ciencias de París a Bouguer, o la de La Condamine, por no hablar de las que se imprimían habitualmente en España. Los grabados merecieron el elogio del *Journal de Trévoux*¹⁶⁸. Añadamos que en la obra se hace un uso generalizado de la notación simbólica matemática, utilizando el signo “=”, que no era frecuente en España, e introduciendo el símbolo de diferencial de Leibniz¹⁶⁹. Otros detalles sobre las vicisitudes de la impresión pueden verse en Lafuente, Mazuecos (221-224).

7.2 La expedición en la prensa.

El anuncio de la puesta a la venta de las *Observaciones* y de los dos primeros tomos de la *Relación histórica* apareció en la *Gaceta* del 25 de junio de 1748. La obra completa, terminada al año siguiente, se envió a diversas Cortes europeas, a las academias de París, Londres, Berlín y San Petersburgo, y a Bouguer, La Condamine y Maupertuis, entre otros. Las ventas en España no respondieron a las expectativas, aunque hubo gente interesada que no terminó de decidirse, quizás por el elevado precio de las obras¹⁷⁰. Se hicieron traducciones al francés, inglés y alemán, si bien despertó más interés y curiosidad el relato de la *Relación* que el de las *Observaciones*: admitido el achatamiento terrestre por los datos aportados por Maupertius, los resultados de la expedición ecuatorial no hacían sino confirmarlo; sin embargo, la descripción del viaje, de las tierras visitadas y de sus habitantes, abrió a los lectores un panorama lleno de novedades, aventuras y exotismo¹⁷¹.

¹⁶⁷ En octavo, a una sola tinta y con las láminas al final del texto.

¹⁶⁸ En *Journal de Trévoux*, abril 1749, artículo XXXIX, 694-718, 711, se alaba el grabado de la Luna “Selenografía de la Luna” de Juan Moreno de la página 88, con estas palabras: “Il est terminé [el libro tercero] par une figure bien dessinée et nettement gravée de la Lune”.

¹⁶⁹ El primer registro del signo igual se encuentra en la obra de Robert Recorde (1512-1558) *The Whetstone of Witte* (1557), pero su uso no se generalizó hasta el siglo XVIII. Tosca, por ejemplo, en el Tratado V, del Álgebra, libro II de su *Compendio matemático*, utiliza para el signo igual la letra Ω , pero desde medios del setecientos los autores españoles lo incorporaron a sus textos. Juan Wendlingen en sus *Elementos de la Mathematica, escritos para la utilidad de los principiantes* (Madrid: Ibarra, 1753) usa el signo “=”.

¹⁷⁰ En Merino, Rodríguez, LX-LIV, se comenta la distribución y venta de los ejemplares.

¹⁷¹ Manuel Valera Candel, *Proyección internacional de la ciencia ilustrada española. Catálogo de la*

El *Journal de Trévoux* realizó la reseña de las *Observaciones* en el ejemplar de abril de 1749¹⁷²; en los meses anteriores de enero, febrero y marzo, se habían extractado los tres primeros tomos de la *Relación* de Ulloa, dando cuenta del cuarto en marzo de 1750. Las primeras páginas del artículo siguen en líneas generales lo dicho en la *Introducción*, de la que prácticamente se reproduce un párrafo de agradecimiento a los académicos franceses por parte de los marinos españoles¹⁷³; podemos sospechar que tanto su inclusión en el texto español como en el diario francés obedecía a razones, no solo de cortesía, sino también de apaciguamiento de las tensiones que se habían producido, por distintos motivos, durante la expedición. El escrito del *Journal* continuaba con los tres primeros libros de las *Observaciones*, a los que se dedicaba la mitad del escrito y mencionaba sin entretenerse los relativos a las experiencias sobre la dilatación de los metales, la velocidad del sonido y el barómetro, pues, como justificaba, los lectores franceses estaban bien familiarizados con estos temas, ya que se habían publicado numerosas obras al respecto en Inglaterra, y en Francia, en particular, en las *Memorias de la Academia de Ciencias*, donde se podía encontrar todo lo deseable sobre estas materias. No parece que el redactor diera importancia a estas experiencias, prefería sin duda reservar los espacios de su publicación a las inagotables novedades que descubrían las matemáticas y la física. Pasaba también deprisa sobre el objeto mismo de la expedición, sin hurtar la alabanza al trabajo de los autores y al detalle con que describen las operaciones, remitiendo al texto para los que quisieran seguir los cálculos, pues “On n’attend pas de nous & on auroit tort d’attendre que nous transcrivions ici tant de tables de Triangles corrigés & réduits au niveau, avec tout ce qui est propre à les rendre plus estimables & plus utiles. C’est une nécessité de recourir au Livre même & de puiser dans la source”¹⁷⁴. Este párrafo transmite con claridad que la publicación francesa reconocía que los aburridos listados y

producción científica española publicada en el extranjero (1751-1830) (Murcia: Universidad de Murcia, 2006), recoge un listado de las ediciones extranjeras de la *Relación* y de las *Observaciones*, 120-123. Se puede comprobar en dicha nómina que el relato del viaje tuvo más ediciones extranjeras que el tomo dedicado a la medida del meridiano.

¹⁷² *Journal de Trévoux*, abril 1749, artículo XXXIX, 694-718.

¹⁷³ En el texto francés se lee: “Les Espagnols [...], auteurs de cette Relation, se croiroient coupables d’une impolitesse rustique, Grosera rusticidad, s’ils ne reconnoissoient que les Mathématiciens François leur ont fait part de leur lumières, et que ces dignes membres de l’Académie des Sciences ont parfaitement justifié le choix et répondu à la confiance dont le Roi leur Maître les a honorés”, 699. Reproduzco el párrafo de las *Observaciones*, xxviii: “Grosera rusticidad sería no dar aquí algún pequeño testimonio de nuestro aprecio y estimación al mérito de los que por tanto tiempo hemos logrado por Compañeros, y de nuestro reconocimiento a sus luces, que hemos debido su comunicación Nuestros elogios ninguna recomendación pueden añadir a sus talentos, sobre la Soberana, que les da la elección de su Rey; y así nos contentaremos con hacerles la justicia de decir que hacen justa la superior confianza de su Monarca”

¹⁷⁴ *Journal de Trévoux*, abril 1749, 712-713.

operaciones consignadas en las *Observaciones* no estaban destinados a todos los públicos¹⁷⁵. Parece verosímil pensar que encontraba mucho más atractivo para sus lectores el nuevo mundo descrito en la *Relación*. No se olvidaron los jesuitas de señalar el contenido del libro noveno, correspondiente a la navegación sobre el elipsoide, y de destacar la nueva tabla de partes meridionales elaborada por Juan. El redactor aprovechaba la oportunidad que le brindaban las operaciones de los tres primeros libros para reivindicar los trabajos de los matemáticos en general, así como la solidez de las demostraciones matemáticas –que eran invulnerables, según decía– rechazando la visión miope de aquellos lectores que ponían en duda las conclusiones de esta ciencia por no coincidir estrictamente con los resultados de las observaciones, cuya causa no residía sino en la inexactitud de los instrumentos y en la falta de pericia del experimentador¹⁷⁶.

Ese mismo mes de abril, el *Journal des Savans* reproducía el prospecto en el que se exponía el plan de *La Figure de la Terre* de Bouguer. La obra se imprimió cuatro o cinco meses más tarde y apareció en las *Nouvelles Litteraires* correspondientes al mes de octubre; es, por tanto, posterior a las *Observaciones*. En julio del año siguiente se resumía el contenido de la parte correspondiente al viaje y a las características de las regiones que había visitado el académico francés¹⁷⁷, pero no se comentaban las operaciones destinadas a la medida del grado de meridiano; en junio de 1751 la publicación francesa recogía las experiencias realizadas en Quito por Bouguer sobre la dilatación de los metales al extractar la *HARS* del año 1745. Al año siguiente, en el ejemplar de noviembre de 1752, se incluyó la reseña de la *Mesure de trois degrés du méridian* de la Condamine, donde se describían las operaciones y se recogían los resultados¹⁷⁸. Como vemos, *Journal des Savans* se ocupó de la literatura científica generada por los académicos franceses sobre la expedición, pero no mencionó la obra de Juan, que ni siquiera mereció aparecer en las novedades literarias; el *Mercure de France* de octubre de 1748, sin embargo, dio cuenta de la publicación de los dos primeros tomos de la *Relación histórica* y el de las *Observaciones*. El diario de los jesuitas, que no había dedicado mucha atención a la exposición de Juan sobre la medida del meridiano, como se ha dicho, extractó sin embargo la parte correspondiente del volumen de Bouguer en los ejemplares de febrero y junio de

¹⁷⁵ Respecto a la relación de las operaciones para determinar la oblicuidad de la eclíptica dicen: “Tout cet endroit demande des Lecteurs initiés aux mystères de l’Astronomie, & capables de rendre justice aux Observateurs”, *Journal de Trévoux*, abril 1749, 703.

¹⁷⁶ *Journal de Trévoux*, abril 1749, 707.

¹⁷⁷ *Journal des Savans*, julio 1750, 459-467.

¹⁷⁸ *Journal des Savans*, noviembre, 1752, 726-734.

1750¹⁷⁹, elogiando las capacidades matemáticas del autor y su pericia como observador: “M. Bouguer perfectionne tout, discute tout, rend raison de tout”¹⁸⁰. Bien es verdad que a los jesuitas les podía halagar el testimonio de Bouguer –que no dejaron de señalar– en favor de los hijos de San Ignacio¹⁸¹, a lo que se puede añadir la profesión tácita de fe en el Creador que cerraba el libro, transformada por el redactor en una manifestación explícita de la creencia del autor en el Ser Supremo¹⁸². La salida de la imprenta del libro de La Condamine fue igualmente recogida en la publicación de Trévoux¹⁸³ que, a la vista de la rivalidad desatada entre los académicos y –aunque no lo menciona–, la disputa de las pirámides conmemorativas, destacaba la concordancia entre las medidas obtenidas por cada uno de ellos, justificando al mismo tiempo que reivindicaran en sus respectivos textos su participación en las operaciones¹⁸⁴; el redactor insiste en “le concours assez merveilleux de leur communauté d’opérations” de los expedicionarios y en que las medidas de la triangulación se debían a la mano de todos los académicos cooperantes. En realidad, los jesuitas se lamentaban de que no se hubiera redactado un texto común, firmado por los tres académicos que, incapaces al parecer de ponerse de acuerdo, habían dejado pasar la oportunidad de ser los primeros en publicar los resultados de la medida del meridiano: Berthier, director del *Journal*, expresó su disgusto ante Ignacio de Luzán (1702-1754) en París, cuando se le obsequió con la obra de los españoles, porque los matemáticos franceses no hubieran dado “más que una muy imperfecta y corta relación o extracto” del

¹⁷⁹ *Journal de Trévoux*, febrero 1750, artículo XVIII, 311-329, y junio, volumen 1, artículo LX, 1157-1170. El libro de Bouguer se dividía en dos partes. La relación abreviada del viaje a Perú, que formaba la primera parte, fue extractada en el ejemplar de noviembre de 1749, artículo CXXX, 2321-2335. La segunda parte, que constaba de siete secciones, en febrero y junio del siguiente año.

¹⁸⁰ *Journal de Trévoux*, febrero 1750, 328.

¹⁸¹ “[...] Ces Pères ayant ici comme en Europe ce goût déclaré qu’on leur connoît pour les Sciences & qu’ils sçavent si bien allier, avec leur zèle pour la religion”, Bouguer, *La Figure...*, 240. El ejemplar de junio 1750, 1161, decía al respecto, con falsa modestia: “[...] Notre Auteur témoigne à cette occasion la préférence qu’il croyoit devoir donner à celle des Jésuites [l’église de]. Il en dit une raison pleine de politesse & qui contient l’éloge le plus flatteur pour les professeurs de cet édifice. Nous laissons à d’autres le soin de transcrire ceci ou de le raconter”.

¹⁸² Bouguer, *La Figure...*, 394: “Convenons donc que le Mécanisme qui est établi est bien suffisant pour entretenir les choses dans l’état où nous les voyons, mais qu’il n’eût jamais pu seul les y porter. [...] nous ne connoissons aucune cause seconde qui eût été capable [...] de donner au sphéroïde la figure précise et régulière que nous savons qu’il a”. Para que no quedara duda de lo que decía Bouguer, el *Journal*, junio 1750, 1170, hablaba de la necesidad de un ser Supremo, autor de las maravillas de la naturaleza: “ce qui énonce bien clairement qu’il a fallu un Maître suprême & un Auteur aussi intelligent qu’absolu pour mettre dans la Terre, dans les Eaux, dans les Cieux, dans toute la Nature, les merveilles qui nous remplissent d’admiration”.

¹⁸³ *Journal de Trévoux*, noviembre 1751, artículo CXVI, 2361-2386.

¹⁸⁴ Respecto al hecho de que la primera publicación de las medidas y resultados fuera la de Juan y Ulloa, dice: “Jusqu’à Messieurs les Officiers Espagnols [...] ont voulu s’y donner la primauté de l’Édition uniquement, croyons nous, pour n’y avoir pas la dernière place, & toujours en vüe de se maintenir dans une sorte d’égalité de travail & de succès, par une émulation plus nationale encore qu’Académique”, 2362-2363.

viaje¹⁸⁵. Para las dos publicaciones, así como para los académicos franceses, el mérito era de Francia, pues la expedición había sido organizada y sufragada por el erario público; sin embargo, de este lado de los Pirineos se trasladaba la visión de que la participación española había sido sustantiva. El título de la obra de Juan anuncia con claridad que las observaciones ejecutadas en los reinos del Perú se realizaron por orden de Su Majestad –y se refiere sin lugar a dudas al rey de España–, asumiendo así que el mandato de los dos oficiales emanaba directamente de la Corona española.

En España, el viaje para la medida del meridiano en la zona próxima al Ecuador fue recogido en el *Diario noticioso, curioso, erudito y comercial público y económico*, fundado en 1758 por Francisco Mariano Nipho (1719-1803), pero realmente carecía de actualidad al cabo de tanto tiempo. El hecho de que la doble columna del diario estuviera dedicada a la mayor gloria del rey de Francia, quien para dar a sus vasallos “una riqueza de más precio que el oro y plata de las Indias” había enviado a tres académicos, Godin, Bougher (*sic*) y la Gondamine (*sic*) a la América Meridional, nos envía una señal de alerta, más conociendo la afición a la tijera de Nipho¹⁸⁶. El texto hablaba de la expedición para medir el grado del Ecuador terrestre, para lo que se había elegido la provincia o reino de Chile en el Perú; sabemos que no se trataba de medir el grado del Ecuador sino el de un meridiano en tierras cercanas al Ecuador y en cuanto al reino de Chile, recordemos que era una denominación geográfica también utilizada por Juan y Ulloa en sus *Relaciones y Observaciones* de 1748, obra que se mencionaba en el artículo, así como el papel jugado por Jorge Juan y Antonio de Ulloa en la expedición¹⁸⁷. Nada se explicaba sin embargo de la polémica levantada en torno a la figura de la Tierra, ni de las razones que los dos bandos contendientes esgrimían en favor de sus tesis respectivas, como tampoco de los resultados de la expedición, ni de sus consecuencias. Teniendo en cuenta la habilidad de nuestro personaje para sacar partido de lo que otros escribían, y guiándonos por las pistas que él mismo nos da respecto a las fuentes que utilizaba, creo que no se puede negar que Nipho se sirvió del abate Prévost, amén de algún otro papel periódico, para articular su relato. En efecto, basta comparar su texto con el de la carta LXXVII del tomo sexto de *Le Pour*

¹⁸⁵ Merino, Rodríguez, LXIII, reproducen la carta de Luzán a Ensenada de 12 de septiembre de 1749 donde hace ese comentario.

¹⁸⁶ DN: 8/I/1759, 10.

¹⁸⁷ Nipho dice de las *Observaciones* que es una obra que da a conocer el honor y aprecio de que justísimamente son acreedores estos dos célebres estudiosos”, refiriéndose a Juan y Ulloa. DN: 8/I/1759, 10.

et le Contre, publicado en 1735 en París, cuando la cuestión era candente¹⁸⁸. Hay párrafos iguales y hasta se copian errores de transcripción¹⁸⁹; Nipho escribe, como Prévost, “Gondamine” en lugar de “Condamine”; las concordancias no se quedan aquí: el *Diario Noticioso* menciona, al igual que la publicación francesa, la contribución del rey de España a la expedición, la participación en la misma de Juan y Ulloa —si bien Prévost habla solo de “dos astrónomos españoles”—, la presencia de Couplet y Jussieu como observadores de “Física Botánica e Historia Natural”, —una mala traducción del texto original en donde se habla de un *physicien et un botaniste*—, la mención de que Couplet era sobrino del tesorero de la Academia de Ciencias, o las ventajas que se derivaban del estudio de las ciencias naturales. Con todo, habían pasado muchos años desde la publicación de la obra del abate y Nipho, consciente de ello, actualizó la información con datos más recientes, pero sin que se le ocurriera plantear a sus lectores cuál había sido la cuestión que se pretendía dirimir con la expedición, algo que el autor francés resumía al comienzo de su carta¹⁹⁰. No he encontrado ningún periódico español que diera cuenta en su momento de la salida a la luz de las *Observaciones*, pero hay que tener en cuenta la precariedad de la prensa de nuestro país en la época.

7.3 El mundo académico.

Pese a la primacía de la obra de Juan, la realidad es que la participación española en la medición del meridiano no tuvo el eco que su autor sin duda buscaba. La expedición había sido organizada por la Academia Real de Ciencias de París y como tal fue considerada en los círculos científicos. Los miembros de la prestigiosa institución conocían por los escritos que les habían hecho llegar Bouguer y La Condamine los datos y resultados de la empresa ecuatorial antes de que saliera de las prensas las *Observaciones*; las comunicaciones de los dos expedicionarios francese se imprimieron más tarde como

¹⁸⁸ Antoine François Prévost d'Exiles —más conocido por su título eclesiástico, como “Abbé Prévost”, *Le Pour et le Contre*, Tome VI, Lettre LXXVII, 28.

¹⁸⁹ El desliz sobre el grado del Ecuador es indudablemente traducción de esta frase de la página 27: “[*La Cour de France*] a fait choix de trois célèbres Academiciens—MM. Godin, Bougher et la Gondamine que'elle charge d'aller mesurer immédiatement les Degréz de l'Equateur terrestre. Voyage aussi glorieux que pénible”, que se traslada al castellano como “envió [el rey de Francia] en el año de 1735 a tres Académicos de las Ciencias M. M. Godin, Bougher, y la Gondamine, para que fuesen a medir los grados del Ecuador terrestre. Viaje por cierto muy penible, aunque de los más gloriosos” *DN*: 8/I/1759, 10. Nipho traduce “pénible” por penible, vocablo inexistente en castellano.

¹⁹⁰ En el ejemplar de 25 de agosto de 1760, cuando Nipho nada tenía que ver con el periódico, se publicó el texto de la *Historia de los Viajes* de Prévost en el que se explicaba con mayor detenimiento cómo se había determinado que la Tierra era un esferoide achatado por los polos.

*Memorias en la Histoire de l'Académie des Science*¹⁹¹. Los dos libros que Bouguer y La Condamine dieron al público en 1749 y 1751 respectivamente, venían avalados por su condición de académicos, lo que les concedía una autoridad de la que por el momento carecía Juan, un oficial de la marina española, designado junto con Ulloa, para asistir a los oficiales franceses, como repetía La Condamine¹⁹². Tanto Bouguer como La Condamine habían leído las *Observaciones* que Luzán les había hecho llegar; el primero se quejaba de lo que considera una apropiación por parte de Juan de los datos y observaciones contenidos en la memoria que había mandado a Europa y que reproducía en su libro bajo el título de *Relation des Observations faites à Quito pour l'obliquité de l'Ecliptique au dernier solstice de 1736 & au premier de 1737 avec un instrument de 12 pieds de rayon*¹⁹³. Lo cierto es que Juan utiliza el impersonal para referirse tanto a estas observaciones como a las distintas correcciones necesarias en las medidas, y que sus cálculos le conducen a un valor de la oblicuidad distinto del obtenido por Bouguer. La Condamine mencionaba las *Observaciones* en varias notas al pie. No es el momento de tratar las similitudes y diferencias entre los tres autores que dieron su visión de lo ocurrido, aunque cabe señalar que los resultados de los académicos franceses alcanzaron una mayor relevancia en la literatura científica de la época, sustentados como estaban en la reputación y la autoridad de la Academia Real de Ciencias. Los cálculos de Jorge para la obtención del valor de la gravedad en distintas latitudes fueron, no obstante, mencionados por Pieter van Musschenbroek¹⁹⁴. Con todo, la aventura americana convirtió a los protagonistas españoles en miembros de instituciones científicas prestigiosas; volvieron de su viaje y de su estancia en los países andinos con una magnífica formación, asentada en el estudio, la práctica y el contacto con los académicos franceses; se les

¹⁹¹ Dos ejemplos nos bastarán: Bouguer, en las *Mémoires* de 1746, 569-606, aporta una sucinta relación de sus observaciones y de las operaciones efectuadas; en ese mismo ejemplar de la *Histoire* La Condamine publica 80 páginas de lo que llama un “extracto” de las operaciones trigonométricas y de las observaciones astronómicas realizada para la medida del meridiano, 618-688.

¹⁹² La Condamine, *La mesure de trois...*, 5.

¹⁹³ Así dice, 246: “Ces Messieurs [les Officiers Espagnols] [...] ayant assisté à unes de nos observations, ont cru devoir les inserer dans leur Recueil & les soumettre au même titre, avec celles que nous leur communiquâmes & qui étoient contenues dans le Mémoire précédent que je prêtai à M. de Ulloa. Elles sont même exposées dans ce livre d'une manière qui laisse croire au Lecteur qu'on les a faites sans que nous y ayons eu aucune part”.

¹⁹⁴ “Comme il y a dans la Table que nous donnons, de grandes distances entre les lieux où on a fait des observations, l'illustre de Maupertuis & le célèbre Georges Juan, ont tâché de suppléer à ce défaut à l'aide du calcul & ont indiqué la valeur de cette force pour les différens degrés de latitude”, *Cours de physique expérimentale et mathématique* par Pierre van Musschenbroek, traduit par M. Sigaud de la Fond (Paris: 1769), I: 137. El autor holandés da la cita exacta: *Observ. Astronom.* Liv. 8. ch. 5. p 265. Vuelve a nombrarlo de nuevo unas páginas más adelante

reconoció internacionalmente como hombres *savants*, merecedores de renombre¹⁹⁵; descubrieron y describieron una naturaleza formidable en sus manifestaciones y demostraron su capacidad para tomar decisiones y enfrentarse a situaciones imprevistas y peligrosas. Los réditos para el país no fueron en absoluto desdeñables; aportaron un capital técnico del que las autoridades se sirvieron para iniciar las transformaciones que consideraban necesarias en orden a la mejora de las infraestructuras, la explotación de los recursos o la importación de *know how*.

7.4 Eco en España.

Las *Observaciones* no tuvieron las ventas esperadas; lo elevado de su precio pudo ser un factor disuasorio, por no mencionar el contenido del texto¹⁹⁶. Teniendo en cuenta la cuidadosa impresión de la obra, es probable que fuera adquirida por bibliófilos que apreciaban su excelente calidad; hoy en día puede encontrarse esta edición en distintas instituciones, como la Biblioteca Nacional, la Real Biblioteca, las bibliotecas universitarias o las de algunos establecimientos militares, entre otros¹⁹⁷. Trazar su presencia en bibliotecas privadas es tarea mucho más difícil, teniendo en cuenta la falta de inventarios y la dispersión, incluso la desaparición, que muchas sufrieron. Se hizo una reedición, corregida por el autor en 1773, en la Imprenta Real de la *Gaceta*. Se incluía en ella un prólogo que anunciaba el escrito que venía a continuación: *Estado de la Astronomía en Europa*, en el que se exponían los progresos que se habían hecho en astronomía, mecánica y física y los fundamentos que sustentaban el sistema de Copérnico, condenado en su día por la Iglesia. Los argumentos a favor del movimiento terrestre eran, según decía, abrumadores, y habían ciertamente debilitado la oposición eclesiástica, sustentada en una interpretación literal de las Sagradas Escrituras¹⁹⁸. Los veinticinco años transcurridos desde la primera edición habían hecho perder actualidad al problema de la figura de la Tierra, y el desarrollo instrumental y teórico había dejado anticuadas muchas

¹⁹⁵ Alberola, Die, Introducción a la *Breve noticia...*, 43-44, desempolvan un dato aportado por Burriel en la semblanza de Jorge Juan y Ulloa para Eximeno: se trata de los dos mapas de constelaciones estelares confeccionados por el médico inglés John Bevis, dedicados a los dos capitanes de navío.

¹⁹⁶ Se imprimieron 7200 tomos de la obra conjunta de Juan y Ulloa, de los cuales unos mil corresponden a las *Observaciones* y los restantes, a la *Relación*. Merino, Rodríguez, Introducción, LXIII-LXIV.

¹⁹⁷ La consulta de la primera edición de las *Observaciones* se ha realizado en el ejemplar digitalizado de la Biblioteca Valenciana Digital, <https://bivaldi.gva.es/es/consulta/registro.cmd?id=7532>. El original se encuentra en la Biblioteca Valenciana Nicolau Primitiu, nombrada así en honor del benefactor que donó su biblioteca personal al Estado.

¹⁹⁸ Sobre los impedimentos con que se topó Jorge Juan para publicar en 1765 el *Estado de la Astronomía en Europa* y la reedición de 1773 de las *Observaciones*, véase Rosario Die Maculet, Armando Alberola Romà, *La herencia de Jorge Juan. Muerte, disputas sucesorias y legado intelectual* (Alicante: Universidad de Alicante. Fundación Jorge Juan, 2002), 147-152.

de las propuestas, aunque ciertas cuestiones, como la relación entre los ejes terrestres, estaban todavía por resolver. El manifiesto copernicano no pudo publicarse en 1765, año del que data el escrito, pero la aceptación del movimiento terrestre y de la mecánica newtoniana estaba cada vez más extendida, y en el lapso de tiempo transcurrido entre la primitiva elaboración del texto y la edición de 1773, el Santo Oficio se había ido mostrando mucho menos beligerante con los seguidores del sistema de Copérnico. Seguía así el ejemplo de Roma, que consentía en su explicación, sin que fuera necesario añadir la coletilla condenatoria.

No he encontrado referencias a las *Observaciones* en los escritos de Feijoo, ni en los de otros autores de la época; Burriel resume la *Introducción* en la semblanza que hace de Jorge Juan y Antonio de Ulloa en la obra de Vicente Ximeno ya mencionada, proporcionando unos pocos datos sobre la difusión del texto en determinados ámbitos¹⁹⁹. En un acto académico que tuvo lugar en el Seminario de Nobles de Madrid en 1748, y del que se dará cuenta en el próximo capítulo, se expusieron algunas tesis recogidas en el texto de Juan; no me cabe duda de que el promotor de la iniciativa fue el propio Burriel. El jesuita recoge también que, en la dedicatoria del *Ensayo de la electricidad de los cuerpos*, de la que ya se ha hablado anteriormente—cuya traducción atribuye sin lugar a dudas a José Ortega y Antonio María Herrero—, se decía que los oficiales españoles habían traído a la Corte la idea y el uso de los globos y la máquina de rotación, pero nada se comentaba sobre las *Observaciones*, que todavía estaban en curso. Es evidente que el contacto de Burriel con Juan y Ulloa, y su participación en la organización y redacción de los textos, lo convirtió en un entusiasta partidario de la física moderna, y en primer divulgador de la obra: le vemos ejercer ese papel en la *Introducción*, en el folleto de las *Conclusiones Mathematicas* de 1748, y en el retrato que hace de los marinos en el libro de Ximeno²⁰⁰.

Si no de las *Observaciones*, tenemos al menos un testimonio, cuanto menos curioso, de la huella de la expedición. Se trata de la alusión a la misma en un escrito de 1758 dirigido al Rey por Diego Torres de Villarroel —que, como es bien sabido, rechazó de

¹⁹⁹ Ximeno, *Escritores...*, 347-348.

²⁰⁰ Dando pruebas de la pasión despertada en él por la cuestión de la figura terrestre, Burriel ofrece una sucinta bibliografía sobre la cuestión, teniendo cuidado de destacar que había sido tratada por religiosos católicos —los jesuitas Falck y Boscovic, el P. Corsini de las Escuelas Pías y los Mínimos La Seur y Jacquier—que esperaban impacientes los resultados de la expedición. Teniendo en cuenta las dificultades surgidas en lo concerniente a la aceptación del movimiento terrestre a la hora de imprimir las *Observaciones*, no parece arriesgado suponer que ese listado tuviera por objeto contrarrestar las censuras eclesiásticas. Ximeno, *Escritores...*, 348.

plano en su día la idea de que la Tierra no fuera esférica— y su sobrino, Isidoro Ortiz de Villarroel, en el que se exponía una disputa con la Universidad de Salamanca a cuenta de la traducción que tío y sobrino habían realizado de la guía de uso de unos “libros redondos y gordos que tienen los Matemáticos para resolver los principales Problemas de la Geografía, y de la Astronomía”, y que pensaban utilizar para enseñar el manejo y las operaciones de los globos celeste y terrestre que habían comprado. Justificaban la calidad de los globos en que “Son estos los más nuevos, los más exactos y corregidos que tiene hoy la Europa, porque después que M. de la Condamina (*sic*), con otros Ms. de la Academia Real de las Ciencias y Don Jorge Juan y Don Antonio Ulloa [...] salieron a rodar el mundo, las observaciones de todos, y muchas de los Reverendos Padres Misioneros de la Compañía de Jesús, se recogieron en la Real Academia de las Ciencias, y con arreglo a estas observaciones se formaron dichos Globos”²⁰¹.

Otro testimonio, pero que pertenece al ámbito de la correspondencia privada, ha sido proporcionado por Nuria Valverde²⁰². En carta de Wendlingen a Stepling, el jesuita lamentaba que en la obra de Juan se acudiera a la observaciones de Richter sobre la disminución de la gravedad en latitudes cercanas al Ecuador para explicar la forma elipsoidal y achatada de la Tierra, en lugar de aducir los argumentos de Newton basados en la fuerza centrífuga. Recordemos, sin embargo, que esa explicación provenía en

²⁰¹ Señor, *Los cathedraicos de mathematicas de la Universidad de Salamanca el Doct. D. Diego de Torres Villarroel, jubilado, y el actual el Doct. D. Isidoro Ortiz de Villarroel, postrados a los pies de V. Mag. y ofendidos en su fama, y su reputacion suplican a V. M...* (Salamanca: Eugenio García de Honorato y Antonio Villagordo y Alcázar, 1758?). Los globos a los que aluden estaban fabricados por Didier Robert de Vaugondy (1723-1786), pues el texto traducido correspondía a *Usages des globes céleste et terretre* de Robert de Vaugondy, hijo (París: Antoine Boudet, 1751) que en castellano se titula *Uso de los globos y la esfera* (Salamanca: Eugenio García de Honorato y S. Miguel, 1758), del que hay dos ejemplares en la Universidad de Salamanca y una en la BNE. Vaugondy, en el prefacio de su libro, menciona un mapa que se encuentra en la obra sobre la figura de la Tierra de los españoles, ix. En realidad, los globos de 1751, de 18 pulgadas de diámetro —cerca de 46 cm— no estaban confeccionados de acuerdo a los resultados de la expedición. Los Villarroel se apropian de lo que dice Vaugondy en los *Usages*, pero referido a un encargo del rey francés para que construyera unos globos en los que se pudieran observar los nuevos descubrimientos de la expedición. El geógrafo explica que para que se apreciara el achatamiento polar se necesitaría diseñar y construir un globo de seis pies de diámetro —en unidades del sistema métrico decimal, de casi 1’83 metros de diámetro. Sobre este globo de 6 pies de diámetro véase Mary Sponberg Pedley, «Globe for a king: the six foot globe by Robert de Vaugondy (1752)», *Der Globusfreund* 35/37 (1987), 145-154. <https://www.jstor.org/stable/41628835> [Consulta 3/XII/2021]. Por cierto, la carta de súplica al Rey tuvo respuesta favorable a los Villarroel el 20 de julio de 1762 en la *Colección decretos, ordenes y células de Su Magestad DE LAS REALES PROVISIONES y Cartas ordenes del Real y Supremo de Castilla dirigidas à la Universidad de Salamanca desde el año de 1760 y siguientes el presente de 1770 y mandadas reimprimir por el mismo Real Consejo* (Salamanca, 1770), 9.

²⁰² 1966), 65-66.

²⁰² Véase Nuria Valverde, *Actos de precisión. Instrumentos científicos, opinión pública y economía moral en la Ilustración española*, (Madrid: CSIC: 2007), 213.

realidad de Burriel, autor de la *Introducción*, y no de Jorge Juan, que no quedó satisfecho con esta parte de las *Observaciones*.

8. La *episteme* de la ciencia moderna.

El carácter técnico de las *Observaciones*, en cuanto narración de las operaciones llevadas a cabo en los reinos del Perú, poco atractivo podía tener para el gran público: el despliegue exhaustivo de tablas y listados de medidas, los cálculos que envolvían cientos de números y cantidades, las tentativas matemáticas aportadas a la resolución de problemas, hacían dificultoso y áspero el seguimiento de los vericuetos por los que se movía el relato, en el que no pocas veces se omitían los encadenamientos intermedios. Pero, como ya hemos apuntado, toda obra tiene una multitud de lecturas, pues solo la completa el lector, que es el que, en última instancia, selecciona los contenidos que le interesan y su interpretación.

En el siglo XVIII, los públicos de la ciencia estaban constituidos por un conglomerado variopinto de gentes en el que figuraban desde el especialista al curioso, desde el *philosophe* al aficionado, desde el profesional al literato²⁰³. Una misma persona podía ser incluida en más de una de esas clasificaciones, dependiendo del tipo de actividades que realizaba y en las que se reconocía su competencia. Pensemos en el caso de Voltaire, filósofo, escritor, autor de memorias científicas. O en Maupertuis, matemático, astrónomo, naturalista, hombre de letras y también filósofo. Empezaba ya, sin embargo, a iniciarse el camino de la especialización, sobre todo en las ciencias matemáticas, tanto puras como mixtas; personajes como Bernouilli o Euler, por ejemplo, entraban de lleno en la categoría de matemáticos. Los textos científicos se acomodaban a menudo a tan variadas categorías de lectores o, en su defecto, contenían introducciones exentas de tecnicismos, en las que se destacaban las preguntas a las que se pretendía responder, los hallazgos encontrados o las soluciones sugeridas. Ese era el papel que cumplía la *Introducción* de la obra de Juan, o el que jugaba el *Preface* de la de Maupertuis, dirigidos a aquellas personas atraídas hacia la ciencia, pero no necesariamente duchos en ella. Las publicaciones académicas tenían igualmente en cuenta la particular dedicación de sus miembros que, aunque con niveles de conocimiento desiguales en materias alejadas de sus intereses, eran bien capaces de asimilar las ideas generales expuestas en los resúmenes

²⁰³ Agustí Nieto-Galan, en *Los públicos de la ciencia. Expertos y profanos a través de la historia* (Madrid: Marcial Pons Historia, 2011), pone de relieve la diversidad de agentes que intervienen en la formación del conocimiento científico, así como los espacios en que su actividad se desarrolla y los productos que de ella resultan, sin olvidar las estrategias de validación que los distintos segmentos de esos públicos ponen en práctica.

de las distintas comunicaciones confeccionados *ad hoc*. Podemos verlo en la HARS, cuyos ejemplares contenían una primera parte, la *Histoire*, en la que se incluían comentarios aclaratorios sobre algunas de las piezas que venían a continuación, y las *Mémoires* propiamente dichas; es cierto que esta sección de *Histoire* estaba destinada principalmente al gran público²⁰⁴, pero tampoco es difícil de imaginar que los académicos, no siendo expertos en todas las disciplinas en que se iban transmutando las distintas ramas del saber –la misma *Table pour l'Histoire* clasificaba los contenidos según la materia tratada–, consultaban los sumarios de Fontenelle que les facilitaban la comprensión de las memorias reseñadas²⁰⁵. No es cuestión de entrar ahora en la tipología de los textos científicos del setecientos; tan solo subrayar que las *Observaciones* se escribieron como obra técnica y divulgativa al mismo tiempo, de modo que no era necesario analizar hasta el último detalle para tener una visión de las ideas principales del texto. Como los lectores actuales, los del setecientos no estaban sujetos a la tiranía del texto, ni a seguir al orden lineal establecido en los cuadernillos que formaban los libros.

Voy a dejar de lado los aspectos más arduos del escrito –de ellos se han ocupado los estudiosos a los que me refiero en la bibliografía– para centrarme en los elementos de la narración que funcionan como transmisores de los presupuestos, procedimientos y valores de la ciencia moderna. Los intentos de los autores que hemos examinado en los capítulos precedentes estaban en gran medida contaminados por la visión tradicional de la ciencia de la naturaleza; sus relatos procedían de una incompleta y confusa apropiación intelectual; sus contactos con las nuevas líneas de investigación eran de naturaleza libresca; sus anhelos de renovación no podían suplir las carencias de su inexperiencia en los métodos y prácticas de la ciencia moderna. Todo lo contrario de lo que exuda la obra de Juan que, sin ser una manual –como podían aspirar a serlo los libros de Berni y Piquer– ni un tratado con pretensiones de divulgativo –como el de Herrero– componía un

²⁰⁴ “elle [la sección de *Histoire*] fut plus proportionnée à la portée de ceux qui n’ont qu’une médiocre teinture de mathématique et de Physique. [...] On a tâché de rendre cette Histoire convenable au plus grand nombre de personnes qu’il a été possible; on a même eu soin dans les occasions d’y semer des éclaircissements propres à faciliter la lecture des Mémoires, et quelques-unes de ces pièces pourront être plus intelligibles pour la plupart des gens, si on les rejoint avec le morceau de l’Histoire qui leur répond”, *Histoire de l’Académie Royale de France* (1699), Préface ii. Fontenelle, como sabemos, fue el autor de la sección de desde 1699 hasta 1740. Sobre su labor en este aspecto puede verse María Susana Seguin (2012). «Fontenelle et l’Histoire de l’Académie royale des sciences», *Dix-huitième siècle* (2012), 44, 365-379. <https://doi.org/10.3917/dhs.044.0365>. [Consulta: 29/XI/2021]

²⁰⁵ No menciono la palabra popularización porque, a mi entender, las características que se han asignado tradicionalmente a esa actividad poco tienen que ver con la transmisión de conocimientos en el siglo de la Luces. El término popularización cobra todo su sentido a partir del XIX. Véase Richard Whitley, «Knowledge producers and knowledge acquirers», en Terry Shinn, Richard Whitley, *Expository Science: Forms and Functions of Popularisation* (Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1985), 3-28: 4-8.

testimonio autorizado de lo que eran las ciencias físico-matemáticas y la física experimental del momento.

En otro lugar se ha señalado la distinción que hace Juan entre observaciones astronómicas y físicas. Sin embargo, las experiencias físicas de las que habla solo cobran su sentido cuando se hallan impregnadas de matemáticas. No se trata únicamente de contemplar lo que el experimento graciosamente concede; se busca cuantificar con precisión una constante –es el caso de la velocidad del sonido; analizar la influencia de determinados factores –temperatura, viento o altitud sobre el nivel del mar; establecer mediante una fórmula algebraica la relación entre variables, como puede ser la relación de la dilatación de los metales con la temperatura o la altura de un lugar en función de la lectura del barómetro; comprobar empíricamente la validez de una ley física –la conocida hoy en día como de Boyle-Mariotte– que se convierte en universal al ser trasladable a otros espacios.

Tanto la dilatación de los metales como la velocidad del sonido eran fenómenos bien conocidos por el común de las gentes, pero las experiencias dirigidas a obtener valores de estas magnitudes exigían un cierto diseño, instrumentos de medida, repetición de las prácticas, examen crítico de los resultados, rechazo de los datos extremos y, si se observaban regularidades, su traducción a una expresión matemática que debía someterse después a contrastaciones empíricas. Los ensayos relativos a estas experiencias tenían una función que iba más allá de lo puramente especulativo: servirse de estas propiedades de la naturaleza como herramientas para determinar otras variables. Mayor complejidad ofrecían los experimentos con el barómetro y con el péndulo, no tanto por los objetivos que perseguían, sino por las matemáticas que involucraban. En el caso del primero, se replicaban en la zona tórrida los ensayos realizados por Mariotte, con el fin de poner a prueba su ley en otras latitudes y altitudes y utilizarla para la verificación de la fórmula que proporcionaba la elevación de los lugares según la lectura barométrica, todo ello con vistas a asegurar la exactitud de ese procedimiento, mediante su comparación con las medidas obtenidas en las operaciones geodésicas. En cuanto al péndulo, las experiencias estaban destinadas a determinar la relación entre los ejes terrestres, pero servían asimismo para comprobar mediante datos empíricos la hipótesis newtoniana de dependencia con el inverso del cuadrado de la distancia –lo que permitía reducir las longitudes pendulares halladas al nivel del mar– y la variación de la gravedad con el cuadrado del seno de la latitud. Es evidente que los ensayos con el péndulo no eran comparables con los de la velocidad del sonido o la dilatación de los metales: el cálculo de la longitud del péndulo

isócrono requería una fundamentación teórica más elaborada, y su ejecución exigía un instrumental mucho más preciso, demandando unos protocolos de actuación especialmente rigurosos.

Vemos pues presentadas ante el público español algunas de las oportunidades que ofrecía la física experimental para desentrañar el funcionamiento de la naturaleza: medir propiedades, comprobar teorías, deducir pautas y leyes, resolver controversias. Como sabemos, la física experimental estuvo sujeta a la crítica de quienes consideraban que los experimentos violentaban la naturaleza, y que los fenómenos que se percibían mediante instrumentos no reproducían estrictamente los naturales. La intermediación de los aparatos introducía elementos ajenos, y los resultados procedentes de las operaciones del laboratorio no eran necesariamente extrapolables al mundo natural²⁰⁶. Estos reparos eran más acusados cuando se trataba de experimentos llevados a cabo mediante lo que se conocía como “instrumentos filosóficos”, caso de la máquina neumática; Juan nos ofrece una muestra de la prevención con que había que tomar algunas consecuencias derivadas de su utilización. Según las experiencias de la máquina neumática, los seres vivos encerrados en ella morían cuando la dilatación del aire duplicaba a la que había en la superficie terrestre. Juan dedujo de la relación entre dilatación del aire y altura sobre el nivel del mar que a 2446 toesas de elevación no podía haber viviente alguno, pero en Caraburu, situado a mayor altura, habían observado buitres volando bastante por encima de sus cabezas, lo que le lleva a decir: “debe haber otra causa en el aire libre que impida a la naturaleza obrar como en la Máquina Pneumática”²⁰⁷.

La progresiva expresión de los fenómenos en el lenguaje de las matemáticas reclamaba el uso del instrumento como herramienta principal de las investigaciones científicas. La medida, uno de los tótems de la ciencia experimental cuantitativa, se obtenía de dispositivos dotados de escalas numéricas que mostraban las alteraciones de las variables analizadas. Los instrumentos manejados por Juan y sus compañeros eran instrumentos matemáticos, cuyo objetivo estribaba en registrar el valor de ciertas magnitudes, no en poner de manifiesto propiedades o comportamientos de la naturaleza. En la obra de Juan aparecen, al lado de instrumentos sencillos, como la toesa o el compás de vara, otros que

²⁰⁶ Como dice Kathryn Olesko, “encara que els instruments milloren la nostra capacitat de conèixer la natura, els resultats que produeixen estan inevitablement viciats. Els instruments són transmissors imperfectes d’informació, ja que a més de seleccionar la informació, per la seua propia configuració material, també la contaminen”, «Quan els instruments es perden de vista», en José Ramón Bertomeu Sánchez, Antonio García Belmar (eds.), *Obrint les caixes negres* (Valencia: Universitat de Valencia, 2002), 21-32, 21.

²⁰⁷ Juan, *Observaciones*, 125.

encerraban conocimientos y técnicas elaboradas, tanto en su diseño como en la elección de los materiales o en los procedimientos de graduación. La importancia que en las operaciones llevadas a cabo se concedía al instrumento se exteriorizaba en la descripción minuciosa de sus características, que venía acompañada de las correspondientes representaciones figurativas y esquemáticas; se contemplaba también en la comprobación rigurosa de las especificaciones del constructor, y se materializaba en la atención prestada a las correcciones derivadas de las imperfecciones detectadas en los aparatos, así como en las precauciones que se debían observar en su manejo para garantizar la exactitud de las medidas.

Tan importante como la perfección del instrumento era el control de la ejecución de las operaciones. La validez de los resultados estaba comprometida si no se seguían protocolos rigurosos. Las pruebas realizadas en las tierras americanas tenían que ser homologables a las efectuadas en París, pero, al no ser posible el testimonio directo, tocaba al relato cumplir la misión de ofrecer una descripción que certificara su validez²⁰⁸. Jorge Juan no llega al extremo de la escrupulosidad de su compañero Pierre Bouguer, que en *La figure de la Terre* se obligaba a exponer las precauciones tomadas y las razones que las hacían necesarias, invitando al lector, que ejercería la función de testigo, a acompañar a los expedicionarios en su viaje al Perú sirviéndose del texto²⁰⁹. En efecto, el académico francés describe meticulosamente las actuaciones, detallando las condiciones climatológicas reinantes, los inconvenientes surgidos, las correcciones efectuadas, los modos de operar. Llega incluso a procurarse las certificaciones de su camarada La Condamine y del ingeniero naval Verguin, tocantes al informe que había presentado a la Academia sobre algunas de sus intervenciones, como la relativa a la construcción y disposición del sector astronómico, o a los procedimientos de observación y recopilación de datos. Estos testimonios, y sobre todo el de su propio discurso, servían para justificar sus medidas y resultados: “On voit par cet exposé qu’on peut donner une entière confiance

²⁰⁸ Sobre la retórica persuasiva del discurso experimental en el siglo XVIII, véase Christian Licoppe, *La formation de la pratique scientifique. Le discours de l'expérience en France et en Angleterre (1630-1820)* (Paris: Éditions de la découverte, 1996), 88-126 y 161. Sobre la función de los testigos en la legitimación del saber y la teoría literaria de la ciencia experimental, Steven Shapin «Pump and Circumstance: Robert Boyle literary technology», *Social Studies of Science*, vol. 14 (1984), 481 -520. Steven Shapin, Simon Schaffer, *Leviathan and the Air-Pump* (Princeton: Princeton University Press, 1989).

²⁰⁹ Bouguer, *La figure de la Terre...*, 2-3. Bouguer, en la primera sección de su obra, hace una serie de reflexiones sobre ciertos aspectos a tener en cuenta para alcanzar el objetivo de la misión: elección de las operaciones a efectuar; examen de los errores que se podían cometer; análisis matemático de las propiedades de los meridianos y de las diferencias entre grados según las hipótesis consideradas. En las secciones siguientes llega ser puntilloso hasta la manía, utilizando un estilo literario que aspira a proporcionar a sus lectores una visión casi presencial de los acontecimientos.

à notre travail, principalement s'il a été vérifié ou répété assez de fois pour qu'on n'ait point à y craindre ces erreurs qu'on n'est pas toujours exempt de commettre²¹⁰. Juan adopta las convenciones literarias del momento, Veámoslo con algunos ejemplos. En primer lugar, destaquemos su utilización de la primera persona, tanto en singular como en plural, cuando se trata de asumir la autoría y la responsabilidad de las medidas y observaciones, así como la atención puesta en individualizar a los ejecutores de las mismas, el lugar y la fecha en que se realizaron. Se detiene en especificar con el máximo cuidado la descripción de los instrumentos y el uso apropiado que hay que hacer de ellos, advirtiendo de la necesidad de vigilar las alteraciones de las condiciones de la experiencia, debidas a factores ambientales o a la propia actividad humana: “Pusimos un péndulo de medios segundos en movimiento al abrigo del viento, para que no le impidiese este hacer las oscilaciones iguales”²¹¹, o “ya que estaba en movimiento [el péndulo], como precisamente habíamos de estar cercanos al instrumento, procurábamos cubrarnos la boca [...] para que el aliento no interrumpiese las vibraciones”²¹². Puntualiza los materiales utilizados –hierro, acero o cobre– en los ensayos sobre la dilatación de los metales; recoge las circunstancias que modifican la experiencia – “[...] se notó que la media toesa de latón en plancha se puso al Sol una hora después que las demás”²¹³; insiste en el procedimiento – “No era menos importante para la exactitud de la medida de la base, el método con que se debía hacer esta”²¹⁴– y en la repetición de las medidas – “Todos los días se medían dos y tres veces las perchas”²¹⁵–, justificando que de ese modo se evitaba el error de la operación²¹⁶. No oculta las pruebas fallidas – “No habiendo podido lograr la experiencia en distancia tan grande, se resolvió hacerla en otra menor”²¹⁷. Juan ha asumido plenamente el estilo imperante en las comunicaciones científicas de la época²¹⁸.

²¹⁰ Bouguer, *La figure de la Terre...*, 227-229.

²¹¹ Juan, *Observaciones...*, 137.

²¹² Juan, *Observaciones...*, 318.

²¹³ Juan, *Observaciones...*, 97.

²¹⁴ Juan, *Observaciones...*, 147.

²¹⁵ Juan, *Observaciones...*, 149.

²¹⁶ “Todo género de medidas no tienen por lo ordinario otra comprobación que tomarlas repetidas veces, ya con el mismo método, ya con distinto”, Juan, *Observaciones...*, 214.

²¹⁷ Juan, *Observaciones...*, 137.

²¹⁸ Juan, como científico periférico, sigue lo que dice Richard Whitley en «Knowledge Producers and Knowledge Acquirers. Popularisation as a Relation Between Scientific Fields and Their Publics», Terry Shinn, Richard Whitley (Eds), *Expository Science: Forms and Functions of Popularisation* (Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1985), 3-29: 20: “therefore, in communicating their research results to more prestigious and powerful audiences they present evidence that dominant procedures have been followed and explicate how their conclusions were arrived at and why they are significant in terms of the audience criteria”.

Los *Principia* marcaron los derroteros por los que navegaría la física matemática durante la centuria; Juan no oculta sus inclinaciones hacia la mecánica newtoniana y, aunque su obra poco tiene que ver con esta disciplina altamente matematizada, consagra en algunos pasajes su adhesión a las leyes del filósofo inglés. En la *Introducción* se enuncian los tres axiomas newtonianos del movimiento y se exponen las razones de Newton para postular teóricamente una Tierra oblata; pero además, Burriel, asesorado indudablemente por Juan, hace un auténtico manifiesto en favor de la atracción gravitatoria, como ya hemos subrayado en su momento: “Dejo aparte el conocimiento de la gravedad y de la pesadez de los cuerpos, acaso el más importante de la física, pues este es el agente universal de que Dios se sirve, más principalmente, para el gobierno de la naturaleza o movimiento de los planetas en los cielos y en la Tierra”²¹⁹. Observemos de paso que Juan distingue perfectamente entre los conceptos de gravedad y pesadez. Juan conoce bien los *Principia*, cita con fidelidad los libros, proposiciones y corolarios a los que se refiere, aunque, si, como creo, utiliza la tercera edición de 1726, comete algún error en las referencias²²⁰. La tercera ley del movimiento de Newton aparece en el libro V, al establecer que presión del aire era igual, por el principio de acción/reacción, a la fuerza con que, por su elasticidad, intentaba dilatarse el aire²²¹. Sin embargo, donde se manifiesta más claramente su compromiso con la filosofía de los *Principia* es en su conformidad con la ley de atracción gravitatoria; no la enuncia explícitamente, pero afirma que los datos empíricos apoyan que los “cuerpos gravan en razón inversa de los cuadrados de sus distancias al centro”²²². Por lo demás, el hecho de que tanto la expedición de Maupertuis como la de Godin concluyeran que la Tierra tenía forma lata,

²¹⁹ Juan, *Observaciones...*, xxv-xxvi.

²²⁰ Las citas se encuentran en las páginas xiii, 22, 90, 140 y 333. La correspondiente a la página 140 nombra el libro 2, corolario 2, proposición 49 y, mientras que esa estructura la encontramos en las ediciones de 1713 y 1726, no existe en la primera. Por otra parte, en la página 90, atribuye una cita al libro 3, proposición 19, página 422 –Virga ferrea, pedes tres longa, tempore hyberno in Anglia brevior est, quàm tempore aestivo, sexta parte lineae unius, quantum sentio– que, efectivamente está en la tercera edición, pero no en la segunda, si bien se trata de la proposición XX, en la página 421. También hay una errata en la referencia que da en la página 333, pues remite a la página 240, cuando en realidad, está en la 420 de la edición de 1726. Las correcciones no figuran en la fe de erratas. Juan pudo acceder a algún ejemplar de esta tercera edición durante su estancia en París, pues La Academia Real de Ciencias tenía los enviados por encargo del propio Newton, como muestra de cortesía, en Henry P. Macomber, «A census of copies of the 1687 first edition and the 1726 presentation issue of Newton's *Principia*», *Proceedings and Papers of the Bibliographical Society of America*, XLVII, 269-300, 293. <https://www.proquest.com/docview/1301162968/fulltextPDF/2ECA8FC00CF04B05PQ/1?accountid=14777> [Consulta 27/XI/2021] El estudio reciente de Mordechai Feingold, Andrej Svorenčik «A preliminary census of copies of the first edition of Newton's *Principia* (1687)», *Annals of Science*, 77:3 (2020), 253-348, DOI:10.1080/00033790.2020.1808700, ha descubierto un mayor número de ejemplares de la primera edición de los *Principia*.

²²¹ Juan, *Observaciones...*, 103.

²²² Juan, *Observaciones...*, 328.

trasladaba al lector la superioridad de la teoría newtoniana sobre las de sus rivales, que para entonces no tenían ya prácticamente recorrido; iba arraigando en los círculos científicos la hegemonía de la física que procedía de los trabajos del filósofo inglés –esencialmente en las ciencias físico-matemáticas– aunque muchos de sus resultados estuvieran sometidos a revisión y mejora.

9. Objeto, texto, autor.

Examinemos la tríada que Roger Chartier asocia a la definición de “libro” que emerge progresivamente tras la invención de la imprenta²²³, que nos va a servir de excusa para recapitular las aportaciones al desarrollo científico y tecnológico hispano de las *Observaciones*.

Comencemos por el objeto físico. Para la impresión de sus láminas se importó papel de alta calidad, encargado por Ulloa a París, y se compraron instrumentos de trabajo para la estampación. De Holanda se trajeron las matrices para la fundición de las letras de imprenta, una transacción que no solo estaba destinada a su confección puntual sino que ofrecía la posibilidad de proveer de caracteres tipográficos al ramo de los impresores²²⁴. El dibujo de los instrumentos que más tarde se grabarían en las planchas de cobre implicaba adquirir unos conocimientos sobre sus características, funciones y usos; las figuras geométricas y los diagramas encerraban saberes matemáticos. El tamaño de algunas de las estampas suponía seguramente un reto tecnológico. El tipo de letra, el dibujo de los instrumentos, la calidad de los grabados, la integración de las láminas en el cuerpo del libro, el índice de materias, eran todos elementos que facilitaban la inteligencia y lectura de la obra.

En el texto encontramos los elementos que configuraban en la época la investigación en las ciencias físico-matemáticas, así como los procedimientos que avalaban sus conclusiones, si bien no se dejaban de señalar ciertas deficiencias teóricas y experimentales derivadas de supuestos problemáticos y de instrumentos perfeccionables. El discurso invitaba al lector a asistir a las ceremonias de la ciencia y a evaluar los trabajos realizados; se le inducía a comprobar los datos y los cálculos matemáticos; tenía la oportunidad de contemplar el diseño de experimentos y la ejecución de los mismos. La obra recogía una abundante bibliografía, con citas que abarcaban desde autores del XVI

²²³ Roger Chartier, *L'ordre des livres* (Aix-en Provence: Editions Alinea, 1992), 7. Para Chartier los autores escriben textos que se convierten en objetos escritos, libros impresos, manuscritos, grabados, etc, 21.

²²⁴ Merino, Rodríguez, *Introducción*, LVLX.

y del XVII a las últimas *Memorias de la Academia Real de Ciencias*, o las publicaciones recientes de los astrónomos, físicos y matemáticos más reputados. A diferencia de los relatos que hemos analizado anteriormente, se especificaban el título, el autor y las páginas a las que se hacía referencia, rindiendo el debido tributo a las fuentes utilizadas. Las operaciones y desarrollos matemáticos se expresaban mediante notación simbólica, algo nada común en el panorama editorial español. Ausente del mundo de la publicación hispana se encontraba cualquier noticia sobre el cálculo diferencial e integral que, sin embargo, Juan manejaba con competencia. Terminaremos este párrafo con las palabras de Benito Bails: “No en todos se junta la soltura que deja airosas las operaciones prácticas con el talento de referirlas, y hacer patente, cuando no son más que preliminares, su enlace con el objeto principal; saber obrar, y saber decir son talentos muy distintos, pero en D. Jorge Juan parecían uno mismo”²²⁵.

Tanto la confección del libro como su texto fueron agentes que contribuyeron a la circulación del conocimiento científico y técnico en nuestro país. Independientemente de la significación que dieran los lectores al escrito al descodificarlo²²⁶, o de la pericia que ganaran los artistas y artesanos que intervinieron en la edición, la obra desbrozó la vía que entorpecía la recepción de las ideas y prácticas científicas modernas. Sabemos del impacto que tuvo en el P. Burriel, atento estudioso de la *Relación* y de las *Observaciones*, al que los itinerarios narrativos por los que fluían los nuevos saberes y el contacto personal con los autores transformaron en discípulo y propagador. Pero el beneficio mayor que se obtuvo de la expedición no fue seguramente la publicación de los cinco volúmenes que recogían las experiencias americanas, sino la vuelta de los dos oficiales de marina, que partieron como aprendices y retornaron como maestros. En ellos se encarna la recepción y apropiación de las nuevas interpretaciones del estudio de la naturaleza; sus capacidades y sus conocimientos, consolidados por los trabajos realizados en la misión ecuatorial, se pusieron al servicio de los ulteriores proyectos gubernamentales que, sustentados en los avances científicos, propiciaron el desarrollo económico y social y de fortalecimiento de las fuerzas armadas. Los cometidos que se les asignaron confirman el sesgo que tomó la ciencia en España, impulsada por la inversión pública en infraestructuras, la contratación de técnicos y artesanos extranjeros, la formación de personal especializado en el exterior

²²⁵ Benito Bails, *Elogio de D. Jorge Juan*, 17.

²²⁶ Chartier, *L'ordre...*, 13-14, habla de “l’actualisation des textes” que hace el lector, una actualización que depende de múltiples factores. La lectura, como dice, “n’est pas inscrite dans le texte, sans écart pensable entre le sens qui lui est assigné (par son auteur, l’usage, la critique, etc) et l’interprétation qui peut en être faite par ses lecteurs”.

y el fortalecimiento científico del estamento militar²²⁷. El reconocimiento internacional de los méritos de los dos oficiales –miembro Ulloa de la Royal Society, académico correspondiente Juan de la de París–, la publicación de la *Relación con las Observaciones* y su distribución en el extranjero, constituían activos que los promotores de la modernización del país, con Ensenada a la cabeza, podían esgrimir como argumentos. La aventura americana proporcionó a Jorge Juan la oportunidad de entrar en contacto con los académicos franceses y con la ciencia que se practicaba allende los Pirineos. Sus capacidades intelectivas y sus inquietudes le facilitaron la apropiación de los métodos y conceptos por los que discurría la física. El marqués de la Ensenada comprendió pronto las ventajas que para el Estado tenía contar con hombres de su valía y preparación, más cuando, tras el éxito de la expedición y la publicación de las *Observaciones*, la ciencia española parecía salir de su letargo.

Tal como lo describe Miguel Sanz en la *Breve noticia*, Jorge Juan mantuvo a lo largo de su vida la pasión por el estudio y, pese a sus múltiples obligaciones, siguió cultivando su afición matemática. Su biblioteca personal, en la que abundaban las obras de los matemáticos más reconocidos del siglo, da fe de ello²²⁸, pero la prueba más palpable de su capacidad y de su vocación como científico reside en su obra maestra, el *Examen marítimo*²²⁹. En las *Observaciones*, nuestro autor no se limitó a registrar los datos y describir las operaciones realizadas, sino que aportó sus soluciones personales a la determinación de la razón entre los diámetros de una elipse, dados los grados o minutos de su periferia, y al problema de hallar la periferia de los meridianos. Consciente de la dispersión de unidades de medida y del problema que ello representaba, estableció las equivalencias de las castellanas con las francesas, asignando de este modo 132 203 varas castellanas a la longitud del grado contiguo al Ecuador, lo que le dio pie a realizar un comentario sobre las discrepancias entre los escritores antiguos españoles en cuanto al

²²⁷ Un estudio riguroso y al mismo tiempo ameno sobre los servicios prestados por Juan a la Corona a su vuelta de América es el ya citado de Valverde, *Un mundo en equilibrio*, véase nota 19.

²²⁸ Rafael Navarro Mallebrera y Ana María Navarro Escolano, han reconstruido los asientos del Inventario de los bienes de Jorge Juan, en los que se incluye su biblioteca, compuesta por algo más de cuatrocientos volúmenes, *Inventario de bienes de Jorge Juan y Santacilia. La biblioteca de Jorge Juan* (Alicante: Caja de Ahorros Provincial de Alicante: Instituto de Estudios Juan Gil-Albert de la Diputación Provincial de Alicante, 1987).

²²⁹ Resume de esta manera Benito Bails en su *Elogio de D. Jorge Juan*, 5, los elementos que definen las ocupaciones que marcaron la vida del ilustre marino: “En esta indagación [la medida del grado de meridiano] que ya se le hacía apreciable a D. Jorge Juan por ser su objeto averiguar una verdad matemática, interesaban los progresos de la navegación y el concepto nacional, dos cosas cabalmente que fueron mientras vivió el blanco de todos sus desvelos”.

valor de la legua española²³⁰. Como un avance de lo que escribiría más tarde para los alumnos de la academia gaditana, Juan elaboró una nueva tabla de partes meridionales y propuso unos problemas destinados indudablemente a los navegantes.

Los intereses y preocupaciones de Jorge Juan están ya bien presentes en su *opera prima*, que no era el fruto de un mero cronista, sino la creación de alguien que reivindicaba para sí la condición de autor.

10. Ciencia newtoniana en acción.

No sabemos si Jorge Juan estaba familiarizado con la física newtoniana antes de partir hacia tierras ecuatoriales, pero sí se puede afirmar que volvió convertido en un adalid de la misma. Los conocimientos adquiridos en contacto con sus compañeros de expedición y en las operaciones de medida le proporcionaron una formación que trasladó posteriormente a las diversas tareas que se le encomendaron²³¹. En las *Observaciones* se presentaron por primera vez al público español, de una forma coherente, los elementos que caracterizaban las prácticas de la ciencia moderna, es decir, observación, instrumentos y matematización, todo ello al servicio de un mejor conocimiento de las características del medio, lo que redundaba en su mejor aprovechamiento y utilidad. Pero es en el *Examen marítimo* donde Jorge Juan expone en forma de tratado los principios y leyes de la mecánica desarrollados a lo largo del siglo a partir de las aportaciones de Newton; y es en esta obra donde se pone de manifiesto su apropiación crítica de los conocimientos sobre hidrodinámica, que se traduce en un trabajo original basado en su experiencia náutica²³²: la mecánica newtoniana en acción.

El libro primero del *Examen marítimo* es un tratado de mecánica destinado a la formación de los guardiamarinas en la Academia de Cádiz. En la fecha que se publicó no existía en España ningún manual sobre esta materia escrito en España y, por tanto era el único con el que se podía contar para impartir su enseñanza²³³. Julián Simón Calero argumenta

²³⁰ Juan sintetiza el *quid* de la cuestión en pocas palabras: o bien la legua es una medida constante e invariable, y en ese caso se puede calcular el número de ellas que tiene el grado, o bien el grado debe medir 17'5 leguas españolas y, a partir del valor calculado de 132 203 varas, hallar el de la legua. Juan, *Observaciones* ..., 298.

²³¹ Ya se ha comentado la descripción que hace Nuria Valverde de los servicios prestados por Jorge Juan a la Corona (Nota 226). Añadamos ahora lo que dice Benito Bails en su *Elogio*, 19: "Pasó a Londres con un encargo que sobre pedir luces [...] requería no poca maña y también astucia; construcción de navios, obras hidráulicas, beneficio de minas, liga y afinación de monedas, para todo se le consultaba, o porque había un D. Jorge Juan de quien fiarlo, todo se emprendía".

²³² Véase Julián Simón Calero, *The Genesis of Fluid Mechanics (1640-1780)* (Dordrecht: Springer, 2008).

²³³ En el Colegio Imperial, por ejemplo, se utilizaban las lecciones manuscritas de los profesores Rieger, Cerdà, que se basaban en textos extranjeros.

que una primera redacción del tratado debió comenzarse hacia 1750, cuando Juan se encontraba en Londres²³⁴, pero el público no tuvo noticias de la obra hasta unas décadas más tarde. Si es así, es evidente que los avances realizados en el estudio de la mecánica estarán ausentes del tratado de Juan. El libro de mecánica de estructura en nueve capítulos, en los que se tratan sucesivamente los movimientos simples y compuestos, el centro de gravedad y el movimiento de un sistema de cuerpos, la rotación de un sistema, la percusión, el movimiento de cuerpos que inciden sobre superficies, la fricción y su efecto en máquinas simples, con aportaciones originales de Juan en los temas relativos a la percusión y al rozamiento, que han sido examinados por Manuel Sellés²³⁵. Juan enuncia la segunda ley del movimiento en forma diferencial, pues va a hacer un uso exhaustivo del cálculo, adoptando la interpretación del axioma newtoniano dada por Euler en su *Mechanica sive motus scientia analytice exposita* (1736)²³⁶. Las variables se toman como continuas y las relaciones entre ellas se expresan mediante integrales y ecuaciones, olvidándose de las razones de proporcionalidad utilizadas a menudo por Bails y Bezout.

Los capítulos IV y V del *Examen marítimo* tratan de la rotación. En el primero de ellos se introducen los conceptos de velocidad angular, momento de una fuerza respecto de un punto y respecto de un plano y momento de inercia, del que nos dice: “A los productos [...] de las masas por el cuadrado de su distancia al centro de ellas, llama Leonardo Eulero (§. 165 de su *Ciencia naval*) momentos de inercia, y nos conformaremos con esta voz en

²³⁴ Julián Simón Calero, «La mecánica de los fluidos en Jorge Juan», *Asclepio*, vol. LXXXIII-2 (2001), 213-280: 216-218. Entre otras razones, Simón Calero apunta a la bibliografía citada por Juan en este libro primero del primer volumen. En efecto, habla expresamente de *Elementa matheseos* de Christian Wolff; *Analyse des infiniment petits*, de Edmund Stone; *Elementos matemáticos de la filosofía natural*, de Gravesande; *Opera Omnia*, de Johan Bernouilli; *Scientia navalis*, de Leonhard Euler; *Traité du navire*, de Pierre Bouguer, obras todas anteriores a 1750. Señalemos, además, que el estudio de la rotación no incorpora los trabajos más recientes de Euler.

²³⁵ Manuel Sellés García, en «Jorge Juan y la mecánica de los ingenieros», en Alberola Romà *et al* (eds.), *Jorge Juan Santacilia en la España...*, 179-198.

²³⁶ Veamos la redacción del segundo axioma: “La alteración, o diferencial del movimiento, es siempre proporcional al producto de la potencia que la produce, por el tiempo que durare la acción: y se ejecuta en la dirección que la potencia actúa. Si la potencia α , actuando la diferencial de tiempo dt , altera la velocidad que tuviere el cuerpo A de la diferencial du , de suerte que la alteración o diferencial de movimiento sea Adu , otra potencia 2α producirá la alteración o diferencial de movimiento $2Adu$ ”, Jorge Juan, *Examen Marítimo Teórico Práctico ó Tratado de Mechanica aplicado a la Construcción, Conocimiento y Manejo de Navios y demás Embarcaciones* (Madrid: Francisco Manuel de Mena, 1771), libro I, 7. En notación moderna A es la masa del cuerpo y α la fuerza, con lo que la ecuación quedaría $mdv = Fdt$, prescindiendo de magnitudes vectoriales. Euler expresa el segundo axioma como teorema, Tomo I, 61. Notemos que Juan recoge la proporcionalidad entre la fuerza y su efecto que Newton hacía explícita en su segundo axioma. La interpretación dada a la fuerza en la segunda ley de Newton en el siglo XVIII tomó dos formas: la primera, considerando que se trataba de la fuerza impulsiva fuerza que producía una variación de la cantidad de movimiento, $F = \Delta(mv)$; la segunda, como fuerza continua que daba lugar a una aceleración, $F = ma$. Bruce Porciau, «Newton’s Interpretation of Newton’s Second Law», *Arch. Hist. Exact Sci.* 60 (2006) 157–207, sostiene que Newton tenía en cuenta ambos tipos de fuerzas.

lo sucesivo”. A continuación se procede al estudio de los péndulos y de la palanca, aplicándose en ambos casos los resultados obtenidos²³⁷. El tema de la rotación lo completa Juan en el capítulo V: definidos el eje y radio de rotación, Juan se embarca en la obtención del eje de rotación, demuestra que en un sistema libre de puntos ligados entre sí, solo los ejes que pasan por el centro de gravedad son fijos, pero no menciona los ejes principales de inercia.

El capítulo VI se titula “De la percusión”, refiriéndose con ello a los choques entres cuerpos. Juan reserva el nombre de “presión” al caso en que los móviles continúan moviéndose juntos después del choque. Llama centro de percusión a aquel punto en el que el impacto no produce rotación. Mediante dos axiomas –impenetrabilidad de los cuerpos y “ley de continuidad”²³⁸ –, Juan explicaba el mecanismo del choque: si un cuerpo chocaba con otro en reposo o más lento, la impenetrabilidad y la ley de continuidad obligaban a que la comunicación de movimiento se realizara por grados sucesivos, experimentando ambos en el punto de contacto una fuerza –de reacción en el impelente y de acción en el impelido–, igual a la inercia de los cuerpos. Ahora bien, si los cuerpos fueran perfectamente duros, es decir, sin poros o intersticios que permitieran la penetración, el segundo tomaría toda la velocidad del primero (se supone que las masas eran iguales) instantáneamente, violando el axioma de continuidad²³⁹. De aquí, seguía Juan, que hubiera quien negara la posibilidad de cuerpos perfectamente duros, con lo que estaba de acuerdo²⁴⁰: podía hablarse de cuerpos más o menos duros, pero no de sólidos absolutamente duros. Al hilo del estudio de las colisiones, Juan realizó una digresión sobre las fuerzas vivas y muertas. Su opinión no se aparta de la de D’Alembert: “Pero de cualquiera suerte que sea, la fuerza viva más es cuestión de nombre que otra cosa, y nombre aplicado a objeto que aún no sabemos cuál sea; pero en ninguna manera conduce a variar la teórica ni cálculo del movimiento: pues que se admita o no esta fuerza viva, el

²³⁷ Así, respecto del péndulo, se calcula la amplitud de la oscilación del péndulo simple y compuesto, la longitud del péndulo simple isócrono con el compuesto y el centro de oscilación.

²³⁸ Así la define Juan, 82: “La Naturaleza obra por instantes y por movimientos sucesivos. Esto es lo que algunos han llamado *ley de la continuidad*. Un cuerpo que corre por una dirección, no puede pasar de un punto a otro sin pasar antes por todos los intermedios: no puede pasar de una a otra mayor o menor, sin haber tenido antes sucesivamente las intermedias”.

²³⁹ Juan sigue la línea marcada por Johan Bernouilli en su *Discours sur les loix de la communication du mouvement*, 7-10, con el que optó al premio convocado por la Academia Real de Ciencias en 1724, que sabemos que no ganó.

²⁴⁰ Juan, *Examen marítimo*, 84. El hecho de admitir la composición atómica de los cuerpos indicaba que podían existir sólidos perfectamente duros en la naturaleza, lo átomos, pero evidentemente su tratamiento estaba fuera de las posibilidades del momento. Tres tipos de cuerpos distinguía el marino: tenaces, cuando no se rompían ante una presión; frágiles, al contrario y elásticos cuando recobraban la forma primitiva tras un impacto o presión, matizando que la elasticidad tenía diferentes grados.

movimiento procede de la potencia que actúa sea la que fuere, y las velocidades que resultaren, los espacios que se corrieren, y el tiempo que durare la acción serán, tanto de un modo como de otro, siempre los mismos. Toda la diferencia consiste en saber a qué se debe dar el nombre de fuerza viva”²⁴¹.

La orientación que daba Juan a la teoría de los choques era una novedad, producto de sus propios estudios y deducciones. Se basaba en lo que llamaba “profundidad” y “amplitud” de la impresión, y establecía que la fuerza de percusión era directamente proporcional a la dureza de los cuerpos y a la amplitud de las impresiones; de ahí deducía que no existían en la naturaleza cuerpos absolutamente duros o blandos y que todos tenían un cierto grado de elasticidad. La medida de esa fuerza, sin embargo, no era sencilla, pero Juan lograba encontrar la relación entre las velocidades antes y después del choque; obtenía la conservación del movimiento y, en los choques perfectamente elásticos, la de las fuerzas vivas, y analizaba las velocidades resultantes en distintos casos²⁴². La sección dedicada a los choques es la segunda más extensa del tomo primero, solo superada por los apartados que versan sobre la fricción. Es indudable el interés que tenía en esta materia, pues era de aplicación al estudio que iba a realizar en el segundo volumen de la obra²⁴³.

El capítulo octavo del *Examen marítimo* trataba el tema de la fricción, en el que Juan tenía en cuenta el desarrollo que había llevado a cabo sobre las impresiones en el capítulo

²⁴¹ *Ibid.*, I, 89-90. Al explicar en qué consistía la fuerza viva, Juan recordaba que para Leibniz, el introductor del concepto, la fuerza viva era la que tenía un cuerpo en movimiento y era la que producía el impacto o percusión, mientras que la fuerza muerta era la que producía una presión. Sin embargo, no había que confundir la fuerza de percusión con la fuerza viva. Citaba, traducido, un largo párrafo del *Discours sur les loix de la communication du mouvement* Johann Bernouilli, en el que el partidario de Leibniz aclaraba el sentido que había de darse a las dos clases de fuerzas, atendiendo a cómo se producían en un objeto: por grados, en el caso de la viva, instantáneamente en el de la muerta. La cuestión, como examinaremos en el capítulo sexto, pareció quedar saldada por D’Alembert, cuya obra seguramente era conocida por Juan.

²⁴² Gabriel Ciscar señaló algunos errores en el tratamiento que hacía Juan de la fuerza de percusión, y agregó las explicaciones pertinentes. *Examen Marítimo teórico práctico o Tratado de mecánica aplicado a la construccion, conocimiento y manejo de los navíos y demas embarcaciones* (Madrid: Imprenta Real, 1793), 399-572. En las *Adiciones* al capítulo Ciscar estudió distintos casos de choques cuando intervenían más de dos cuerpos, 572-575.

²⁴³ Con estas palabras justificaba Juan la profundidad que había dado al tema de las percusiones o impactos: “El sexto [capítulo] encierra toda la teórica de la percusión de los cuerpos, en que nos hemos dilatado algo, por motivo que es el principio de los capítulos siguientes, y por aclarar una materia que hasta ahora ha sido el objeto de muchas controversias entre los más respetables Autores, como es la cuestión de las fuerzas vivas y muertas: se dan fórmulas en que se hallan los tiempos, las velocidades, las acciones y las longitudes corridas por el cuerpo en el acto del choque, como también de las fuerzas con que actúan a cualquier tiempo: aplicando las soluciones a la práctica y experiencias de los Autores de Física experimental, a fin de que se vea la exacta correspondencia de mi teórica con la práctica”, xxxii. Para Juan siempre fue indispensable atender a la práctica experimental, tanto para comprobar la concordancia la teoría con la experiencia, como para indagar las propiedades y leyes de los fenómenos.

sexto y las leyes del movimiento de los cuerpos admitidas “por todos los Autores”²⁴⁴. El tratamiento original de Juan de la fuerza de rozamiento se basaba en su teoría de la percusión, al considerar que la fuerza el deslizamiento debía vencer una serie de obstáculos formados por las rugosidades de la superficie²⁴⁵.

Jorge Juan dejó discípulos que comulgaban con sus ideas sobre la formación científica de los oficiales de Marina. Como Director de la Academia de Cádiz impulsó las enseñanzas matemáticas, introdujo libros de texto que sustituían al dictado y copia tradicionales y consiguió que se construyera y dotara el Observatorio astronómico, cuyas vicisitudes han sido descritas por Antonio Lafuente y Manuel Sellés²⁴⁶. Uno de los seguidores de la línea de Juan sobre la oficialidad de la Armada fue Gabriel Ciscar (1760-1829), que se encargó de la segunda edición del *Examen Marítimo* de la que se publicó solo el libro primero del Tomo I; Ciscar aumentó considerablemente el texto con la exposición previa del cálculo diferencial e integral y con las notas aclaratorias y ampliaciones, y añadió igualmente el resumen de las anotaciones de Pierre L'Êveque a la traducción francesa de 1783; la parte correspondiente al texto original de Juan ni siquiera llega a las doscientas páginas, mientras que con los comentarios del marino olivense se extienden hasta alcanzar casi las quinientas²⁴⁷.

El apoyo del marqués de la Ensenada a la publicación de las *Observaciones* inició una relación fecunda entre el político y el marino, guiada por una visión compartida sobre la necesidad de renovación de la Armada, que se traducía en incrementar el número de navíos, mejorar las técnicas de construcción naval, y disponer de una oficialidad bien preparada en el conocimiento y maniobra de las naves. Las Ordenanzas de 1748 establecían nuevos astilleros y arsenales y fortalecían la formación científica de los cadetes. Las labores de espionaje de Juan y la contratación de técnicos extranjeros iban

²⁴⁴ Juan, *Examen...*, I, 147.

²⁴⁵ Véase Manuel Sellés, en «Jorge Juan y la mecánica...», 190-198, donde primero presenta una breve panorámica histórica de los estudios de la fricción, desde los trabajos de Amontons a los de Coulomb y, a continuación, presenta las hipótesis y conclusiones de Juan.

²⁴⁶ Antonio Lafuente, Manuel A. Sellés, *El Observatorio de Marina de Cádiz (1753-1831)* (Madrid: Instituto de Historia y Cultura naval, 1988).

²⁴⁷ La edición del *Examen marítimo* comentada por Ciscar partía de su experiencia como profesor del Curso de Estudios Mayores impartido en la Escuela de Guardias Marinas de Cartagena. Como dice en la Introducción, “me he propuesto hacer del Examen Marítimo un Tratado mucho más extenso, cuyo estudio pueden emprender todos los que quieran dedicarse a la mecánica; con el objeto de aplicarla a cualquiera de los ramos a que se extiende esta ciencia casi universal”. La aportación de Ciscar, que había adquirido sus conocimientos físicos y matemáticos por sí mismo, lo convierte prácticamente en coautor de la nueva edición de la obra. En efecto, en el *Prólogo* nos cuenta que había repasado todos los cálculos, y que había encontrado algunos descuidos; en las notas aclara algunos puntos oscuros, sustituye expresiones defectuosas por otras más exactas y deduce sus propias fórmulas y “tal cual vez establezco proposiciones nuevas, y demuestro la falsedad de otras, que hasta aquí han sido recibidas como verdaderas”, 8.

en ese sentido, introduciendo en el país un conocimiento que había dado buenos resultados en la nación que por entonces “ruled the waves”. Pero Juan pretendía ir más allá de la respuesta a las necesidades inmediatas de la Marina y del poder político, quería levantar un sólido andamiaje para la ciencia que incentivara el desarrollo de las prácticas científicas en España, y por eso propone, sin éxito, la creación de una Academia de Ciencias, y el establecimiento del Observatorio de la Marina, que logra. Sin embargo, los proyectos no terminaron de cuajar y las iniciativas que se llevaron a cabo sufrieron altibajos, obtuvieron resultados desiguales y padecieron falta de continuidad. Desde el gobierno se impulsaba una modernización que afectaba fundamentalmente a los intereses del poder político, pero se temían y vigilaban los cambios en una sociedad estamental que perpetuaba los privilegios. La ciencia, como se ha dicho en la *Introducción*, germina mediante el fermento de lo social y unas condiciones favorables que en España no se daban.

CAPÍTULO V: Matemáticas y Física en las instituciones jesuíticas: El Seminario de Nobles de Madrid.

1. Introducción.

En la historia de la enseñanza de las ciencias convergen una serie de aproximaciones que enriquecen el conocimiento de la evolución de las prácticas didácticas y su incidencia en la apropiación del conocimiento científico. Las actividades educativas iluminan las conexiones entre los discursos creativos y expositivos de las materias científicas y contribuyen a su delimitación disciplinar. Como es bien sabido, a medida que el árbol de la ciencia se ramificaba en distintas líneas de investigación, surgieron instituciones, espacios, recursos, procedimientos y técnicas de formación diferenciadas que favorecieron la configuración y expansión de las distintas disciplinas. Los centros educativos tuvieron que diversificar sus enseñanzas, que se organizaron en asignaturas con características propias. Respondían de este modo a los contornos cada vez más evidentes que separaban unas materias de otras. La traslación a las aulas de los descubrimientos científicos supuso algo más que la imposición preceptiva de la ciencia “normal”, aunque a primera vista sea precisamente esa la función fundamental que debe cumplir todo sistema educativo, nunca libre de la tentación doctrinaria.

El análisis de las prácticas educativas en el ámbito de las ciencias tiene una clara faceta pedagógica cuando su objetivo es mejorar la adquisición del conocimiento y procurar la formación más adecuada para desarrollar una futura labor científica. Desde el punto de vista pluridimensional de los estudios culturales, se han significado otros elementos que han cobrado relevancia como categorías de análisis en los estudios de historia de la ciencia: la mirada se ha dirigido a un marco más dilatado que el de las propias disciplinas, poniendo de relieve las interacciones con las estructuras y culturas sociales existentes¹.

¹ Kathryn M. Olesko, «Science Pedagogy as a Category of Historical Analysis: Past, Present, and Future», *Science & Education* 15 (2006), 863-880, ofrece una panorámica del desarrollo de los estudios sobre “Science Pedagogy”. Olesko resume de este modo su trayectoria: “Thus, by the end of the century, the historical study of science pedagogy had moved far beyond institutional histories toward the human dimensions and consequences of learning [...] and had begun to entrench the historical study of science pedagogy in specific local contexts with consideration of contingent historical factors, mostly under the rubric of ‘cultural history’”, 870. Para Olesko, «Science Education in the Historical Study of the Sciences», en Michael R. Matthews (ed.), *International handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (Springer Dordrecht, 2014), 1965-1990: 1966, DOI 10.1007/978-94-007-7654-8, la educación científica es una línea de investigación fundamental para entender las prácticas científicas, la formación de los científicos y la capacidad de pervivencia de la comunidad científica: “[...] science cannot exist without institutional and intellectual forms of disseminating knowledge and educating students and practitioners”. En este último trabajo Olesko amplía la información proporcionada en el anterior, abordando nuevos aspectos y señalando las limitaciones de los distintos recorridos historiográficos.

La concepción de la ciencia y de la génesis del conocimiento científico como construcciones sociales ha colocado las actividades disciplinarias –tomadas en el amplio sentido foucaultiano–, en el foco de un amplio campo de estudios que investiga el papel activo jugado por las prácticas educativas –indisolublemente ligadas al contexto histórico y las relaciones de poder– en la conformación de la ciencia. Los sistemas educativos forman parte del entramado en el que se origina el conocimiento científico en cuanto discurso que se construye, transita y se modifica; su producción implica a diversos agentes –emisores, receptores y medios– y tiene sus modos y convenciones de circulación².

La mirada sobre las prácticas de enseñanza ha contemplado un buen número de los elementos que intervienen en la educación científica: desde las instalaciones y la organización de los centros educativos, a los *curricula* impartidos o programados en los mismos; desde la preparación y cualificaciones del profesorado, a la procedencia social del alumnado; en el caso de las ciencias observacionales y experimentales se ha prestado atención a la dotación de instrumentos, así como a su procedencia y uso. La disposición de los laboratorios, su reglamentación y funcionamiento han sido igualmente objeto de disertaciones y análisis. Recientemente se ha profundizado en líneas de investigación relacionadas con la publicación de manuales en contextos históricos concretos, resaltando las características particulares que presenta su interacción con la estructura sociocultural y educativa en la que se integra su producción y aceptación³; otro aspecto a destacar en relación con los libros de texto es su papel en la individualización y configuración de las disciplinas⁴. Los libros de texto y los manuales forman científicos, formalizan el discurso,

² James Secord. «Knowledge in transit», *Isis*, 95 (2004), 654-672: 664-670, hace referencia, entre otras esferas, a la de la cultura material de la ciencia, a la de la enseñanza y sus rasgos locales, a la historia del libro, la divulgación científica o la sociología de los medios de comunicación de masas; a las tendencias nacionales o locales en la enseñanza, libros de texto o traducciones; a los viajes de estudio e intercambio; a las necesidades de estandarización y unificación surgidas como resultados de la expansión colonial o a las luchas comerciales.

³ Un ejemplo serían los estudios sobre los libros de texto en contextos sociales y culturales locales que vienen recogidos en el monográfico de la revista citada, *Science & Education* 15 (2006), y que han sido coordinados por Antonio García-Belmar, José Ramón Bertomeu-Sánchez, Manolis Patiniotis, Anders Lundgren. Unos años antes, Jan Golinski, John Christie, «The Spreading the Word: New Directions in the Historiography of Chemistry 1600-1800», *History of Science* 20 (1982), 235-266 dedicaron un estudio a la función, en su contexto histórico, de los libros de texto de química como elementos de preservación y de cambio en las prácticas de la disciplina, mediante el análisis de su estructura y forma.

⁴ Geoffrey Cantor, «The rethoric of experiment», in David Gooding, Trevor Pinch, Simon Schaffer (eds.) *The uses of experiment*, (Cambridge University Press:1999), 159-189: 165, dice: “Thus textbooks play an important role in defining a subject, its organization and its division; they offer models of how to write about the subject, and provide the student with terminology and metaphors necessary for any further exploration”; pero además transmiten valores, suprimen controversias y presentan una visión mistificadora

excluyen orientaciones pasadas, evitan controversias o visiones alternativas, son normativos y caracterizan disciplinas. Recientemente se han abierto líneas historiográficas que sostienen el papel jugado por los manuales en la producción de conocimiento científico⁵. Se ha puesto también el foco en la dimensión social, y no solo cognitiva, de las actividades de formación y adiestramiento de los futuros científicos; en su capacidad para crear colectivos académicos identificables por su adhesión a determinados principios, métodos y credos⁶.

La dificultad para aproximarse a algunas de estas cuestiones en épocas anteriores al siglo XIX se refleja claramente en la bibliografía existente, mucho más limitada que la que aborda periodos más recientes; y no solo porque las disciplinas científicas tal como las conocemos, se estuvieran configurando: los estragos del tiempo han hecho mella –cuando no los han hecho desaparecer completamente– en los materiales que nos permitirían acceder a un estudio más completo de las prácticas de enseñanza y su contribución al desarrollo de la ciencia. Nos hemos de acercar a través de documentos escritos –libros de texto, manuscritos, grabados, cuadernos de clase, inventarios, referencias, publicaciones periódicas– y, con suerte, a vestigios indultados por el paso de los años. Al mismo tiempo tenemos la oportunidad de observar “la ciencia en construcción”, así como de rescatar del olvido alternativas fracasadas que, puestas en su contexto histórico, no merecen ser menospreciadas a la luz de la ciencia triunfante.

del experimento, colaborando a la mitología que a menudo rodea a los descubrimientos científicos, 166. Bernardette Bensaude-Vincent, Antonio García Belmar, José Ramón Bertomeu Sánchez, *L'émergence d'une science des manuels. Les livres de chimie en France (1789-1852)*, París: Éditions des Archives Contemporaines, 2003), han prestado atención la “ciencia de los manuales” tanto en cuanto instrumentos de enseñanza, como en cuanto configuradores del discurso científico. Josep Simon, en *Communicating Physics: The Production, Circulation, and Appropriation of Ganot's Textbooks in France and England, 1851-1887* (Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2016), propone que en la individualización de la física como disciplina en el siglo XIX fueron elementos relevantes las prácticas de enseñanza escolares y los libros de texto.

⁵ Véase Simon, *Communicating Physics*... 15-18.

⁶ Unas brevísimas indicaciones en cuanto al tratamiento que han dado algunos autores a estos temas. Sobre gabinetes de física e instrumentos en centros docentes españoles puede verse: Josep Simon Castell, Antonio García Belmar, «Instrumentos y prácticas de enseñanza de las ciencias físicas y químicas en la Universidad de Valencia, durante el siglo XIX», *ÉNDOXA: Series Filosóficas*, (Madrid: UNED, 2005), n.º 19, 59-121. Víctor Guijarro Mora, *Los instrumentos de la ciencia ilustrada: física experimental en los Reales Estudios de San Isidro de Madrid (1770-1835)* (Madrid: UNED, 2002). Estos autores han dedicado igualmente trabajos a las dotaciones de los institutos de educación secundaria y a las prácticas didácticas en la enseñanza de estas materias. Es de sobra conocido el libro de Bruno Latour *Ciencia en acción*, en el que analiza el funcionamiento de las prácticas científicas y da su particular visión de los mecanismos de construcción y aceptación del conocimiento científico. Kathryn M. Olesko, en *Physics as a Calling. Discipline and Practice in the Königsberg Seminar for Physics* (Ithaca and London: Cornell University Press: 1991), ha analizado el estilo de investigación que caracterizó la formación en el Seminario de Königsberg bajo la dirección de Franz Newman y la influencia de Friedrich Wilhelm Bessel, y sus efectos en la práctica experimental y en la evaluación de las verdades científicas.

En este capítulo pretendo examinar el discurso de la física experimental en una institución educativa que fue pionera en la incorporación de estos estudios a sus enseñanzas: el Seminario de Nobles de Madrid. Dado que la física experimental se ocupaba de cuestiones que se trataban igualmente en la filosofía natural y en las ciencias físico-matemáticas, me parece también pertinente considerar el tratamiento que se daba a estas materias en el Seminario; esto nos dará ocasión para observar cómo se configuraban estas materias en el centro de los jesuitas. Para ello utilizaré los programas de los actos académicos que se realizaban en el Seminario. Empezaré ofreciendo una panorámica sobre la educación en España en la época en la que me he centrado, para continuar describiendo algunas características específicas de la ciencia de los jesuitas y de sus tradiciones científicas. El Seminario y las enseñanzas impartidas en el centro ocuparán los siguientes epígrafes.

2. La educación en España en el siglo XVIII.

El afianzamiento de las ideas y prácticas científicas, su conversión en doctrinas admitidas por la comunidad científica, es decir, lo que Kuhn llama el paradigma imperante, tiene en el ámbito educativo un observatorio privilegiado⁷. Y como dice René Tatton⁸, es también la enseñanza institucionalizada uno de los lugares donde se ponen de relieve las resistencias organizadas a la penetración de nuevos avances. Si esto es cierto en general, cobra especial sentido en la España del XVIII, en la que a falta de organizaciones sociales en las que se impulsara, discutiera, sancionara o reprobara las conclusiones derivadas del estudio de la naturaleza, se hace necesario acudir a las escasas instituciones en las que se materializan el estado de la ciencia del país y los procesos de evolución que esta experimenta. Interesan los planes y programas educativos; la transformación que sufren las teorías originales cuando se presentan con fines didácticos a los estudiantes; la elección de los manuales de estudio; la admisión de nuevas disciplinas; la supresión de los métodos y contenidos anteriores; la formación del profesorado y la capacidad del mismo para el desarrollo de su labor docente e investigadora; el interés y las expectativas del alumnado, el grado de autonomía de los establecimientos docentes o la intervención

⁷ Thomas S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas* (México: Fondo de Cultura Económica, 1984), 20, dice en relación con los libros de texto: “Sin embargo, es inevitable que la finalidad de estos libros [los de texto] sea persuasiva y pedagógica. Y añade más adelante, 33: “Esos libros de texto exponen el cuerpo de la teoría aceptada”. Es precisamente el libro de texto una de las herramientas que manejan los futuros científicos.

⁸ Tatton, René, *Enseignement et diffusion des Sciences en France au XVIII^{ème} siècle*, (París: Hermann, 1986).

reglamentaria del legislador, entre otros factores. Por todo ello el análisis del estado de la enseñanza en España constituye una herramienta para medir las características que tomó la recepción de la física moderna que, por entonces, no tenía delimitado claramente su ámbito de estudio, sus contenidos, sus prácticas y su metodología. En resumidas cuentas, nos ofrece la ocasión para entrever los aspectos que tomó la aceptación en nuestro país de los nuevos desarrollos que se produjeron en la física. Como sabemos la filosofía natural trataba de la naturaleza y propiedades del ente natural, tanto las que era común a todos, como las que afectaban a los seres particulares. El movimiento, los elementos, la luz, el sonido, los cuerpos celestes, los seres vivos o los minerales se analizaban según los principios físicos o metafísicos que fundamentaban su estudio. La progresiva matematización de algunos de los contenidos de la filosofía natural, que con otro tratamiento se incluían tradicionalmente en las matemáticas mixtas, delimitó el campo de trabajo de lo que se llamaron ciencias físico-matemáticas, cuyo modelo vertebrador fue finalmente la mecánica racional o dinámica; otros temas se examinaron mediante una aproximación empírica y experimental, que permitía aproximarse a fenómenos, como la electricidad y el magnetismo o el calor, de imposible tratamiento analítico en ese momento.

Numerosos son los elementos que nos permitirían acercarnos a una visión de conjunto del estado de la educación en España durante el setecientos y del grado de instrucción de sus habitantes: las Regulaciones civiles y eclesiásticas, las distintas instituciones de enseñanza o los espacios dedicados a la ciencia, como los jardines botánicos, las bibliotecas o los observatorios astronómicos. Tampoco podemos olvidarnos de los materiales utilizados—manuales impresos o manuscritos, cuadernos de clase, instrumentos, gabinetes científicos— ni de la formación del profesorado y su acceso a la docencia. Los programas de los cursos, los exámenes y los ejercicios públicos son algunas de las fuentes con las que contamos para acercarnos a las prácticas de enseñanza. Una breve introducción histórica, siguiendo los textos coordinados por Buenaventura Delgado Criado y Olegario Negrín Fajardo⁹, nos servirá para situarnos en el contexto educativo del setecientos. Los estilos que tomó la enseñanza de la física no son en modo alguno

⁹ Buenaventura Delgado Criado (Coord.), *Historia de la educación en España y América*, (Madrid: Morata, 1992-1994) II, 649-873. Olegario Negrín Fajardo, «La reforma del sistema educativo: proyectos y realizaciones ilustrados», en Olegario Negrín Fajardo (Coord.), *Historia de la educación española*, (Madrid: Uned, 2012), 237- 286.

independientes de los distintos tipos de instituciones, ni de los niveles de aprendizaje que se alcanzaban en los mismos.

2.1 La enseñanza básica.

Los establecimientos educativos existentes en España se clasificaban según los diversos niveles de enseñanza y según el tipo de centro de formación: colegios de primeras letras, escuelas de gramática, universidades, colegios profesionales, academias militares, seminarios eclesiásticos. A lo largo del siglo aparecieron otras instituciones orientadas a la formación de técnicos y al aprendizaje de oficios, como las establecidas por las Sociedades de Amigos del País. Surgieron igualmente asociaciones privadas dedicadas a la difusión de las novedades científicas, un ejemplo lo tenemos en la Academia de Ciencias y Letras de Barcelona.

Los estudios primarios se realizaban en escuelas financiadas por el municipio, en escuelas parroquiales y en colegios regentados por órdenes religiosas. Existían igualmente escuelas privadas, dirigidas por un maestro al que pagaban directamente los alumnos. Las clases acomodadas contrataban preceptores para la educación de sus hijos. No existían planes de estudio con reglamentaciones comunes. A lo largo del siglo fue objetivo de los reformadores mejorar la educación de las clases menos favorecidas con el propósito de contar con profesionales bien formados y mano de obra cualificada¹⁰. Se daban igualmente consideraciones de índole ideológica y humanitaria, pero las reformas no llegaron a materializarse en planes generales y solo afectaron a algunas modificaciones concretas. Con todo, y como consecuencia de las medidas adoptadas, aumentaron las tasas de escolarización tanto de niños como de niñas, aunque en este último caso en menor medida, pero las tasas de analfabetismo a finales de siglo seguían siendo muy superiores a las de otras naciones europeas. Las Escuelas Pías contribuyeron a la escolarización de las clases populares; las Sociedades Económicas de Amigos del País crearon también colegios de primeras letras y escuelas de formación agraria o industrial, completando sus actividades con concursos y premios.

¹⁰ A este respecto cabe destacar la labor llevada a cabo por las Sociedades Económicas de Amigos del País, algunas de las cuales establecieron escuelas de primeras letras. La matritense llegó a regentar cuatro “escuelas patrióticas”, en las que se educaba a las niñas: en 1797 asistían a clase más de 400 alumnas. Inmaculada Arias de Saavedra Alías, «Las Sociedades Económicas de Amigos del País: Proyecto y Realidad en la España de la Ilustración», *Obradoiro de Historia Moderna*, N.º 21, (2012), 219-245: 237.

2.1 Las enseñanzas medias.

Las enseñanzas medias, que hoy llamaríamos secundarias, estaban constituidas por todas aquellas que comenzaban una vez aprendidas las primeras letras, pero que no llegaban a la categoría universitaria; podían ser preparatorias para estos estudios o terminales, proporcionando en este caso unos conocimientos prácticos o una formación general. De acuerdo con la clasificación de Aguilar Piñal se impartían en los estudios de gramática o latinidad, en los colegios no universitarios, en los seminarios eclesiásticos y nobiliarios, en las escuelas profesionales fundadas por las Sociedades Económicas y, finalmente, en los colegios de humanidades, que fueron el precedente inmediato de los Institutos de Enseñanza Media¹¹. En general, aunque la Iglesia mantuvo un fuerte dominio sobre los distintos niveles de enseñanza, el Estado logró una mayor participación en la gestión de la educación, a lo que contribuyó, entre otras razones, la expulsión de los jesuitas y la pérdida de la titularidad de sus colegios, que pasaron al dominio del Estado y a ser gestionados por administraciones públicas, como fue el caso de las juntas municipales¹². Los escolapios asumieron igualmente responsabilidades en las enseñanzas medias bajo la protección de Carlos III y la salida de los miembros de la Compañía de Jesús de España. Sin embargo, los males del panorama educativo –profesorado poco formado y mal pagado, escasez de profesores seculares, atención preferente al latín en perjuicio de las vernáculos, exclusión de nuevas materias en las enseñanzas–no lograron erradicarse¹³.

Las aulas de Gramática de las universidades proporcionaban formación en Humanidades, con especial énfasis en las lenguas clásicas, pero a medida que avanzaba el siglo se fue haciendo evidente que sus enseñanzas no respondían a las exigencias y necesidades de la nación y, aunque siguieron funcionando, fueron cobrando preeminencia las escuelas municipales y las de los jesuitas, hacia las que se produjo un trasvase de alumnos¹⁴. Los proyectos reformistas que apostaban por la incorporación de los

¹¹ Francisco Aguilar Piñal, «Entre la escuela y la universidad: La enseñanza secundaria en el siglo XVIII», *Revista de Educación*, nº extraordinario 1988, 225-243.

¹² Negrin Fajardo, *La educación...* 265.

¹³ Buenaventura Delgado, en *Historia de la Educación*, Tomo II, 649.

¹⁴ Los jesuitas lograron que algunas de las aulas de latinidad de las universidades les fueran asignadas, de modo que correspondiera a la Compañía la impartición de estos estudios. Un ejemplo fue lo ocurrido en la Universidad de Valencia, en la que por Real Provisión de 1720, completada por la Concordia de 1728 se cedían las aulas de gramática a los jesuitas. Sin embargo los numerosos recursos presentados por la universidad y el municipio anularon la efectividad de la Provisión, que no se materializó hasta 1741. Véase, por ejemplo, Salvador Albiñana, «La Universitat de Valencia i els jesuïtes. El conflicte de les aules de Gramàtica (1720-1733)», *Studia Historia et Philologia in honorem M. Batllori* (1984), 13. Telesforo M. Hernández y Vicente León Navarro, «La pugna entre jesuitas y escolapios en Valencia por el control de la enseñanza secundaria (1737-1760)», *Revista de Historia Moderna* 24 (1998), 307-338: 307-313.

conocimientos científicos, con reducción por tanto de los estudios clásicos no fueron acompañados por la legislación oficial, a menudo contradictoria.

Los jesuitas, hasta su expulsión, tuvieron a su cargo la educación de una gran parte de la burguesía, si bien los escolapios, cuya instalación en España se produjo en 1677 pugnaron por no quedar relegados a las enseñanzas primarias y, de hecho, fueron adquiriendo mayor relevancia en los niveles correspondientes a las enseñanzas medias. La rivalidad entre las dos órdenes se manifestó en numerosas ocasiones¹⁵. Con todo, el dominio de los jesuitas en la educación era incuestionable, contaban con colegios en prácticamente todas las grandes ciudades y villas, algunos de ellos, como el de Gandía, fueron convertidos en universidades¹⁶. Tras su expulsión, más de 112 colegios en España quedaron vacíos. El sistema pedagógico seguido en los colegios jesuitas venía determinado por la *Ratio Studiorum*. Si bien la ordenación de las enseñanzas podía variar de un colegio a otro para adaptarse a las situaciones específicas de cada uno, en general se atenían a lo establecido en dicha reglamentación, cuya primera versión data de 1585, promulgándose en 1599 la que serviría de orientación durante los siglos XVII y XVIII¹⁷. Las matemáticas se estudiaban en el ciclo de filosofía, pero en la Asistencia de España solo un número pequeño de colegios contaba con maestro de matemáticas, normalmente era el profesor de filosofía el que impartía esta materia.

Nuevas instituciones de enseñanzas medias se crearon en el siglo XVIII para proporcionar una educación diferenciada según la procedencia social del alumnado. Estamos hablando de los Seminarios de Nobles, regentados por los jesuitas; los reales

¹⁵ En Valencia esta rivalidad ha sido estudiada por Telesforo M. Hernández y Vicente León Navarro en la obra citada en la nota anterior. También en Vicente León Navarro, *Lluita pel control de l'educació valenciana al segle XVIII: jesuïtes, escolapis i il·lustrats*, (Gandía: CEIC Alfons el Vell, 2010).

¹⁶ Los jesuitas, hasta su expulsión gestionaban colegios y casas en numerosas ciudades y mantenían una fuerte presencia en centros urbanos importantes por su relevancia económica, social y política. Así, tenían dos colegios en Barcelona y en Zaragoza, tres en Valencia y en Valladolid, cinco en Sevilla y seis en Madrid. Teófanos Egido, «El siglo XVIII: del poder a la extinción», en Teófanos Egido (coord.), *Los jesuitas en España y en el mundo hispánico*, (Madrid: Fundación Carolina. Centro de Estudios Hispánicos e Iberoamericanos, 2004), 225-278: 227.

¹⁷ En el ciclo inferior, que duraba cinco años, se estudiaba gramática durante tres cursos, y humanidades y retórica en otros dos, con especial atención al dominio del latín y griego. El ciclo superior se componía de tres años de filosofía, con un año para la lógica y las matemáticas, otro para la filosofía natural y la ética y el último para la metafísica y las matemáticas superiores; los aspirantes al sacerdocio seguían después cuatro cursos de teología, que se podían aumentar en dos más de formación privada para los que pretendían el grado de doctor o el título de maestro. Este esquema podía ser modificado y solo era completado por los destinados a convertirse en padres de la Compañía. Véase Miquel Batllori, *Ratio Studiorum, L'ordenació dels estudis dels jesuïtes*, (Vic: Eumo editorial, 1999), Introducció, X-XXXI. Carmen Labrador Herráiz, «Estudio Histórico pedagógico», en Eusebio Gil Coria (ed.) *La pedagogía de los jesuitas, ayer y hoy* (Madrid: Universidad Pontificia de Comillas, 2002), 23-58. Agustín Udías Vallinas, «Profesores de matemáticas en los colegios de la Compañía de España, 1620-1767», *Archivum Historicum Societatis Iesu*, vol. LXXIX, Fasc. 157 (enero-junio 2010), 5.

Estudios de San Isidro, que sustituyeron al Colegio Imperial tras la expulsión de la Compañía de Jesús, o el Real Seminario de Vergara, en el que destacaba su orientación práctica científico-técnica. En Vergara se dotaron las primeras cátedras de química y mineralogía, se estableció un gabinete de física y un laboratorio de química¹⁸.

2.2 Estudios superiores.

La introducción de las ciencias físico-matemáticas y de la física experimental en las academias y militares y en la universidad ha sido objeto de numerosos trabajos. Me ocuparé brevemente de ello en el próximo capítulo. Son las enseñanzas en las instituciones jesuíticas la que centran mi interés, en particular las desarrolladas en el Seminario de Nobles de Madrid.

3. La Ciencia de los jesuitas

Los jesuitas, por su poderosa presencia educativa durante los siglos XVII y XVIII en el orbe católico, tuvieron un papel relevante en la circulación y recepción de las ideas científicas¹⁹. En la Compañía, el conocimiento constituyó siempre uno de los pilares, seguramente el más sólido, del apostolado al que estaban llamados a ejercer. Los aspirantes tenían que demostrar dotes intelectuales, formación sólida y voluntad de acción a lo largo de los catorce años de preparación que tenían que cumplir para convertirse en Padres de la Orden²⁰. Los logros científicos de muchos de ellos no son nada desdeñables, la Sociedad puede presumir de una larga nómina de nombres que han quedado en la historia de la ciencia, sino siempre como primeras figuras, sí como colaboradores en las tareas de la investigación de la naturaleza. Ciñéndonos al periodo comprendido entre el momento de la fundación de la Orden y finales del XVIII, cabe destacar a personajes como Kircher, Clavius, Cabeo, Cysat, Scheiner, St. Vincent, Riccioli, Fabri, Lana de Terzi, Deschales, Pardies, Riccati, Grimaldi, Castel o Boscovic, por no hablar de la influencia que ejercieron a través de sus textos filosóficos y matemáticos²¹. El setecientos no es desde luego su momento de esplendor científico, encorsetados como estaban dentro

¹⁸ Eloísa Mérida-Nicolich, «Las Sociedades Económicas del Amigos del País», en Delgado (coord.), *Historia de la educación en España...* 681.

¹⁹ Algunos estudiosos, como J.L. Heilbron, afirman que “The single most important contributor to the support of the study of physics in the seventeenth century was the Catholic Church and, within it, the Society of Jesus”, en *Elements of Early Modern Physics*, (University of California Press: 1982), VIII.

²⁰ Steven Harris, *Jesuit ideology and Jesuit Science: scientific activity in the Society of Jesus 1540-1773*, Dissertation (University of Michigan: 1988).

²¹ Sobre la influencia de los textos matemáticos de autores jesuitas en España, véase Víctor Navarro Brotons, «Las ciencias en la España del siglo XVII: el cultivo de las disciplinas físico-matemáticas», *Arbor* CLIII, 604-604, (abril-mayo 1996), 197-252: 203-216.

de las directrices de las Congregaciones. Esto no quiere decir que los Padres no buscaran subterfugios para irse deshaciendo progresivamente de la filosofía natural aristotélica, adoptando cautelosamente las novedades. Los jesuitas eran flexibles, se acomodaban a las costumbres de los pueblos de misiones –un ejemplo paradigmático es el caso de Mateo Ricci y de otros miembros de la Compañía en el Imperio chino²² –y, llegada la ocasión, a los cambios que se estaban efectuando en la filosofía natural. Si no se podía alterar el *curriculum*, se podía establecer una nueva materia, la física experimental, que no entraba en sutilezas metafísicas y presumía de no vincularse a ningún sistema.

A sus aportaciones científicas y humanísticas, a la enorme proyección de sus tareas, así como a su influencia en los estratos sociales cercanos al poder, se ha dedicado una abundante literatura que nos presenta una colectividad compleja, en la que la hermenéutica del voto particular de obediencia al que sus miembros se comprometían adquiere rasgos peculiares en el ámbito de las actividades intelectuales: el compromiso con la Orden no impedía la disidencia con las regulaciones establecidas. Centrándonos en la contribución de los jesuitas a la producción y circulación del conocimiento científico, seguiremos la línea interpretativa y analítica que desde un enfoque interdisciplinar y renovado ha puesto el acento en una supuesta “vía de proceder propiamente jesuítica”²³.

Los jesuitas son actores indispensables en el desarrollo de la ciencia dieciochesca en España, tanto si se les mira como renovadores de las ciencias físico-matemáticas, al

²² Sobre Matteo Ricci, Jonathan D. Spence, *El palacio de la memoria de Matteo Ricci* (Barcelona: Tusquets, 2002); Michela Fontana, *A Jesuit in the Ming Court* (Lanham, MD: The Rowman & Littlefield Publishing Group, 2011).

²³ En *The Jesuits: Culture, Science and the Arts, 1540-1773*, editada por John W. O'Malley, encontramos una selección cuidadosa de contribuciones recientes a la historiografía de la Compañía que enfatiza el papel jugado por los jesuitas en la ciencia de la Edad Moderna, John W. O'Malley (ed.) *The Jesuits: Culture, Science and the Arts, 1540-1773* (Toronto: University of Toronto Press, 2000). A Steven James Harris, *Jesuit ideology and jesuit science...* debemos un estudio indispensable sobre las características y valores de la Sociedad y su relación con las particularidades de su forma de hacer ciencia. Tomando como eje director la actividad científica de los jesuitas y su vinculación al contexto institucional y apostólico de la Compañía, encontramos bajo la coordinación de Mordechai Feingold (ed.), *Jesuit Science and the Republic of Letters*, (Cambridge (MA): MIT press, 2003) una serie de ensayos que aportan una visión remozada de la recepción de la nueva ciencia y de su interacción con la cultura de la Orden. La censura interna, el acomodo de la física moderna a la filosofía natural aristotélica y la enseñanza de la física experimental en los colegios regentados por la Compañía son los tres aspectos que centran el trabajo de Marcus Hellyer, *Catholic Physics. Jesuit Natural Philosophy in Early Modern Germany*, (Notre Dame (IN): University of Notre Dame, 2005). Por su parte Peter Dear, en *Discipline and experience. The mathematical way in the Scientific Revolution*, (Chicago: The university press, 1995), examina los debates internos dentro de la Orden en torno a los fundamentos y principios que debían guiar la investigación de la naturaleza y, en particular, si las ciencias físico-matemáticas se ajustaban a ellos, cuestión de la que dependía su legitimidad para abordar cuestiones de la filosofía natural. Agustín Udías Vallina proporciona una síntesis de las actividades científicas de los miembros de la Compañía a lo largo de la historia, con un listado de jesuitas científicos encuadrados en sus respectivas disciplinas, Agustín Udías Vallina, *Jesuit contribution to Science. A history*, (Cham: Springer, 2014).

menos en el ámbito educativo, como si se les acusa de haber frenado los aires modernizadores que corrían por la península. Sus contemporáneos nos dejaron testimonios a su favor y en su contra e, incluso hoy en día, los historiadores no se ponen de acuerdo en la valoración de sus actuaciones ni en las causas que llevaron a su expulsión²⁴. Lo cierto es que eran una Orden poderosa, muy favorecida por la Corona, que los nombraba confesores reales, educadores de los infantes y rectores de instituciones prestigiosas. En las enseñanzas medias ejercieron un dominio indiscutible, pero además regentaron universidades, ocuparon cátedras universitarias, dispusieron de observatorio astronómico y se hicieron cargo de los colegios fundados por la monarquía. Víctor Navarro Brotons examina la tradición científica de los jesuitas en España, la influencia que ejercieron en los partidarios del cambio y los contactos y relaciones que mantuvieron con los hombres de ciencia de su época, ofreciendo una visión integradora del desarrollo de su actividad en los siglos XVII y XVIII²⁵.

Las disciplinas científicas que cultivaron con mayor asiduidad los jesuitas fueron las englobadas en las llamadas en la época ciencias matemáticas, y a la actitud hacia ellas dentro de la Orden se han dedicado numerosos estudios en los que se pone el acento en el nexo entre la estructura de valores de la Compañía y su vocación intelectual²⁶. La legitimidad de las ciencias físico-matemáticas para el estudio de la naturaleza fue objeto de un intenso debate interno que modeló la forma que adoptó la investigación, la recepción y la circulación del conocimiento dentro de la Compañía, con consecuencias palpables en las enseñanzas que tenían a su cargo. La publicación de obras por parte de los padres de la Compañía estaba sometida a la censura de sus Superiores, que no veían con buenos ojos aquellas que no estaban estrictamente relacionadas con sus actividades

²⁴ Una crítica demoledora sobre la enseñanza proporcionada en el Seminario de Nobles de Madrid y el en Colegio Imperial ha sido recogida por Francisco Aguilar Piñal en «Diálogos de Chindulza (fragmentos sobre Madrid), *Anales del Instituto de Estudios Madrileños* II (1967) 483-506: 493-500.

²⁵ Víctor Navarro Brotons, «Tradition and Scientific Change in Early Modern Spain: The role of the Jesuits», *Jesuit Science and the Republic of Letters*, 331-387. Navarro se centra en dos tipos de instituciones de enseñanza, el Colegio Imperial y los seminarios de Nobles de Madrid, Cádiz y Barcelona, con un ágil recorrido por las universidades de Gandía y de Cervera, destacando la presencia en esos establecimientos de profesores extranjeros que tenían un buen conocimiento de las matemáticas de la época y que hicieron aportaciones originales en algunos de sus campos. Por su parte, los jesuitas españoles cultivaron los estudios de matemáticas y de astronomía: en la observación de los cielos tuvieron una actividad relevante dentro del endeble panorama de la ciencia en España. Las dos ciencias están bien representadas en la obra del Padre José de Zaragoza (1627-1679), cuidadoso observador que hizo aportaciones originales en ambos campos de estudio.

²⁶ Harris, en *Jesuit ideology and jesuit science...*, 194 y ss. explora la relación entre los valores, ideales, objetivos e instituciones asociados a la “ideología jesuítica” y la actividad científica desarrollada dentro de la Compañía. En la misma línea se manifiestan autores como Rivka Feldhay en «The cultural field of Jesuit science», en John W. O'Malley, et al (ed.) *The Jesuits. Culture, Sciences, and the Arts 1540-1773*, 107-130: 113, donde menciona a otros proponentes de esta caracterización, como Ugo Baldini y Peter Dear.

docentes o pastorales, y menos todavía si contenían “novedades”. En 1651 se codificaron una serie de prohibiciones que afectaron al trabajo que desarrollaban algunos jesuitas, obligados a veces a buscar subterfugios para dar a conocer sus opiniones, como incluir sus propias investigaciones camufladas en los manuales de los alumnos o presentar de forma ambigua su postura frente a ciertas doctrinas; en ocasiones hacían explícita su renuncia a las mismas, pero indicando que se expresaban de ese modo por mandato superior. La censura afectó a la teoría heliocéntrica y al atomismo y, en general a todo aquello que entrara en conflicto con filosofía aristotélica tomista. Los altos niveles de disciplina interna no impidieron que los jesuitas fueran capaces de abordar intelectualmente novedades que eran “opinables”, e incluso que introdujeran en sus enseñanzas doctrinas consideradas erróneas dentro del mundo escolástico, librándose de la reprimenda censora mediante el recurso al estatus hipotético de la teoría²⁷. Los jesuitas, ni como individuos aislados ni como comunidad –dentro de la cual existía una pluralidad de sensibilidades–, estaban atrincherados en la fortaleza escolástica, por más que la postura oficial y ortodoxa fuera la carta monolítica de presentación de la Orden.

3.1 Las ciencias matemáticas en la Compañía.

Los estudios de matemáticas correspondían a la etapa de filosofía. Las matemáticas se dividían en puras –aritmética, álgebra y geometría– y mixtas, donde entraban disciplinas como la óptica, astronomía, estática, mecánica, hidrostática, hidráulica, música, fortificación, calendario, gnomónica, etc.²⁸. Los colegios de los jesuitas se caracterizaron por la importancia que dieron a la enseñanza de las matemáticas, más que ninguna otra Orden religiosa²⁹. Hay que hacer constar que a pesar de las afirmaciones anteriores no todos los colegios contaban con una cátedra de matemáticas, muchos solo impartían esta

²⁷ Mordechai Feingold, «Jesuits Savants», en *Jesuit Science...* 1-45.

²⁸ Ugo Baldini, en «The Academy of Mathematics of the Collegio Romano from 1553 to 1612», en *Jesuit Science...* 48-98: 50, caracteriza la adscripción de una rama del conocimiento a las matemáticas mixtas al hecho de haber adoptado métodos cuantitativos, mientras que aquellas que no lo habían hecho formaban parte de la física o filosofía natural. Es decir, a las matemáticas mixtas se adscribían aquellas disciplinas cuyas premisas tuvieran su origen en la física, pero cuyo tratamiento fuera matemático.

²⁹ François Dainville ha realizado numerosos estudios sobre la enseñanza de las ciencias en los colegios franceses y atribuye ese énfasis no solo a la importancia de sus aplicaciones prácticas para la formación de aquellos alumnos que pensaban seguir la carrera militar o estudios universitarios, sino también a los aspectos propedéuticos atribuidos generalmente a estas disciplinas –regular la imaginación, disciplinar la atención, el gusto por el orden y la claridad, la fuerza lógica y argumentativa, la precisión de los axiomas y del lenguaje matemático, el rigor de las demostraciones– que coincidían con los valores cultivados en la Compañía: método, orden, disciplina, uso de la razón, François Dainville, *L'éducation des jésuites (XVI-XVIII siècles)*, (Paris: Les éditions de minuit, 1978), 311-423.

enseñanza en el ciclo inferior y a menudo en el ciclo superior estaba a cargo del profesor de filosofía por falta de un maestro de matemáticas³⁰.

Volviendo a la consideración epistemológica de las matemáticas recordemos que algunos de los miembros de la Sociedad defendían que las matemáticas eran ciencia auténtica en el sentido aristotélico y que sus demostraciones tenían certeza, pero enfrentados a ellos se encontraban quienes sostenían que, al no investigar las causas de los fenómenos, del cambio o del movimiento, no tenían la consideración de ciencia; no se basaban en principios físicos y su metodología no obedecía al canon silogístico, simplemente describían³¹. Frente a esta postura, Christopher Clavius (1537-1612), profesor del *Collegio Romano*, se situó desde la primera hora a favor de la certitud de las matemáticas y recomendó vivamente la inclusión de su enseñanza en los estudios de filosofía (*Ordo servandus*); en estas disciplinas no se daban disputas y desacuerdos, en contraste con lo que sucedía entre las numerosas escuelas filosóficas³². Las matemáticas, en efecto, trataban de abstracciones pero estaban también en las cosas materiales y por tanto eran un intermediario entre la filosofía natural y la metafísica, reivindicando así la capacidad de las matemáticas para conocer el mundo sensible. A lo largo del siglo XVII los discípulos de Clavius siguieron defendiendo el estatus científico de las matemáticas, y no solo en el *Collegio Romano*³³.

³⁰ *Ibid.*, Dainville nos ofrece los siguientes datos: al comienzo del siglo XVIII, de 620 colegios en Europa solo 95 contaban con cátedra de matemáticas; en España, de 126 solo el Colegio Imperial tenía dotadas cátedras. Los datos de Udías, *Jesuit contribution to science...* 23, son muy parecidos: a lo largo de los siglos XVII y XVIII, 91 cátedras de matemáticas en los 625 colegios de la Compañía; en España, de 130 colegios, solo tres cátedras.

³¹ Según Aristóteles las matemáticas trataban de los aspectos cuantificables de las cosas, es decir de los aspectos accidentales y no de las cosas en sí y por tanto no formaban parte de la filosofía natural; sus demostraciones eran validas en cuanto a los entes abstractos, pero no podían extrapolarse a los seres materiales: el conocimiento matemático estaba basado en la imaginación y no en los sentidos. Para la mayoría de los escolásticos, la abstracción matemática colocaba a las disciplinas matemáticas, tanto puras como aplicadas, fuera de la ciencia verdadera. Alessandro Piccolomini (1508-1579) tuvo una gran influencia en esta corriente mayoritaria entre los jesuitas a través de su *Commentarium de certitudine mathematicorum disciplinarum* incluido en *In Mechanicas Quaestiones Aristotelis* (1547), en el que en la jerarquía de las ciencias colocaba a las matemáticas por debajo de la lógica y de la física.

³² Para una sucinta presentación del tema y de la bibliografía asociada véase Víctor Navarro Brotons, «Tradition and Scientific Change in Early Modern Europe: The role of the Jesuits», en *Jesuit Science...* 331-387. Igualmente puede consultarse José Luis Paradinas Fuentes, «Las Matemáticas en la *Ratio Studiorum* de los jesuitas», *Llull* 35 (75) 1^{er} semestre, 129-162. Clavius, siguiendo a Proclus ideó un programa de estudios matemáticos que comprendían dos ramas: las matemáticas puras y las mixtas o aplicadas, en las que se abordaban problemas físicos desde la perspectiva de las matemáticas, véase Rivka Feldhay, «The cultural field of Jesuit science», en *The Jesuits. Culture, Sciences, and the Arts...* 107-130: 110.

³³ Así, en los Países Bajos católicos se formó un grupo de estudiosos matemáticos en la órbita de Gregory of Saint Vincent para los que las matemáticas resultaban indispensable en el estudio de la filosofía natural. Joannes Ciermans (1602-1648) y su círculo mantuvieron una visión realista de estas disciplinas y no las vieron únicamente como instrumentales, G.H.W. Vanpaemel, «Jesuit science in the Spanish Netherlands», en *Jesuit Science...* 389-432.

3.2 Filosofía natural y matemáticas en la educación jesuítica.

Para Rivka Feldhay el sistema educativo de los jesuitas había propiciado hacia 1620 un discurso científico que diferenciaba el ámbito de estudio de las matemáticas dentro de la Compañía: contaba con especialistas en la disciplina, cátedras de enseñanza, manuales producidos por sus miembros, redes de correspondencia, intercambios internacionales y una delimitación del campo de trabajo y de los problemas que se podían abordar desde los principios y métodos de las matemáticas. Para entonces otros colegios, aparte del de Roma, que siguió manteniendo la primacía, desarrollaban actividades de investigación, creando un estilo particular que denotaban como “físico-matemático”³⁴. Feldhay considera que la cultura científica jesuítica estaba sometida a las contradicciones derivadas de un mecanismo inclusivo que si bien permitía la transmisión de doctrinas no aceptables para la Orden, existían unos controles, como la censura interna o la propia normativa uniforme de la *Ratio*, que establecían los límites doctrinales en la frontera de la ciencia aristotélica. Así ocurría con la teoría copernicana, que podía ser expuesta como hipótesis, para ser rechazada de plano por razones de fe³⁵.

La imagen que nos presenta Feldhay de la cultura científica jesuítica del XVII está dotada de elementos dinámicos y renovadores eficaces, pese a las constricciones resultantes de las reglamentaciones internas y de las prohibiciones de la jerarquía eclesiástica. La penetración de novedades filosóficas era vista en la Compañía como un peligro que había que evitar para salvaguardar la teología; por otra parte eran consideradas poco apropiadas para proporcionar al alumnado una formación sólida y moldeada por principios seguros. La censura se fundamentaba en la necesidad y búsqueda de uniformidad de los contenidos, y venía regulada por las instrucciones y vigilancia de la jerarquía, pero en su práctica constituía un proceso controvertido que dependía a veces de los superiores correspondientes, del prestigio del autor o del ambiente cultural local, amén de que muchos jesuitas encontraron los modos de evitar sus consecuencias, como ya se ha expuesto anteriormente. La Compañía como sabemos atacó las teorías cartesianas, entre otras razones por la cuestión de las especies eucarísticas que convertía en imposible la conciliación con la filosofía de Descartes, si bien no fue la única instancia

³⁴ Rivka Feldhay, «The cultural...», 115.

³⁵ Ver Ugo Baldini, «The Academy of Mathematics...», que pone de manifiesto los trabajos en Padua de Marco Antonio De Dominis, de Giuseppe Bianci en Parma y un poco más tarde de Riccioli y Grimaldi en Bolonia.

que condenó la obra del pensador francés³⁶. Descartes resultaba peligroso: borraba las fronteras disciplinares entre física y matemáticas en las que tanto habían trabajado los jesuitas matemáticos para evitar confrontaciones con la filosofía aristotélica. Al postular la extensión como esencia de la materia, Descartes había equiparado física con geometría, de modo que las matemáticas se convertían en la llave que abría la puerta de la explicación de los fenómenos naturales. Ya no se trataba de las disciplinas que formaban las matemáticas mixtas o las ciencias físico-matemáticas, la reivindicación provenía igualmente de las matemáticas puras. La mecánica, la disciplina más propensa a la forma matemática, resultaba fundamental para conocer las leyes de la naturaleza, que eran las mismas que funcionaban en los entes creados por la mano del hombre; artefactos y entes naturales se regían por los mismos principios, basados en el tamaño, la figura y el movimiento³⁷. La distinción aristotélica entre lo artificial y lo natural era admitida sin problemas al principio del seiscientos; el surgimiento de la filosofía mecánica sin embargo supuso un debilitamiento de esta dicotomía, dando una superioridad ontológica a aquellas ciencias matemáticas que hacían uso de diseños artificiales para investigar la naturaleza. En la filosofía natural tradicional no había cabida para el arte; al postularse una identificación entre lo que ocurría en la naturaleza y en el experimento, al diluirse la distinción arte/naturaleza se debilitaban las fronteras entre la filosofía natural y las matemáticas. Para los jesuitas, sin embargo, la distinción arte/naturaleza debía ser mantenida, en primer lugar, por ser una categoría legítima; y en segundo lugar porque les permitía seguir utilizando aparatos e instrumentos en la investigación de la naturaleza. Las matemáticas mixtas tenían mucho que ver con los entes físicos, pero solo trataban de la cantidad y la medida y no de causas físicas y, de este modo, la separación de las matemáticas y de la física preservaba la metodología de los procedimientos experimentales, negando que pretendieran obtener conocimiento físico: los matemáticos podían interferir con sus instrumentos en el orden de la naturaleza.

³⁶ La Inquisición lo hizo en 1663, y la universidad parisina en 1691, pero no solo el mundo católico alzó la voz contra el filósofo francés, en la galaxia protestante no se anduvieron a la zaga. El rasgo que diferencia a los jesuitas de otras órdenes religiosas respecto a la actitud que tomaron frente al cartesianismo es su contumacia y la unidad de acción con que lo atacaron.

³⁷ Roger Ariew *et al.*, *The A to Z of Descartes and Cartesian philosophy* [Rekurs electrònic] (Lanham, Md.: Scarecrow Press, 2010), 161.

3.3 El criterio de experiencia y su transformación³⁸.

Peter Dear dedica un extenso análisis a las estrategias que utilizaron los jesuitas matemáticos para transformar el experimento en principio del conocimiento científico del mundo natural. Aristóteles concedía un lugar de privilegio a la experiencia, entendida como observación del curso ordinario de los fenómenos; se caracterizaba por ser accesible al común de los mortales y estar admitida de forma general. La física experimental colocó como base de sus resultados el experimento, que consistía en una práctica diseñada específicamente para analizar un fenómeno concreto, realizada en un lugar y tiempo determinado y comprobable por unos pocos. El problema epistemológico que se planteaba era la asignación a un hecho singular de capacidad demostrativa universal, es decir, de obtener verdades válidas y generales, asimilando así el experimento a la experiencia.

Dear centra su atención en las prácticas filosóficas de la época, en particular, sobre lo que se aceptaba como procedimientos adecuados en el estudio de la naturaleza, para lo que entiende que se necesita indagar las categorías cognitivas y disciplinarias que enmarcaban las actuaciones y que posibilitaron, no obstante, las innovaciones³⁹. Su objetivo es poner de relieve las estrategias seguidas por los jesuitas matemáticos, consistentes en reforzar la continuidad metodológica de sus actuaciones con el pasado, es decir, integrar el experimento en la metodología aristotélica mediante la transformación de la categoría “experiencia”: presentación de numerosos datos, como es el caso de las tablas astronómicas; relatos detallados de los experimentos; examen de las observaciones como problema geométrico; introducción de un conjunto de instrucciones a seguir; alusión a la presencia de testigos; reivindicación de su pericia como experimentadores; recursos retóricos en las descripciones presentadas: en definitiva, procurando de estos modos que ese conocimiento derivado de los nuevos procedimientos circulara y se hiciera público, convirtiéndolo en general y universal. Aparte de las estrategias ya mencionadas, utilizaron la revisión histórica del trabajo de sus predecesores con el propósito de dotar de continuidad con el pasado su propia actividad, codificando las características esenciales de su disciplina, de sus prácticas, de su método, de modo que las innovaciones

³⁸ Dear, *Discipline and experience*..., 5-163

³⁹ Dear, *Discipline and experience* ..., 5-7. Dear analiza la cuestión desde la dinámica interna de la filosofía aristotélica y de su concepción del conocimiento científico. Peter Dear (ed.) «The Literary Structure of Scientific Argument» *Historical Studies*, (Philadelphia: University of Pennsylvania, 1991).

se presentaban con las marcas de autenticidad de la tradición y quedaban justificadas⁴⁰. Sin embargo la legitimización de la vía experimental no se extendió a su uso en la filosofía natural.

3.4 La física experimental en la Compañía. Su enseñanza.

Abundando en la nueva percepción de la actividad jesuítica en el siglo XVII sugerida por recientes estudios, G.H.W. Vanpaemel indica que si bien la imagen de la Compañía globalmente considerada era la de paladín del aristotelismo, presentando una tenaz oposición a las nuevas corrientes filosóficas durante el seiscientos, no faltaron iniciativas que se adentraron en la realización de experimentos y en consideraciones sobre la capacidad de las ciencias matemáticas para explicar la naturaleza⁴¹.

La adhesión de la Orden en su conjunto a la filosofía aristotélica, aunque no impidió la inclusión de opiniones que atentaban contra ciertos elementos del cuerpo doctrinal escolástico, obstaculizó eficazmente la articulación de las nuevas aproximaciones al estudio de la naturaleza con las corrientes que se habían manifestado entre los jesuitas matemáticos. A finales del siglo XVII la ciencia practicada y enseñada por los jesuitas discurría por una vía muerta⁴². La filosofía moderna, la nueva física, echaba por tierra las doctrinas sostenidas por Aristóteles, era corpuscular sino atomista; negaba el hilemorfismo; las novas y las manchas solares, descubiertas por Galileo y Scheiner contradecían la incorruptibilidad de los cielos; la levedad perdía su carácter de cualidad,

⁴⁰ El problema que se planteaba a los jesuitas matemáticos era que las experiencias tenían que ser universales según la metodología aristotélica, pero eran conscientes de que sus prácticas astronómicas u ópticas no casaban con la concepción tradicional de experiencia. En efecto, tras la invención del telescopio, pongamos por caso, estaba claro que los fenómenos que se registraban no estaban al alcance de todos, eran discretos y se observaban en lugares específicos y en tiempos determinados. Aunque se expresaran las observaciones como afirmaciones de carácter general y universal, su evidencia estaba constreñida por la concepción de lo que hacía que una experiencia pudiera ser tomada como principio general. La vía experimental, su admisión como recurso epistemológico legítimo, la reivindicación de la validez de sus consecuencias pese a ser obtenidas de hechos singulares, abrió un debate sobre la inducción, que mientras era concebida como meramente ilustrativa de la vinculación de lo concreto a lo general no suponía un problema especialmente grave. Sin embargo, ante la asignación de capacidad demostrativa a la física experimental surgieron voces que rechazaban la fiabilidad de los resultados provenientes de observaciones específicas, pues los factores subyacentes eran desconocidos y podían producirse modificaciones con el tiempo. Sustentada en fenómenos repetidos, en la enumeración completa de ejemplos o en el reconocimiento por percepción de un universal, la inducción como forma de conocimiento seguro no dejaba de ser una cuestión problemática. Dear, *Discipline and experience* ... 32-62

⁴¹ Vanpaemel, «Jesuit science in the Spanish...», 389: “The disciplinary boundaries between mathematics and physics would have to be renegotiated so that machines and the phenomena they revealed could be treated as physical problems and not solely mathematical”.

⁴² Carlos Solís Santos, «Erudición, magia y espectáculo: el juicio de la República de las Letras sobre Athanasius Kircher», *ÉNDOXA: Series Filosóficas* 19, (2005), 243-313: 246-256, ofrece una visión mucho menos complaciente de la ciencia jesuítica que los autores citados hasta ahora, aunque no por ello incompatible con las propuestas de estos.

el movimiento se reducía al movimiento local, el vacío dejaba de ser una hipótesis para convertirse en una realidad, la Tierra giraba en torno al Sol. Estos debates traían consigo cambios en la percepción de los fundamentos epistemológicos y metodológicos de la filosofía natural. De ser en el canon escolástico una ciencia especulativa dominada por argumentos silogísticos, se iba convirtiendo en una disciplina en la que la repetición de observaciones, la construcción y diseño de experimentos y el estudio de fenómenos particulares se alzaban como los métodos adecuados para el conocimiento de la naturaleza⁴³.

En el siglo XVIII la estructura del *curriculum* y su contenido cambiaron profundamente, en contraste con lo que había ocurrido en la segunda parte del anterior. Las presiones externas para adecuar las enseñanzas a los desarrollos científicos y a las necesidades de sus estudiantes y las propias propuestas dentro de la Compañía motivaron que la enseñanza de la filosofía ampliase la parte correspondiente a la filosofía natural en detrimento de la lógica y la metafísica, y que se diera preponderancia a la física particular, vinculada estrechamente a la física experimental. Pero ello, según Markus Hellyer, no se debió a un cambio en las estructuras de la censura ni a una relajación de las regulaciones, sino a su transformación. En 1706 se promulgó una nueva lista de prohibiciones doctrinales, siendo la duda metódica, la ausencia de forma, la negación de los accidentes y en general la teoría de la materia de Descartes los elementos que se recalcaron como especialmente peligrosos⁴⁴. En la Congregación XVI, de 1731, se declaró que no había incompatibilidad entre la filosofía aristotélica y la física experimental, dictamen que fue ratificado en la Congregación de 1751. No por ello se cambió en nada el *ukase* de 1651, aunque progresivamente se fue aliviando el control reglamentario y admitiendo que las doctrinas sujetas a censura fueran unas pocas. El núcleo duro de las prohibiciones seguía residiendo en cuestiones propias de la física general relacionadas esencialmente con la composición de los entes naturales y sus propiedades, pero no perturbaban el tratamiento que hacían la física experimental y las disciplinas físico-matemáticas de temas que tradicionalmente pertenecían aquella.

⁴³ Hellyer, *Catholic Physics...* 89.

⁴⁴ Pese a las prohibiciones y persecuciones que padeció la filosofía cartesiana, su influencia se extendió por el continente e incluso algunos jesuitas mostraron su afinidad con algunos puntos de la misma, como el caso del P. Pardies; de hecho, en el XVIII los jesuitas enseñaban la doctrina cartesiana en sus instituciones de enseñanza, Heilbron, *Elements of Early...* 28-30. En la decimosexta congregación de 1731-32, también se hizo un listado donde el cartesianismo quedaba excluido, lo que no impidió a algunos jesuitas seguir dedicando una atención considerable en sus lecciones y textos a la filosofía cartesiana, Heyller, *Catholic Physics...* 171.

Los debates sobre la certitud de las matemáticas, la diferenciación disciplinar entre matemáticas y filosofía natural y la aceptación de la vía experimental como actividad legítima para el conocimiento de la naturaleza propiciaron la integración en el *curriculum* de aquellas novedades que habían sido previamente denostadas y censuradas, pero hacia las que existía en el XVIII un amplio consenso en la comunidad científica. Las enseñanzas que impartían en sus colegios, sostenidos a menudo por patronos que demandaban una formación religiosa unida a una educación de calidad, no podían quedar al margen de los desarrollos científicos de la época, y si bien la filosofía natural siguió siendo aristotélica, se podían exponer doctrinas “opinables” e incluso antagónicas acudiendo al recurso de no comprometerse con ellas o de objetarlas. En las ciencias físico-matemáticas quedaba autorizado el tratamiento matemático de cuestiones pertenecientes al dominio de la filosofía natural, como la mecánica y en general la teoría del movimiento. Para las investigaciones derivadas de la experimentación se crearon gabinetes de física, se compraron instrumentos, se instruyó al profesorado y se establecieron cátedras de física. Las teorías corpusculares y mecanicistas dejaron de ser anatema, se creó una opinión favorable hacia ciertos elementos de la filosofía de Descartes, aunque no a sus principios metafísicos. De hecho, entre los jesuitas franceses hubo una fuerte inclinación hacia el cartesianismo, especialmente al representado por Jacques Rohault, que prescindía en buena medida de la metafísica subyacente a la física de Descartes. Es notorio el éxito que alcanzaron las *Conversaciones* del P. Regnault, que conocieron varias ediciones y que ejercieron una fuerte influencia en los colegios de la Compañía. En cuanto a Newton, primeramente pasó desapercibido cuando no negado, después fue aceptado eclécticamente y con reservas para por último rendirse a la evidencia newtoniana. El obstáculo más importante hacia la física de Newton residía en que suponía la teoría heliocéntrica y en la falta de explicación mecanicista de la gravedad, pero en esto último no estaban solos los jesuitas, era una objeción levantada por muchos filósofos que además de exigir un mecanismo de interacción que comunicara la fuerza de atracción, aspiraban a una fundamentación metafísica del conocimiento natural. Hacia 1750 la física de los jesuitas era ecléctica y en algunos casos, como el de Boscovich o el P. Paulien, claramente newtoniana.

La enseñanza impartida por los jesuitas españoles se vio muy influida por las producciones de los jesuitas franceses. Las congregaciones generales de la Compañía ponen de manifiesto la evolución que experimentó la enseñanza de las ciencias físicas; sin prescindir de Aristóteles, base fundamental del curso de física, se admitió a medida

que transcurría el siglo la física experimental, sobre todo en asuntos asignados a la física particular. De hecho, en Francia los colegios de jesuitas gozaban de gabinetes bien dotados y sus profesores defendían, frente al mero espectáculo, una experimentación científica que constatará los hechos, prescindiera de lo accesorio y fuera cautelosa a la hora de obtener conclusiones⁴⁵. En estas primeras décadas del XVIII el cartesianismo de los jesuitas franceses arremetió contra la estrella ascendente de Newton: el P. Castel atacó la atracción newtoniana; el P. Aubert defendió la teoría de las mareas de Descartes; los jesuitas se decantaron por los Cassini en la polémica sobre la figura de la Tierra y, en general, negaron el vacío. Como siempre, no faltaron dentro de la Compañía los que, como el P. Paulien, dieron a la luz “*un cours de physique, un système de matières liées et assortis à la physique de Newton*”⁴⁶, o como el P. Pèzenas, que tradujo al francés el *Tratado de Fluxiones* de McLaurin, pero ya en la segunda parte del setecientos.

4. Real Seminario de Nobles de Madrid.

Disponemos de una serie de documentos y de estudios que nos permiten acceder a algunos rasgos distintivos del Real Seminario de Nobles de Madrid. Las *Constituciones* recogen la organización de las enseñanzas y las normas de funcionamiento del centro; las *Conclusiones* defendidas por los seminaristas constituyen un material indispensable para conocer los contenidos educativos; los documentos custodiados en el AHN y en otras instituciones proporcionan valiosa información sobre los alumnos, las rentas o los profesores, aunque de la primera etapa del Seminario, la regentada por los jesuitas, tenemos menos noticias que de la posterior, tras la expulsión de los religiosos. No se ha dedicado ningún trabajo al Seminario de Nobles madrileño con la extensión y profundidad consagrada por José Simón Díaz al Colegio Imperial, pero no han faltado incursiones sobre el papel jugado por el colegio, sus profesores y sus alumnos en la sociedad dieciochesca⁴⁷. La función del Seminario en cuanto a su labor educadora ha

⁴⁵ François de Dainville, *L'enseignement scientifique dans les collèges des jésuites*, en, *Enseignement et diffusion des Sciences en France*, 27-65:43.

⁴⁶ P. Paulien, *Dictionnaire de Physique* (1758), Vol 1, 249-250.

⁴⁷ Son de sobra conocidos los trabajos pioneros de Francisco Aguilar Piñal, «Los Reales Seminarios de Nobles en la Política ilustrada española», *Cuadernos Hispanoamericanos* 356 (febrero 1980), 329-349, que ofrece un panorama histórico sobre los seminarios de nobles y la educación de la nobleza en estos establecimientos, así como de su evolución y vicisitudes a lo largo del XVIII, aportando numerosos datos extraídos de la documentación conservada en el AHN, Francisco Aguilar Piñal, El hispanista Jacques Soubeyroux, en «El Real Seminario de Nobles de Madrid y la formación de las elites en el siglo XVIII», *Bulletin Hispanique*, tome 97, n°1 (1995), 201-212, basándose también en fondos del AHN, realizó una primera exploración sobre las características sociales de los educandos, la cultura que se les impartía y su adecuación a los cargos a que estaban destinados. La extracción social de los seminaristas y los empleos a

suscitado un gran interés entre los investigadores, en particular por su papel en la introducción de la ciencia moderna, sin olvidar la influencia que la institución pudo tener en la biografía de algunos de sus educandos y de sus profesores más conocidos. Cuando se trata de ciencia y modernidad resulta casi inevitable prestar atención a lo que se hacía en el Seminario, concretamente al abordar el desarrollo de las matemáticas y de la física en nuestro país. Pionero en la enseñanza de la física experimental⁴⁸, introductor del cálculo en el estudio de las matemáticas, sus actividades obraban como caja de resonancia de la ciencia moderna: los actos académicos, la calidad social de los seminaristas, el favor de la Corona, concedían prestigio al estudio y a la práctica de la ciencia; el Seminario era algo más que un colegio, su designio educativo justificaba la conservación de los privilegios de una clase nobiliaria que estaba destinada al servicio profesional y competente de la monarquía y de la modernización del país. En ese tipo de alumnado residía el crédito de la institución, pero también constituía su talón de Aquiles.

El Seminario de Nobles de Madrid fue fundado por Felipe V en 1725, por Real Decreto de 21 de septiembre de 1725⁴⁹. En 1730 se publicaron sus primeras *Constituciones*, en las

los que accedieron tras su paso por el Seminario han merecido la atención de Francisco Andújar Castillo, «El Seminario de Nobles de Madrid. Un estudio social», *Cuadernos de Historia Moderna*. Anejos, III (2004), 201-225, cuyas conclusiones matizan y difieren de las obtenidas por Soubeyroux. Los estudios de historia social sobre los Seminarios han incidido en su condición de instrumentos de la política ilustrada encaminada a la formación de los mandos del ejército y de las elites al servicio de la administración. José Luis Peset ha puesto el acento en la fuerte orientación castrense de la institución tras la expulsión de los regulares en «Ciencia, nobleza y ejército en el Seminario de Nobles de Madrid (1770-1788)», en *Mayans y la Ilustración: Simposio Internacional en el Bicentenario de la muerte de Gregorio Mayans*, Valencia 1981, 519-535. Álvaro Chaparro Sáinz y Andoni Artola Renedo realizan un estudio prosopográfico en «El entorno de los alumnos del Real Seminario de Nobles de Madrid (1727-1808). Elementos para una prosopografía relacional» en Álvaro Chaparro Sáinz, José María Imízcoz Beunza (eds.), *Educación, redes y producción de élites en el siglo XVIII*, (Madrid: Silex, 2013), 177-200. Hay, entre otros, estudios sobre la enseñanza del francés, la educación física, el arte de la esgrima o la danza y la cortesía.

⁴⁸ El Seminario de Nobles dispuso a mediados de siglo de un gabinete bien dotado, que contaba con 120 piezas y cuyo coste fue de 800.000 reales, lo que le permitió iniciar a los seminaristas en la filosofía y las prácticas experimentales. Recuerda Víctor Guijarro Mora en *Los instrumentos de la ciencia ilustrada: física experimental en los Reales Estudios de San Isidro de Madrid (1770-1835)*, (Madrid: UNED, 2002), 50-65, que estas enseñanzas, las de física experimental, requerían contar con un presupuesto que cubriera los gastos de adquisición y mantenimiento de los aparatos, el sueldo del profesor y del mecánico, a más de una sala adaptada a las demostraciones.

⁴⁹ Decreto de 21 de septiembre de 1725, en *Novísima Recopilación de la Leyes de España*, (Madrid: Rivadeneyra, 1850), Tomo III, Libro VIII, Título III, Ley I, 15. Se dice a veces que el Seminario se fundó a imitación del Colegio Louis Le Grand de París, de hecho así se manifiesta en la *Memoria histórica de la Fundación del Real Seminario de Nobles* que acompañaba a las *Constituciones* de 1755. En realidad el instituto francés no fue una fundación real *ex novo* propiamente dicha, pues existía desde 1562 como Colegio jesuita de Clermont, solo que en 1682 el rey Luis XIV “se déclare fondateur du collège des jésuites à Paris, et le décore du titre de collège Royal, avec l’autorisation de porter ses armes”, manteniendo sus beneficios y aumentándolos, G. Émond, *Histoire du Collège Louis Le Grand depuis sa fondation jusqu’en 1830*, (Paris: 1845), 135. El Colegio no era un centro para la educación exclusiva de los nobles, si bien su prestigio era tan grande que contaba entre sus alumnos a los vástagos de la más alta nobleza de Francia; las diferencias socioeconómicas entre el alumnado podían ser extremas y admitía, a diferencia del seminario

se hacían públicos los criterios de admisión, la finalidad y la ordenación de las enseñanzas y el régimen interior al que tenían que someterse los seminaristas. La formación de caballeros cristianos aparecía como el principal fin del Seminario, pero también se buscaba la instrucción de los pupilos en diversas materias, como eran la gramática, la retórica, la poesía, la lengua francesa y la italiana, el griego clásico, la geografía y las matemáticas⁵⁰. A los alumnos aventajados y que estaban dispuestos a seguir estudios superiores, se les ofrecía la posibilidad de cursar lógica, metafísica, filosofía y derecho canónico. Las enseñanzas del Seminario abarcaban pues desde las primeras letras hasta el ingreso en las facultades universitarias, con atención a los idiomas extranjeros y a las habilidades propias de unos nobles que, en principio, estaban destinados al servicio de la Corte, la administración, el ejército o la marina. Las matemáticas eran un pilar básico de estas enseñanzas, al menos así lo veían los propios jesuitas, como lo expresaba el P. Cassani, pues servían al fin de adiestrar a la nobleza en las habilidades que les eran propias⁵¹. No se hace mención en estas *Constituciones* de la Física experimental, por lo que podemos suponer que en aquellos primeros momentos del Seminario la filosofía natural no se apartaba de los presupuestos aristotélicos que mandaba la *Ratio Studiorum*, ateniéndose en sus contenidos a los libros del Filósofo.

Las *Constituciones* de 1755⁵², impresas por mandato real, son más explícitas en cuanto a la organización de los estudios y el régimen de internado, a más de ofrecer una *Memoria histórica* de la fundación del Seminario *Constituciones* 1755, 15-66. Las razones para la impresión de este opúsculo vienen expresadas en el prólogo, en el que se resalta que el Seminario es “obra para la pública utilidad” y que por tanto, “todos tienen derecho a saber su fin, su gobierno, sus Constituciones y el método de sus estudios”, por lo que “se ha

madrileño, estudiantes externos. Sobre la historia del Colegio véase Gustav Dupont-Ferrier, *Du Collège de Clermont au Lycée Louis Le Grand (1563-1929)*.

⁵⁰ *Constituciones del Real Seminario de Nobles de Madrid*, (Madrid: Gabriel del Barro, 1730). Los seminaristas tenían una serie de actividades religiosas diarias obligatorias, como la misa, el rosario y el rezo del *Te Deum*, a las que hay que añadir la confesión mensual y la comunión.

⁵¹ Así explicaba Cassani las finalidades del Seminario: proporcionar a los jóvenes nobles aquellos estudios “que les pueden pertenecer, así por ornamento de su sangre, como para los altos gloriosos empleos a que desde que son, los ha destinado su mismo nacimiento. A este fin ninguna Facultad más útil cuando no diga necesaria que la aplicación a las Matemáticas: la noticia y explicación de la Fortificación, arte de Escuadrónar y de Fuegos para el General de Ejércitos, el uso de la navegación para el gobierno de las Armadas, las noticias de Geografía, Globo terráqueo para el que gobierna, las curiosidades de la esfera para la conversación y familiar trato en donde se lucen las prendas, la discreción y el útil uso del tiempo, el manejo científico en la Destreza, la diversión de la Música” Joseph Cassani, «Aprobación», en Gaspar Álvarez, *Elementos geométricos de Euclides, dispuestos en methodo breve y fácil, para mayor comodidad de los aficionados u uso del Real Seminario de Madrid*, (Madrid: 1739), p. s.n.

⁵² *Constituciones del real Seminario de Nobles de Madrid* (Madrid: 1755).

juzgado debido darlo todo al público”⁵³, un ejercicio de transparencia que indudablemente servía también para prestigiar a la institución y a sus regentes, y que nos indica el perfil que va tomando ese nuevo sujeto que es el público, al que se le quieren rendir cuentas. El motivo de la fundación del Seminario, se decía en la *Memoria histórica*, era el de proporcionar la educación “de aquella Nobleza, que regularmente no sigue las Universidades y ordinariamente se emplea en el servicio de su palacio y Corte, de sus Ejércitos de mar y tierra, en el Gobierno Económico y Político, en el manejo de los negocios de Estado”⁵⁴ Para los jesuitas, la instrucción en el Seminario tenía como objetivo principal el de formar caballeros cristianos que adquirieran virtudes sólidas; esa formación no podían adquirirla en las academias militares, en las que muchos continuarían sus estudios; pero tras haber pasado en el Seminario hasta los veinte años, sería mayor el provecho que de sus estudios en esas esos centros de formación sacarían los alumnos, más teniendo en cuenta que ya habían adquirido una instrucción sólida en las distintas ciencias. El texto mencionaba la situación deplorable en que se encontraba el Seminario a la muerte de su fundador⁵⁵, para exaltar a continuación la provisión de medios acordados por Fernando VI.

De acuerdo con estas nuevas *Constituciones*, el tiempo que debían pasar los seminaristas en el centro era de once a doce años, aunque dependía de la edad a la que habían ingresado y de los aprendizajes que habían adquirido previamente. Para los que seguían el curso completo de los estudios –que eran los que habían matriculado entre los ocho y los diez años– la distribución de las enseñanzas era la siguiente: tres años para leer, escribir y contar; cuatro o cinco para gramática y retórica y los restantes, para las facultades mayores que quisieran estudiar. Se lamentaban los maestros del Seminario de que la mayor parte de los alumnos solo pasaban en él unos pocos años, siendo muy pocos los que se instruían en latinidad, filosofía o matemáticas⁵⁶.

⁵³ *Constituciones* 1755, 3.

⁵⁴ *Constituciones* 1755, 9.

⁵⁵ “sin biblioteca decente, sin instrumento alguno matemático, en un Seminario donde esta facultad y el estudio de la Física Natural y Experimental deben sobresalir singularmente”, *Constituciones del Real Seminario de Nobles de Madrid* (Madrid: 1755), 49

⁵⁶ *Ibid.*, 71-72. Al final del impreso los jesuitas presentaban un resumen de los resultados obtenidos entre 1727 y 1755, sin contar a los seminaristas que se encontraban estudiando en ese momento en el centro. En total habían pasado por las aulas 314, de los cuales solo seis habían estado más de ocho años; el número de los que habían pasado menos de cuatro años en el Seminario era de 220. La queja de los Rectores estaba plenamente justificada. También daban un listado de los seminaristas que habían obtenido empleo, al menos de los que habían tenido noticia: en total, 88 y de ello, 63 habían seguido la carrera militar.

En la tercera parte de las *Constituciones* se describía las facultades que se enseñaban en el Seminario *Constituciones*⁵⁷. Entre ellas se encontraban la filosofía, con los mejores cursos modernos; la física experimental, separadamente de la filosofía, “con el manejo de instrumentos y máquinas necesarias a este fin, que el rey, nuestro Señor, ha dado liberalmente a esta Casa para dicho efecto, y que componen una colección de instrumentos completa y muy especial”; las matemáticas y, en academias separadas, la Geografía y la Esfera. Por tanto, a mediados de siglo, la geografía y la esfera se consideran materias autónomas de las matemáticas.

La filosofía comprendía el estudio de la lógica, metafísica, filosofía natural y moral, y se recomendaba que la cultivasen los que quisieran aprender las facultades mayores de matemáticas. La filosofía natural comprendía la física general y la física particular. En la primera se comenzaría con una disertación histórica y cronológica de los filósofos y sectas más insignes; a continuación se examinarían críticamente las opiniones de los filósofos antiguos sobre los principios intrínsecos de los cuerpos, así como las de los modernos – en particular las de Gassendi, Descartes, Maignan, Newton y Leibniz– y las de los químicos; el curso seguiría con las propiedades de los cuerpos –ya no se hablaba de cualidades–, entre las que se incluía el movimiento con sus principales leyes, el movimiento acelerado y los choques, el movimiento reflejo y refracto, así como la gravedad, el equilibrio de los cuerpos graves y fluidos y las cualidades de los cuerpos, como el calor, frialdad, rarefacción, etc., con especial atención al imán y a la virtud eléctrica. La física particular trataría del universo y de los principales fenómenos celestes; del cálculo de la paralaje; de los sistemas de Ptolomeo, Copérnico y Brahe; de los relativo a estrellas, planetas, eclipses y al calendario eclesiástico; de la figura de la Tierra, sus dimensiones, círculos, zonas y climas y de las divisiones de la esfera armilar; de los elementos y sus meteoros y fenómenos asociados –terremotos, volcanes, aguas minerales, origen de las fuentes, etc.–, con especial atención al flujo y reflujo marítimo; por último, se completaba el programa con los seres vivos y un breve tratado de la anatomía humana y de los órganos de los sentidos, en especial, del de la vista, del que hablarían con mayor extensión y, relacionado con él, de la luz y los colores y de los instrumentos que ampliaban su dominio. La física experimental, cuya cátedra se debía a la munificencia del monarca, disponía de las máquinas regaladas por el rey y de un maestro destinado únicamente a las experiencias y lecciones de esa facultad. Se consideraba que la física

⁵⁷ 1755, 188-228.

experimental formaba parte de la filosofía, pues se dice que “los alumnos que ya estén instruidos en la filosofía contenciosa, puedan en pocos meses finalizar el curso de esta parte de la filosofía”; por otra parte, se recomendaba que antes de comenzar este curso se hubieran completado los tratados de aritmética, geometría y trigonometría. Tenía pues identidad propia, pero dentro del marco más general de la filosofía. En las enseñanzas de filosofía, según las citadas *Constituciones*, se debía poner especial cuidado en la filosofía natural y en la física experimental, por su utilidad para el público. La física experimental aparecía ya como una materia diferenciada que se estudiaba separadamente de la filosofía natural, aunque parece razonable suponer que los temas tratados no se diferenciaban más que en la metodología empleada

Respecto de las matemáticas, el programa se distribuía de la siguiente manera: aritmética elemental; geometría, “por los autores más metódicos y extensos, como el P. Tacquet o algún otro de crédito”; trigonometría plana; principios de álgebra, “enseñándoles los más principales, y más necesarios métodos del cálculo cartesiano y del infinitesimal”. Las matemáticas mixtas se resolvían en mecánica –en cuanto maquinaria–, fortificación, arquitectura militar y náutica, estática, hidráulica, óptica, dióptrica y catóptrica; una vez aprendidos estos tratados, se podría proseguir con astronomía y gnomónica y en la perfección de la náutica y de la arquitectura militar y civil. A los que hubieran avanzado menos se les instruiría en el globo, la esfera y algo de astronomía útil a la náutica. Matemáticas y Física experimental son a estas alturas del siglo materias que el Seminario debe cuidar con especial atención, atendiendo a las funciones que se les habían encomendado relativas a los jóvenes nobles.

5. Conclusiones Matemáticas.

Los seminaristas, siguiendo la metodología propia de la Compañía, exponían periódicamente conclusiones en las que mostraban los conocimientos adquiridos; algunas de ellas se realizaban ante el público, siguiendo el programa impreso para la ocasión, lo que nos permite hacernos una idea del contenido de algunas de las materias que se cursaban en la institución⁵⁸. Nos interesa examinar las relativas a las matemáticas, la

⁵⁸ Joaquín Berenguer Clarià ha escarbado en bibliotecas y archivos para ofrecernos una relación de los actos académicos de esta índole celebrados en España entre 1733 y 1764. Joaquín Berenguer Clarià, *La recepció del càlcul diferencial a l'Espanya del segle XVIII. Tomàs Cerdà: introductor de la teoria de fluxions*. Tesis doctoral (Barcelona: 2015), Anexo 1, 281-282. A Carmen Simón Palmer debemos una recopilación de exámenes públicos realizados en Madrid a lo largo del setecientos, Carmen Simón Palmer, «Notas bibliográficas sobre programas de exámenes públicos celebrados en Madrid de 1632 a 1644», *Anales del Instituto de Estudios Madrileños* 8 (1972), 501-517.

filosofía natural y la física, con el objetivo de determinar su currículo y su evolución a lo largo de los años.

En las *Conclusiones* celebradas entre 1733 y 1744 los temas tratados fueron los propios de las matemáticas aplicadas⁵⁹, en concreto, geometría práctica, fortificación militar, geografía y astronomía, disciplinas de indudable interés para aquellos que pretendieran seguir la carrera militar⁶⁰. En 1733 se afirmaba explícitamente la inmovilidad de nuestro globo y su situación en el centro del universo; sobre la hipótesis copernicana se declaraba que no había argumentos en su contra, más que la prohibición de la Congregación de la Inquisición, pero se ponía de relieve que tampoco los había a favor. Al abordar la astronomía se comenzaba por establecer que los cielos y los astros se componían de materia y forma, los espacios estaban llenos de materia etérea incorruptible, los cielos eran fluidos y los astros se movían por la virtud impresa en ellos por el Creador, todo ello ilustrado con figuras. Una cosmografía típicamente aristotélica. De estas conclusiones parece desprenderse que en el Seminario se seguía el *Cursus seu mundus mathematicus* de Milliet Dechales, del que se toman varias figuras⁶¹; o puede que fuese el *Compendio Mathematico* de Tosca, con frases y descripciones idénticas. En el acto académico de 1734 los problemas a los que se enfrentaron los seminaristas correspondían a los tratados de geometría práctica, pirotecnia, hidrostática⁶² –con unos apartados sobre máquinas

⁵⁹ Gaspar Álvarez. *Conclusiones mathematicas dedicadas al serenissimo Principe Don Fernando. Defendidas por Don Phelipe Antonio Ramos, Seminarista en el Real de Nobles de esta Corte. Presididas por el R.P. Gaspar Alvarez de la Compañía de Jesus, Maestro de Mathematicas en el mismo Real Seminario. El día de Mayo de 1733.* Esteban Terreros y Pando. *Conclusiones mathematicas, dedicadas al serenissimo, y eminentissimo Señor don Luis de Borbon, Infante de España, Cardenal de la Santa Iglesia, y Arzobispo de Toledo, y Sevilla, &. Defendidas por D. Antonio Campuzano, conde de Mansilla, D. Joseph Manuel Acedo, conde de Echauz y vizconde de Riocavado; y D. Pedro Rodriguez del Manzano, Seminaristas del Real de Nobles de Madrid. Presididas por el Reverendo Padre Estevan Terreros, de la Compañía de Jesus, Maestro de Mathematicas en el mismo Real Seminario. Dia 3 de noviembre de MDCCXLIV.* (Madrid: Manuel Fernandez, 1744).

⁶⁰ La primera con la que tropezamos es la dedicada al príncipe D. Fernando, defendidas por D. Felipe Antonio Ramos en 1733 y presididas por el P. Gaspar Álvarez (1704-1759), primer profesor de matemáticas del Seminario hasta que en 1746 pasó al Colegio Imperial como maestro de esos estudios, siendo sustituido por el padre Esteban Terreros y Pando (1707-1782). Un año más tarde tuvieron lugar otras *Conclusiones matemáticas*, presididas de nuevo por el P. Álvarez y defendidas en este caso por Antonio Bustillo, José Avellaneda, Vicente de Borja, Martín de Areyzaga y Joaquín Palacio; estaban dedicadas al Infante D. Felipe, en nombre de la *Academia Matemática del Real Seminario*, lo que parece indicar la existencia de un grupo de alumnos y profesores especialmente dedicados a las matemáticas. Las *Conclusiones* de 1744 estuvieron defendidas por Antonio Campuzano, conde de Mansilla, José Manuel Acedo, conde de Echauz y Pedro Rodríguez de Manzano, y estuvieron presididas por Terreros y Pando.

⁶¹ Claudio Francisco Milliet Deschales, *Cursus seu mundus mahematicus*, Tomo II, Tratado X, *Geografía*, 370-371

⁶² Gaspar Álvarez. *Conclusiones mathematicas dedicadas al serenissimo Infante Don Phelipe. Defendidas por Don Antonio Bustillo, Don Joseph Avellaneda, Don Vicente de Borja, Don Martín de Areyzaga y Don Joachim Palacio, Seminaristas en el Real de Nobles de Madrid. Presididas por el R.P. Gaspar Alvarez de la Compañía de Jesus, Maestro de Mathematicas en el mismo Real Seminario. El día 3 de Octubre, año de 1734 [s.l.][s.n.] [s.a.:1734].*

hidráulicas–, geografía y óptica, y seguían fielmente –las más de las veces de forma literal– el *Compendio Mathematico* de Tosca, que debía ser la obra de referencia en el Seminario⁶³. Como puntos a destacar conviene señalar que al igual que hacía el padre del Oratorio, se explicaba la causa del magnetismo y de la naturaleza de la luz de acuerdo con las teorías de Descartes. En estas *Conclusiones* se exponían los sistemas del mundo y aunque se recordaba la condena eclesiástica del de Copérnico, se admitía que podía utilizarse como hipótesis para dar cuenta de los fenómenos observados. A fin de cuentas los sistemas no eran sino modelos que se ajustaban en mayor o menor medida a las apariencias: “A este modo se pueden disponer otros muchos sistemas; porque de nueve términos que son los siete Planetas, la tierra y el firmamento pueden cualquiera de ellos, o cualesquiera dos suponerse inmobiles; y de este modo, como atestigua el Padre Dechales, el Padre Arouis en el Colegio de Claramonte dispuso más de 20 sistemas nuevos, y algunos de ellos los explicó en máquinas”⁶⁴. Al subrayar el relativismo de los sistemas del mundo, en cuanto que no respondían a una realidad física, se justificaba que se usara el sistema heliocéntrico como herramienta para estudiar los movimientos celestes, sin comprometerse por ello con su concordancia con lo que ocurría en los cielos.

Tanto las conclusiones de 1733 como las de 1734 ponen de manifiesto que en la enseñanza de las matemáticas se ponía el énfasis en las ciencias aplicadas, y que a los alumnos se les impartían unas pobres y elementales nociones de geometría. No cambió en nada la situación anterior el paso de una década; en las conclusiones de 1744 presididas por Esteban Terreros profesor del Seminario primero y a partir de 1757 catedrático de matemáticas del Colegio Imperial, el guion era muy similar al de las arriba mencionadas. Comenzaba en este caso la exposición con la geometría práctica –más reducida que en las conclusiones de 1734– y la fabricación y uso de instrumentos geométrico, para continuar con la fortificación, a la que se dedicaba casi la cuarta parte del libro; la

⁶³ La geometría práctica está tomada del Tomo 1, tratado III; la hidrostática de los tratados XI y XII, del tomo 4; la geografía del tratado XXIV del tomo 8, si bien en las conclusiones se comienza dando una idea del sistema del mundo tomada del tratado XXIII de astronomía del volumen 7; la óptica sigue el tratado XVIII del tomo 6 y la pirotecnia o arte tormentario, el correspondiente del tomo, tratado XVII.

⁶⁴ *Conclusiones matemáticas*, (Madrid: 1734), 77. Tosca recogía esto mismo en su tratado de astronomía del volumen séptimo del *Compendio*... 22: “Otros muchos sistemas se pueden discurrir; pues de nueve términos, como son los siete Planetas, la tierra y el Firmamento, se puede disponer inmobile cualquiera de ellos, [...] de que resultaría un gran número de disposiciones, o sistemas diferentes. [...] pues antes bien se infiere que explicándose con cualquiera los movimientos celestes, cualquiera puede ser la [disposición] que realmente existe”. Tosca iba más lejos que lo que decían los seminaristas, pues de lo anterior concluía que del hecho de que el sistema de Copérnico se ajustara a las observaciones no podía deducirse que respondiera a la auténtica estructura planetaria, por lo cual no debían interpretarse los textos sagrados en sentido metafórico al respecto. En el *Compendium philosophico* se mostraba menos beligerante al respecto.

tormentaria venía acto seguido y después el tratado de náutica, el de la esfera y el de geografía. El texto base seguía siendo el de Tosca⁶⁵, aunque es indudable que se manejaban otras obras, sobre todo en los temas de fortificación y artillería, en los que los jesuitas habían destacado como enseñantes en el Colegio Imperial. De hecho, en este caso se utilizaba el libro de José Cassani *Escuela militar de fortificación defensiva y ofensiva. Arte de fuegos y de escuadronar* (1705). En Geografía se jugaba con Tosca y con el *Espejo geográfico* de Pedro Hurtado de Mendoza, autor que había estudiado con los jesuitas y que fue discípulo de un miembro de la Orden⁶⁶. El acento se ponía en las matemáticas mixtas, en especial con aquellas partes que se relacionaban con la marina y el ejército. Atendiendo a los programas de las *Conclusiones* podemos decir en el Seminario se impartía una geometría elemental, en la que la resolución de problemas se realizaba fundamentalmente con instrumentos geométricos; no se estudiaba el álgebra ni la geometría analítica y, por supuesto, el cálculo diferencial era desconocido. Sin embargo, se hacía hincapié en aquellas disciplinas matemáticas necesarias para la formación de oficiales de la marina y de las distintas armas. En los impresos se reproducían a veces una serie de figuras que facilitaban la comprensión de las proposiciones.

5.1 Conclusiones de matemáticas de 1748⁶⁷.

De 1748 son las *Conclusiones* dedicadas por el Real Seminario de Nobles a Fernando VI, a través del marqués de la Ensenada. Si la primera visita del Rey había sido en 1747, un

⁶⁵ A mano, en los márgenes, dentro de la sección dedicada a la geografía, un lector del programa de las *Conclusiones* fue anotando los párrafos que se correspondían con la obra de Tosca, dando la referencia exacta de dónde habían sido tomados. El lector hacía comentarios al margen, como “mal explicado” o “es juego de niños”, pero no cabe la menor duda de que conocía a fondo la obra de Tosca y que había estudiado con atención el programa. Así, apuntaba que la tormentaria estaba copiada del tratado XXVII y la geografía, del XXIV. Es fácil comprobar que tanto la geometría práctica, como la fabricación de instrumentos geométricos, así como la sección de astronomía, además de la ya mencionada de la geografía, se basan directamente en los tratados del *Compendio Mathematico*: los dos primeros, en el Tomo I, Tratado III, Libros I y VIII; la astronomía y la geografía se encuentra en el Tomo VII, Tratado XXIII y Tomo VIII, Tratado XXIV, respectivamente.

⁶⁶ Véase, Víctor Navarro Brotons, «Tradition and scientific change in early modern Spain...: », 350-352. Horacio Capel, «La geografía como ciencia matemática mixta. La aportación del círculo jesuítico madrileño en el siglo XVII», *Geocrítica. Cuadernos críticos de geografía humana* Año V 30 (1980), <http://www.ub.edu/geocrit/geo30.htm>.

⁶⁷ *Conclusiones matemáticas dedicadas al muy alto, y poderoso Señor Don Fernando el sexto, Rey de las Españas, &c. como a su único patrono, por el Real Seminario de Nobles, por mano del Excmo. Señor Don Zenon de Somodevilla, Marqués de la Ensenada, Cavallero del Real Orden de San Genaro, del Consejo de Estado de su Magestad, &c., defendida s por Don Antonio de la Palma y León, en el año primero de esta Facultad, Don Juan Pesenti, Marqués de Monte-Corto, en el año segundo de la misma, y Don Antonio Ximenez Mesa, principiado ya el tercer año del estudio de estas Ciencias: todos tres Seminaristas en dicho Seminario Real de Nobles de Madrid. Presididas por el R. P. Esteban de Terreros y Pando, de la Compañía*

año más tarde en la dedicatoria de las *Conclusiones* se ensalzaba el patronazgo real y la afición del monarca a las ciencias matemáticas, de las que era un fino cultivador. No dudaban los rectores del seminario que las *Conclusiones* merecerían la real gracia y agrado, dado el conocimiento y el gusto que el monarca tenía en “el estudio, experiencias y observaciones matemáticas”, cuyo aprendizaje era “tan útil y necesario a la República”. El Seminario gozaba del privilegio de contar con el patronazgo real y con el apoyo del poderoso marqués de la Ensenada, que había dejado la educación de su sobrino en manos del P. Andrés Marcos Burriel⁶⁸.

De estas *Conclusiones* de 1748 podemos obtener una idea de cómo se desarrollaba el certamen. Primero se ofrecía un concierto de música, tras el cual los seminaristas disertaban sobre la nobleza de las matemáticas, que se asentaba en los objetos de que trataban, en las verdades evidentes que obtenían y en su metodología demostrativa; pero además, jugaban también un papel capital en la formación del entendimiento y del juicio. A ello había que añadir la utilidad para los particulares y para el Estado que se derivaba de su conocimiento, pues “se deben mirar como principio y medio y consumación de la felicidad pública y privada”⁶⁹, para terminar resaltando el valor propedéutico de su método geométrico para las demás ciencias. La imagen que se daba de las matemáticas no podía ser más halagüeña y cabe subrayar que siguiendo la tradición de los jesuitas matemáticos, no se ponían en duda su capacidad y su legitimidad para obtener conclusiones sobre los objetos y fenómenos naturales.

El acto académico consistía en la exposición por parte de los seminaristas de una serie de proposiciones relativas a las ciencias matemáticas. El impreso de las *Conclusiones* nos indica que los disertantes no se limitarían a enunciarlas, sino que también procederían a

de Jesus, Mro. de Mathematicas en el mismo Real Seminario. Dia 7 del mes de marzo, Año de 1748 (Madrid: Manuel Fernandez, 1748).

⁶⁸ “Yo me hallo en un nuevo empeño de mayor trabajo y cuidado porque el marqués de la Ensenada ha resuelto enviarme por discípulo un sobrino”, carta de Burriel a Mayans, 25/III/1747 y respuesta de Mayans, 1/IV/1747: “Celebro la buena elección que ha hecho el Sr. Marqués de la Ensenada para maestro de su sobrino. Sin cansarse V. Rma. puede instruirle admirablemente tirando a que la enseñanza no sea ostentosa sino provechosa”.

<https://bivaldi.gva.es/va/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=48259>.

⁶⁹ El papel que se daba a las matemáticas en este acto académico las convertía en indispensables para la buena marcha del reino: “ni la agricultura, manufacturas y comercio, que son la base de la felicidad de los Reinos, ni la Milicia de Mar y Tierra, con todos sus ramos, que son los que la sostienen y defienden; ni las otras Artes curiosas, que la hacen disfrutar, como adornos de la Paz; ni el gobierno, en fin, de los Pueblos, que es el alma de todo, por cualquier lado, que se mire, pueden subsistir ni conservarse sin el socorro de las Ciencias Matemáticas, que por consiguiente se deben mirar como principio, medio y consumación de la felicidad pública y privada”, *Conclusiones* 1748, 2.

su demostración⁷⁰; los instrumentos y prácticas de dibujo estaban en la base de las enseñanzas matemáticas. Se advertía igualmente en el programa que pese a la desigual dedicación temporal de los seminaristas al estudio de las matemáticas, los que estaban más avanzados se habían acomodado a los conocimientos de los demás, de modo que podemos deducir que el temario desarrollado correspondía al primer año de estudios. En estos certámenes se invitaba a los presentes a realizar preguntas pertinentes a los seminaristas sobre la materia y, para no aburrir al público, se intercalaban en las disputas ejercicios de danza a cargo de los alumnos. Eran funciones que se desarrollaban para lucimiento de los colegiales y entretenimiento de los asistentes, muy parecidas a las que hace ya unas décadas se realizaban en los centros educativos religiosos de este país, aunque frente a un público menos distinguido.

El índice al principio del impreso nos informa del contenido de las *Conclusiones*: primero se abordaba la materia de la matemática pura, a continuación las disciplinas físico-matemáticas, la música, los meteoros y las regiones etéreas, con un apartado dedicado a las experiencias del péndulo. Examinemos por orden la exposición de nuestros seminaristas.

Como introducción a los temas que se iban a exponer se comenzaba con una disertación sobre las matemáticas, ciencia perfecta según su etimología, pero que a efectos ordinarios se tomaba como ciencia de la cantidad. Las matemáticas puras estudiaban la cantidad en cuanto concepto abstraído de la materia, mientras que las mixtas, a las que denominaban también físico-matemáticas, se ocupaban de la cantidad asociada a un objeto sensible y, por tanto, era percibida por los sentidos. Las ciencias físico-matemáticas dependían de la física y de las matemáticas puras, siendo sus conclusiones respecto de la primera tan solo opinables, pero en cuanto basadas en las segundas, sus demostraciones eran indudables y ciertas. Esta forma de considerar las ciencias físico-matemáticas fue característica de los jesuitas matemáticos, como ya se ha visto en un apartado anterior. El capítulo dedicado a las matemáticas en general, en el que se da nombre a todas las materias que constituían la disciplina, está tomado de la obra de Antonio Bordazar *Proporción de monedas, pesos y medidas*, utilizándose tanto el texto

⁷⁰ “[...] no van puestas (como algunas veces se ha hecho) las figuras, por medio de las cuales se hacen las demostraciones [...]; pero los mismos Caballeros Conclusionantes, que miran la habilidad de delinear como la adherente a la principal de matemáticas que profesan, formarán las figuras conducentes a la verdad o conclusión que demuestren”, *Conclusiones* 1748, 5.

de la aprobación de D. José Nebot como la *Introducción* que hace el autor al libro⁷¹, con algún que otro añadido. Los epígrafes siguientes trataban de problemas elementales de aritmética y de geometría, resueltos estos últimos mediante construcciones con regla y compás⁷²; a continuación, se exponían elementos de trigonometría y se abordaban los logaritmos y las progresiones, pero no se incluía el álgebra. En el impreso se mencionaba expresamente que los seminaristas procederían a la demostración de las proposiciones y resolverían ciertos problemas planteados. Tras unas breves nociones sobre la esfera se daba paso a discutir la forma y magnitud de la Tierra, mencionando las expediciones que se habían realizado para determinar su figura⁷³. En la disertación se defendió el aplanamiento polar y se desgranaron una serie de proposiciones que recalcan las consecuencias derivadas de este hecho para el conocimiento de la geografía terrestre y para la seguridad en la navegación; en concreto se hizo hincapié en la desigual longitud de los ejes terrestres y de los grados de meridiano según la latitud, y se detallaron las razones entre los diámetros y entre los grados de meridiano en el Ecuador que, según se decía “conviene con las observaciones del péndulo”⁷⁴. Los datos se debieron de tomar de la recién publicada obra de Jorge Juan que, como sabemos, contó con los buenos oficios de Andrés Marcos Burriel para su publicación. En efecto, tras relatar el motivo de las expediciones y ensalzar los méritos de Juan y Ulloa, se justificaban los enunciados que se iban a exponer, basándose precisamente en la obra de los dos expedicionarios españoles.

⁷¹ Antonio Bordazar de Artazu, *Proporción de monedas, pesos y medidas, con principios prácticos de Aritmética i Geometría para su uso* (Valencia: Bordazar, 1736).

⁷² En 1739 se publicó el libro del P. Gaspar Álvarez *Elementos geométricos de Euclides*, que su autor dice que era para uso del Real Seminario de Nobles. Más adelante, en la advertencia al lector cuenta que se determinó a sacar la obra para que sus discípulos, los Caballeros Seminaristas, contaran con un texto más manejable que los del P. Kresa o Tosca. El libro de Álvarez no toca la geometría práctica, por lo que no hay contradicción en que en este apartado se siguiera el Tratado III del volumen I del valenciano. La parte correspondiente a la geometría de las *Conclusiones* de 1748 confirman que el texto de Álvarez se utilizaba en el Seminario por aquella época.

⁷³ “Darán razón del viaje, que para efecto de finalizar, y determinar la figura de la tierra, hicieron a la Laponia, debajo del circulo Polar, los sabios M.M.de *Maupertuis*, *Cleraut* (sic), *Camus* y *Le Monier*, de la Academia de las Ciencias de París, con algunos otros, que les hicieron compañía. Y darán también semejante razón del viaje, que a este mismo fin hicieron a la América, con algunos asociados, los eruditos M. M. *Godin*, *Bouguer*, y la *Condamine*, de la misma Academia [...] acompañándolos en el viaje [...] los dos Ilustres y Sabios Españoles *Don Jorge Juan*, Caballero de la Orden de San Juan, y *Don Antonio Ulloa*. [...] Pues [...] la excelente obra [...] *Observaciones astronómicas*] ha dado, en continuadas ajustadísimas experiencias, y evidentes demostraciones, claras luces, para no pocas de las proposiciones, que aquí le defienden”, *Conclusiones*, 1748, 30.

⁷⁴ *Ibid.* 31-32.

El texto de Jorge Juan, que según el P. Burriel ya en junio de 1747 había empezado a imprimirse en la imprenta de Zúñiga⁷⁵, salió de las prensas en 1748, el mismo año que tuvieron lugar las *Conclusiones* de que estamos hablando, pero es indudable que en el Seminario de Nobles ya se tenía información del contenido de la obra. Sabemos por el propio Burriel que la Dedicatoria de las *Conclusiones* fue escrita por su mano, y que la idea de presentar un panorama general de las matemáticas, utilizando para ello la obra de Bordazar, fue debida a su iniciativa⁷⁶. Los jesuitas del Seminario conocían que la actitud de Roma hacia el movimiento de la Tierra se había relajado y que Newton era publicado y enseñado en el Colegio Romano, pues Burriel escribe a Mayans que La Seur y Jacquier habían comentado los *Principia*, obra que se podía adquirir ya en España y que recomendaba al doctor Piquer⁷⁷. Desde las *Conclusiones* de 1733 a las que estamos estudiando se habían producido cambios relevantes en la enseñanza proporcionada en el Seminario; en aquéllas se defendía la esfericidad de la Tierra, pero quince años más tarde se daba por segura la hipótesis de Newton.

El capítulo dedicado a la Geografía no presenta novedad alguna respecto de disertaciones anteriores, como tampoco los dedicados a la arquitectura militar defensiva y a la fortificación ofensiva. Sin embargo, la mano de Burriel puede apreciarse de nuevo en algunos de los datos geográficos que se daban, que eran precisamente los calculados por Jorge Juan en las *Observaciones*⁷⁸.

La sección dedicada a la brasmología, parte de las matemáticas que estudiaba las mareas, se abría con las definiciones de flujo y reflujo, para continuar con alguna de las teorías que pretendían explicar el fenómeno. Se consideraba insuficiente la solución de Anastasio Kircher (1602-1680), que atribuía las subidas y bajadas del mar a la Luna⁷⁹;

⁷⁵ Carta de Burriel a Mayans de 24 de junio de 1747. <https://bivaldi.gva.es/va/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=48270>.

⁷⁶ “[...] las conclusiones de Matemáticas del Seminario cuyo papel enviaré a Vmd. porque tiene muchas curiosidades nunca vistas en lengua castellana debidas a Dn. Jorge Juan [...]. Es mía la Dedicatoria [...]; también la idea de arenga, plan general de Matemáticas (en que brujuleará Vmd. a Bordazar) y todo lo demás del papel vi, enmendé y hice que se pudiese como está”. Andrés Marcos Burriel a Gregorio Mayans, 5, abril de 1748. <https://bivaldi.gva.es/va/corpus/unidad.do?posicion=1&idCorpus=20000&idUnidad=48288>.

⁷⁷ Carta de Burriel a Mayans de 10 de junio de 1747. https://bivaldi.gva.es/va/corpus/unidad.do?idUnidad=48268&idCorpus=20000&resaltar_1=jacquier.

⁷⁸ Así, en la proposición sexta de la sección geográfica se dice que “el sonido de cualquier pieza de artillería, fusil, camina en un segundo de tiempo 175 toesas”; y en la 40, 41 y 42 se califica de error que el grado terrestre tuviera una longitud de 17 leguas y media, dándose como valor exacto el de 26 leguas y media, *Conclusiones*, 1748, 32 y 37. La velocidad del sonido se encuentra en *Observaciones*..., 140, mientras que la disertación sobre el valor de la legua y del grado del meridiano se hallan en las páginas comprendidas entre la 295 y la 304.

⁷⁹ La acción lunar de Kircher consistía en una atracción sobre la sal y el nitro del agua de los mares que la

también proponían los seminaristas dar cuenta de la hipótesis de Isaac Newton, así como de “otro modo particular de explicar el flujo, y reflujo, sin causa alguna extraña para su regularidad”⁸⁰. Los apartados dedicados a la música y a los meteoros no ofrecen para nuestros propósitos mayor interés, no se apartan de los tratados correspondientes de Tosca, aunque sin su exhaustividad; los disertantes ponían de relieve los aspectos agradables o curiosos de estas materias, tocadas superficialmente, pues después de todo, la función convocaba a un público que buscaba entretenimiento y satisfacción ante los progresos realizados por los alumnos. Cabe mencionar que los seminaristas precisaban que la sección de los meteoros era propia de la filosofía natural, pero dado que requería del concurso de las matemáticas se sentían autorizados a incluirla en el certamen; en esto, desde luego, seguían el criterio de Tosca, que dedicaba un tratado físico-matemático a los distintos meteoros en su *Compendio Mathematico*⁸¹. Justificaban su introducción en el programa por lo frecuentes que eran esos fenómenos y por lo “divertido” que resultaba el tema.

El certamen era un escaparate que presentaba ante una audiencia selecta por su posición y rango los avances de los pupilos y la calidad de las enseñanzas impartidas por

dilatada, aunque no indicaba el tipo de fuerza actuante. La intervención del Sol en el fenómeno se debía a que sus rayos atravesaban en la conjunción la luna y se impregnaba de aquella virtud. Solís, «Erudición...», 303.

⁸⁰ *Conclusiones* 1748, 40. Al no disponer de la transcripción del desarrollo de las proposiciones, no puedo determinar cuál pueda ser esa causa, es sabido que un número elevado de variopintas hipótesis pretendían dar cuenta del fenómeno. La causa de las mareas se atribuía comúnmente desde la antigüedad a la influencia de la Luna, pero los mecanismos mediante los que se ejercía eran diversos. En Vincent Deparis, *et al.* «Investigations of Tides from the Antiquity to Laplace», en Jean Souchy *et al.* *Tides in Astronomy and Astrophysics* (Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2013), 31-81: 32-62, se repasan las teorías más importantes anteriores a 1740. También sobre las mareas puede consultarse Bernard Joly, «Stoic Influences on Sixteenth and Seventeenth-Century Theories of Tides», *Revue d'histoire des Sciences*, vol. 61, 2, (2008), 287-311. <https://doi.org/10.3917/rhs.612.0287> [Consulta: 27/02/2022]. Tosca, en su *Compendio Mathematico*, Tomo VI, Tratado XXII, Libro III, 460-464, describe las teorías de Kircher y de Honorato Fabri, inclinándose por las explicaciones del primero. Del texto de las *Conclusiones* podemos deducir que la explicación que adelantaba los seminaristas no podía ser la de Galileo, porque se basaba en los movimientos de rotación y orbital de la Tierra; tampoco la de Descartes, pues la teoría de los torbellinos en que se basaba no figura en ningún apartado de la función. Teniendo en cuenta la información que proporcionan en las proposiciones 6, 7 y 8 de la sección dedicada a la brasmología, es posible que la explicación a la que se alude en las *Conclusiones* proviniera de la que se da en Pedro de Castro, *Causas eficientes y accidentales del fluxu y refluxu del mar* (Madrid: Manuel Ruiz de Murga, 1694). En esta obra, se considera que las mareas eran debidas a cuatro movimientos ocasionados por la rotación del cosmos o primer móvil, el movimiento de la Luna, el movimiento de trepidación –¿variación de los equinoccios?– y el calor del Sol. Castro refutaba igualmente algunos discursos del *Theatro naval hydrographico* (Madrid: Antonio de Zafra, 1688) de Francisco de Seixas y Lobera, obra de gran éxito que tuvo varias ediciones, una de ellas en francés. Sobre Seixas, José María López Piñero *et al.*, *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España* (Barcelona: Península, 1983), II, 314-315; Martín Fernández Navarrete, *Disertación sobre la historia de la náutica y de las ciencias matemáticas* (Madrid: Real Academia de la Historia, 1846), 310-321.

⁸¹ Tosca, *Compendio...* Tomo VI, Tratado XXII.

la Compañía, pero tenía también mucho de espectáculo y entretenimiento. Con todo, se incorporaban novedades científicas, representadas en este caso por la obra de Jorge Juan.

Si Newton había hecho acto de presencia al tratar los flujos y reflujos del mar, se convierte casi en actor principal, sin nombrarlo, en el epígrafe de la Estática, aunque ya en la Astronomía se mencionaba la atracción; dado que anteriormente los alumnos habían explicado el sistema de Copérnico, con las cautelas habituales, debieron referirse en este caso a la gravitación universal, que no figuraba en el *Compendio Mathematico* de Tosca, cuyo tratado de astronomía seguía siendo el utilizado en el Seminario. No tomaron partido los disertantes a favor del modelo de Tycho Brahe, como era costumbre hacer entre los jesuitas, y en su exposición insistieron en los periodos de rotación del Sol, la Luna y los demás planetas, movimiento que según la Congregación de la Fe estaba ausente en la Tierra; nada afirmaban al respecto, no podían, pero a pocos podía escaparse la anomalía de nuestro astro, que, a fin de cuentas para un supuesto selenita sería una luminaria del cielo: “La tierra da luz a Luna, como la Luna a la tierra, y así, puestos en la Luna, veríamos a la tierra, al modo, que desde la tierra vemos a la Luna”⁸². Entre las proposiciones defendidas por los seminaristas figuraba una en la que se decía que la Luna tenía “atmósfera sensible, al modo que la tiene la Tierra”⁸³. Tosca negaba explícitamente que se diera ese fenómeno que no era observable desde la Tierra⁸⁴. ¿En qué textos se basaban las clases de astronomía en el Seminario? Porque por un lado proporcionaban datos que aparecían en tratados de astronomía reconocidos, y por otra parte fantaseaban con una hipotética atmósfera lunar.

En la Estática los aspectos que se desarrollaron hacían hincapié en que la forma aplastada por los polos del esferoide terrestre no impedía su equilibrio, al contrario, esa figura era la que lo mantenía. Los enunciados de las proposiciones son insuficientes para saber la justificación que adelantaban los disertantes, sin embargo, podemos aventurar que provenía de las *Observaciones*, o al menos de la *Introducción* sobre la que había trabajado Burriel. Recordemos que Jorge Juan comentaba las razones que llevaron a

⁸² *Conclusiones* 1748, 42.

⁸³ “[...]esto es, que la rodea un fluido elástico, como el aire; y hay grave fundamento para persuadirnos el que en aquella atmósfera hay lluvias y tempestades, rayos, relámpagos y otros meteoros semejantes a los que experimentamos en la nuestra”, *Ibid.*.

⁸⁴ Tosca, *Compendio...* Tomo VII, Tratado XXIII, Libro III, 265. Pero, además, la atmósfera lunar no era considerada por ningún astrónomo competente; los mismos jesuitas ponían en duda que existiera. Joseph Zaragoza decía: “Que haya alrededor de la Luna ciertos vapores que llaman *atmosfera* [...] lo contradicen Julio César, Lagalla y Ricciolio, lo cual parece más verdadero, porque no hay fundamento que pruebe tal atmósfera o vapores”, *Esphera en comun celeste y terráquea* (Madrid: Juan Martín del Barrio, 1675), 152. Personajes eminentes, como el mismísimo Kepler, se habían mostrado favorables, sin embargo, a esta hipótesis.

Newton y a Huygens a postular el achatamiento polar, que atribuían la variación de la gravedad según la latitud –cada uno independientemente del otro–, a la fuerza centrífuga debida a la rotación de la Tierra en torno a su eje. Los seminaristas desgranaban en una serie de proposiciones que la figura achatada aseguraba el equilibrio de las partes de la Tierra, algo que no se produciría si fuera una esfera perfecta⁸⁵. La figura oblata se presentaba como un hecho probado por las observaciones y cálculos, mientras que el equilibrio entre las partes del globo suministraba una justificación para el elipsoide, pero ¿qué causaba esa forma? Seguían una serie de enunciados sobre los distintos valores de la gravedad según la latitud, un hecho que tenía una explicación completa si la Tierra girase sobre su eje, pues “se explicarían todos estos efectos y Fenómenos de la pesadez de los cuerpos sobre su superficie con facilidad. Dirán la causa que entonces tendría esta mayor o menos pesadez”⁸⁶. Determinada pues la figura de la Tierra mediante mediciones, la hipótesis de su movimiento diurno suministraba una explicación del achatamiento, que venía reforzada implícitamente por el hecho de que previamente se había mencionado el aplastamiento polar de Júpiter y su período de rotación. Parece evidente que a nadie asustaba ya la posibilidad del movimiento terrestre, y que mientras no se afirmara tajantemente y se mantuviera aparentemente de boquilla como hipótesis, se estaba a salvo de la persecución inquisitorial.

Las *Observaciones* dieron más juego. En el acto académico se defendieron una serie de proposiciones relativas al péndulo –su periodo, su longitud– y a la gravedad en diferentes lugares; en particular se hizo referencia al comportamiento del péndulo en Madrid, Quito y Lima. Se insistía de nuevo en que la variación de la gravedad con la latitud quedaría perfectamente explicada si se admitiese la rotación de nuestro globo⁸⁷. No creo que quepa duda de que los profesores del Seminario se decantaban por el movimiento terrestre, si bien estaban obligados a mantener todas las cautelas. Del hecho de que el reloj de péndulo no marcara el mismo tiempo en todo el orbe, se recordaba en las *Conclusiones*, no podía admitirse su periodo como una medida común y universal, como había propuesto Huygens y había recogido el autor del *Espejo Geográfico*. Esta anécdota venía a reforzar lo dicho anteriormente y traía a colación la cuestión de la cada

⁸⁵ “Si hubiera desde el centro al Polo, un conducto de una vara, v. g. de ancho, de metal, y otro semejante hasta la Equinoccial, con ser este mucho más largo, pesaría lo mismo que el otro”. *Conclusiones* 1748, 45.

⁸⁶ *Conclusiones* 1748, 46.

⁸⁷ “Si la tierra rodase sobre su eje, se explicarían fácilmente todas estas variaciones y observaciones del Péndulo; pero no pudiendo decir esto, debajo de aquella condición dirán, cómo, y de dónde provenga tan extraña variación”. *Conclusiones* 1748, 49.

vez más imperiosa necesidad de unificar las unidades de medida mediante constantes universales.

5.2 Conclusiones matemáticas 1751.

Terreros presidió igualmente las *Conclusiones Mathematicas* de 1751⁸⁸, realizadas en presencia de los reyes Fernando VI y Bárbara de Braganza, defendidas por José Pesenti, marqués de Montecorto⁸⁹. En ese mismo certamen Joseph Antonio de Horcasitas y Porras expuso unas *Conclusiones de Filosofía*. Al acto asistieron el Conde de Puñonrostro –que había sido alumno del seminario–, D. Jorge Juan, el Conde de Torrepalma y D. Ignacio de Luzán y Suelves; los dos primeros preguntaron y argumentaron sobre matemáticas y los dos segundos, sobre filosofía.

Pesenti, que había participado en las *Conclusiones* de 1748, se enfrentaba ahora en solitario a las exigencias del certamen. El programa de la función comprendía aritmética y geometría elemental, trigonometría plana y esférica y álgebra; en este último apartado se aplicaba el álgebra a la resolución de problemas determinados e indeterminados y a la resolución de problemas geométricos sencillos y de trigonometría plana. Se incluían igualmente algunas proposiciones de geometría analítica relativas a las secciones cónicas y a los distintos tipos de curvas⁹⁰. Pesenti defendió también en esta sección unas proposiciones de cálculo diferencial e integral. El impreso nos da constancia de que el cálculo se enseñaba en el Seminario por esa época. En la *Advertencia* a los lectores se mencionaba el manual de Cristian Wolff, al que se referían como *Curso matemático*⁹¹. Pesenti defendió el programa completo de la materia, tal como se explicitaba en las *Constituciones* de 1755. Por lo demás se trataron las cuestiones habituales de mecánica, hidráulica, astronomía, náutica y arquitectura militar así como el uso de instrumentos

⁸⁸ *Conclusiones mathematicas, practicas y especulativas, defendidas en el Real Seminario de Nobles, en presencia de sus Magestades Catholicas los Reyes Nuestros Señores (que Dios guarde) por D. Juan Pesenti, Marqués de Montecorto, Seminarista en dicho Real Seminario, bajo la instrucción, y Magisterio del R.P. Estevan Terreros y Pando, de la Compañía de Jesus. Dedicadas al Rey Nuestro Señor D. Fernando el Sexto por el Seminario, como a su unico patrono* (Madrid: Imprenta del Supremo Consejo de la Inquisicion y de la Reverenda Camara Apostolica, 1751).

⁸⁹ Los reyes había cumplimentado anteriormente al Seminario en septiembre de 1747. Antes de comenzar función con que se agasajaba a los monarcas, los reyes, según se dice en las *Constituciones* de 1755, 61, asistieron a algunas operaciones y experimentos, “con los pocos instrumentos y máquinas que [...] se habían comprado”; la dotación del Seminario por entonces era realmente insuficiente. La física experimental se enseñaba pues en el Seminario por aquellos años, si bien más de forma teórica que práctica.

⁹⁰ Concoide, cisoide, logarítmica, logística, trigonométricas, cuadratriz de Dinostrato, cuadratriz de Tschirnhaus, espiral de Arquímedes, cicloide y epicloide.

⁹¹ Berenguer Clarià, *La recepció del càlcul diferencial a l'Espanya...* en el Anexo 8 muestra que las proposiciones defendidas por Pesenti son idénticas a algunos títulos del álgebra y cálculo diferencial e integral de la edición de 1743 de *Elementa matheseos universae* de Christian Wolff, poniendo de manifiesto la influencia del autor alemán en la enseñanza de los jesuitas del Seminario.

matemáticos –estuche matemático, telescopio de doble reflexión, cuarto de círculo, cámara oscura, microscopio de reflexión, nivel y plancheta. La mecánica seguía siendo la ciencia de las máquinas, sin entrar para nada en las cuestiones relativas al movimiento; en el epígrafe dedicado a la náutica se volvía a tener en cuenta lo expuesto por Jorge Juan en las *Observaciones*: la Tierra era un elipsoide cuya razón de diámetros era de 266 a 265 y no una esfera, lo que obligaba a los pilotos a hacer modificaciones en el gobierno de la nave aplicando la nueva tabla de partes meridionales⁹², 16: los resultados expuestos por el ilustre marino se admitían y se estudiaban en el Seminario que, de este modo, le rendía un público homenaje. El seminarista planteaba diversos problemas sobre el cálculo del rumbo, la distancia, la longitud y latitud en función de las variables conocidas y, es de suponer, en consonancia con las indicaciones contenidas en las *Observaciones*. Con el objeto de hacer más entretenido el acto, Pesenti expuso también varias “curiosidades” de distintos tratados de geografía, óptica, álgebra y estática; eran cuestiones que circulaban en todo tipo de textos y que no debían de ser desconocidas para muchos de los asistentes.

5.3 Conclusiones matemáticas 1757 y de 1760.

El P. Esteban Bramieri fue nombrado maestro de matemáticas del Real Seminario en 1755, en sustitución de Terreros. Disponemos de los programas de dos certámenes matemáticos presididos por Bramieri. En el primero, de 1757, el seminarista encargado de la defensa fue Joseph Caamaño y Gayoso; el segundo es de 1760 y los estudiantes que participaron en la función fueron Leandro Carrillo, cadete de las Reales Guardias Españolas y Edmundo Sarsfield, conde Kilmallock⁹³. En ambos casos los reyes presidieron las *Conclusiones* y a ellos, a Fernando VI y a Carlos III, respectivamente, están dedicadas. Los monarcas, con su presencia, daban muestra pública del aprecio en que tenían las enseñanzas del Seminario y su voluntad de crear cuerpos administrativos y militares bien preparados. En la dedicatoria de las *Conclusiones* de 1757 se agradecía al Rey la provisión que había hecho en favor de los seminaristas para que accedieran a empleos militares y para que su permanencia en el Seminario contase para los ascensos y

⁹² *Conclusiones* 1751.

⁹³ *Conclusiones matemáticas defendidas en el Real Seminario de Nobles en presencia de sus Magestades Catholicas, los Reyes Nuestros señores (que Dios guarde), por D. Joseph Caamaño y Gayoso (Seminarista en dicho Real Seminario), presididas por el P. Esteban Bramieri de la Compañía de Jesus, dedicadas al Rey Nuestro Señor D. Fernando VI, por el Seminario como a su unico patron* (Madrid: Joaquín Ibarra, 1757). *Conclusiones matemáticas defendidas en el Real Seminario de Nobles en presencia de sus Magestades Catholicas, los Reyes Nuestros señores (que Dios guarde), por D. Leandro Carrillo, Cadete de las Reales Guardias Españolas, y D. Edmundo Sarsfield, conde de Kilmallock, Seminaristas en dicho Real Seminario, presididas por el P. Esteban Bramieri de la Compañía de Jesus, dedicadas al Rey Nuestro Señor, D. Carlos III, por el Seminario como a su unico patron* (Madrid: Joaquín Ibarra, 1760).

méritos, siempre que se hubieran cursado las matemáticas⁹⁴. El favor del rey Fernando desde su ascenso al trono hacia el Seminario se había manifestado de diferentes formas: compra de instrumentos, presencia en certámenes, profesores jesuitas pensionados en el extranjero y facilidades a los Seminaristas para conseguir futuros empleos y ascensos en la milicia o en la administración. La institución y sus gestores podían ufanarse de su prestigio e influencia. Sin embargo, la educación que proporcionaban los jesuitas no dejaba de estar sometida a severas críticas que la acusaban de teórica, obsoleta e incluso retrógrada⁹⁵.

Las *Conclusiones* de 1757 se centraron en aspectos de la geometría elemental, tanto de figuras planas como de sólidos, geometría práctica, uso de instrumentos geométricos, trigonometría plana, principios de álgebra y secciones cónicas; una pequeña parte de la exposición se dedicó a la estática y a la hidrostática, pero el grueso del certamen estuvo consagrado a las matemáticas puras. El tratamiento de las cónicas fue ya plenamente analítico, pero el cálculo de las áreas se realizó geométricamente, sin recurrir a las cuadraturas. En la estática se presentó la composición de movimientos siguiendo la regla del paralelogramo y se establecieron ciertas condiciones de equilibrio que se aplicaron después al estudio de las máquinas: palanca, balanza, torno, garrucha, cuña, plano inclinado, etc.

El programa del acto académico de 1760, fue más extenso que el de 1757 y distribuía sus contenidos en un número mayor de secciones, haciendo más accesible al público la comprensión de las relaciones que vinculaban los contenidos. No se diferenciaban estos de lo expuesto por Caamaño en lo que concernía a la parte de matemáticas elementales, pero donde terminaba la defensa de este seminarista comenzaban Carrillo y Sarsfield con otros apartados más interesantes. El álgebra y la resolución de ecuaciones ampliaba lo expuesto por Caamaño y se incluía un apartado de lugares geométricos de primer y segundo grado; el cálculo diferencial se utilizaba para la obtención de tangentes y normales a las curvas estudiadas previamente, y para resolver problemas de extremos. En este certamen de 1760 hubo también un apartado sobre fortificación y otro sobre

⁹⁴ Fernando VI, en cédula de 20 de Mayo de 1750. [Novísima recopilación de las Leyes de España: Libros VIII-IX.](#)

⁹⁵ Manuel Lanz de Casafonda, *Diálogos de Chindulza*, (ed., introd. y notas de Francisco Aguilar Piñal), (Oviedo: Universidad de Oviedo, Cátedra Feijoo, 1972), 68-69. Sempere y Guarinos, en *Ensayo de una Biblioteca española...* Tomo I, 149-151, presenta esta obra como manuscrita y con el título de “Del estado presente de la Literatura Española; de las tres Universidades mayores de Castilla y de sus Colegios mayores. Diálogo entre dos abates napolitanos”.

mecánica, en el que además de tratar de los movimientos rectilíneos uniformes y acelerados, de su composición y de la caída por un plano inclinado, se incluía la teórica el movimiento curvilíneo y el arte de arrojar las bombas, asuntos que desde luego tenían su relevancia en la formación del cadete Carrillo. Sin embargo, ya vemos como en los actos académicos presididos por Bramieri estaban ausentes materias como la geografía, la náutica o la astronomía, dando preeminencia a las matemáticas puras⁹⁶.

5.4 Exámenes anuales de los años sesenta.

Tenemos constancia de que en el Seminario, además de los actos académicos en los que algunos alumnos defendían *Conclusiones de Matemáticas*, se celebraron exámenes públicos que se inscribían en las actividades docentes del centro. En la Real Biblioteca se encuentran tres documentos de 1764, 1765 y 1766 titulados *Exercicios literarios o examen que harán algunos caballeros seminaristas de las facultades que se enseñan en este Real Seminario de Nobles en Madrid bajo la dirección de los PP. de la Compañía de Jesús* (Madrid: Ibarra, 1764, 1765, 1766). El carácter de estos ejercicios se diferencia de la *Conclusiones* que se han analizado hasta ahora en varios aspectos. Para empezar, tenían una periodicidad anual, viniendo a celebrarse en octubre, por lo que pueden interpretarse como pruebas a las que habían de someterse los alumnos para acreditar sus conocimientos; añadamos que estas funciones versaban sobre distintas materias: retórica, latinidad, historia, poesía, lengua griega, historia sagrada, geografía, esfera, uso del globo, historia de España, lengua francesa, filosofía, física experimental, matemática y jurisprudencia; además, en cada una de ellas solían participar un cierto número de seminaristas, de los que se daba una relación en la que se indicaba las proposiciones que defendería cada uno de ellos, según lo avanzados que estuvieran en sus estudios. Los propios jesuitas consideraban que estos ejercicios constituían un estímulo para todos los alumnos y daban una imagen más acertada de la instrucción que recibían como colectivo que la que se podía obtener del lucimiento particular de unas *Conclusiones* o de unas *Academias de erudición*, funciones que seguían desarrollando igualmente en el Seminario⁹⁷.

⁹⁶ En las Conclusiones de 1760 el 70% de los contenidos son matemáticos y el 30% restante, propios de las matemáticas mixtas, aproximadamente. Cálculo mío.

⁹⁷ Véase la advertencia inicial que figura en los *Exercicios literarios* de 1765: “Este estímulo no ha faltado en este Real Seminario como lo han acreditado sus repetidas Funciones: pero no siendo los ejercicios particulares suficientes para acreditar la instrucción de muchos y premiar el mérito de los más, tiene por conveniente hacer un Examen público de las Facultades que en él se enseñan”.

Los programas de los exámenes muestran cuáles eran los contenidos matemáticos que se impartían en el Seminario. Con pequeñas variaciones que no restan uniformidad a las enseñanzas, se puede establecer el siguiente currículo. En matemáticas puras se estudiaba aritmética, geometría en el plano y en el espacio, trigonometría plana y esférica, álgebra, geometría analítica y su utilización en el estudio de las secciones cónicas y lugares geométricos, y cálculo diferencial e integral con sus aplicaciones. Este programa completo se desarrolló en los *Ejercicios* de 1764, aunque solo un alumno se examinó de las lecciones correspondientes a la geometría analítica y al cálculo. En los de 1765 solo se llegó al álgebra, y en los del año siguiente, dos alumnos –Joseph de Orbe y Murguía, que aparece en los *Exercicios* de 1764, 65 y 66, y Félix Baiens y Geraldino– respondieron a las preguntas de geometría analítica y cónicas. El hecho de que los mismos alumnos se examinaran de matemáticas en años sucesivos y defendieran contenidos más avanzados es una indicación de que la materia se desarrollaba en tres cursos. En cuanto a las matemáticas mixtas, solo la fortificación figura en los exámenes de los tres años, y solo en uno se añade la estática y la hidrostática.

6. Matemáticas en el Seminario de Nobles de Madrid.

Quizás sea conveniente en este momento hacer una sucinta recapitulación sobre la situación de la enseñanza de las matemáticas en el Seminario. Hemos visto que las matemáticas puras –geometría elemental, trigonometría, álgebra, geometría analítica y cálculo diferencial e integral– fueron ganando peso en detrimento de las matemáticas mixtas. Dado el carácter preparatorio para la carrera militar que para muchos de los alumnos tenía el Seminario, disciplinas como la arquitectura militar, la náutica, la astronomía o la geografía siguieron formando parte de los programas del Seminario, pero los adelantos que se habían producido en estas materias exigían, para poder abordar su teoría y su práctica, un buen manejo previo de las herramientas proporcionadas por las matemáticas puras. A todo no se podía llegar durante los años que pasaban los alumnos en la institución y la formación de base tomó preeminencia sobre los aspectos prácticos y aplicados que podían aprenderse más tarde en otros centros de enseñanza. Con el paso del tiempo cambiaron también los textos que servían como manuales de los estudios: así, durante los primeros años, la obra de referencia fue la de Tosca, mientras que ya en la década de los cincuenta la elección recayó en los *Elementa matheseos universae* de Wolff. En los programas de las *Conclusiones* no aparece prácticamente la ciencia del movimiento: la mecánica sigue vinculada a los dispositivos para levantar pesos y solo en

las *Conclusiones* de 1760 se trata la cinemática; no se mencionan los choques, ni la inercia, y tampoco se plantean cuestiones generales relativas a la gravedad. Estos temas, como veremos, seguían siendo considerados como propios de la filosofía natural, si bien el movimiento y el peso de los cuerpos graves se estudiaba en la estática. La geometría analítica y el cálculo diferencial e integral se explicaban desde mediados de siglo en el Seminario. En los *Exercicios* de los años sesenta los tratados de geografía, esfera y astronomía tenían identidad propia, separada de la de las matemáticas.

7. Filosofía natural en el Seminario.

Como se ha visto en el primer capítulo, según el *DLE* durante los primeros años del Seminario se seguía el texto del Padre carmelita Joseph del Espíritu Santo que llevaba por título *Medulla Philosophiae pro Triennali Cursu* (1728). Con el paso del tiempo las enseñanzas se fueron modernizado de acuerdo con el programa establecido en las *Constituciones* de 1755, aunque siempre conservando su adhesión al aristotelismo. En los epígrafes siguientes se examinan dos certámenes de filosofía que incorporaron elementos de las matemáticas mixtas y de la física experimental.

7.1 Conclusiones de la Antigua y Nueva Filosofía, 1751⁹⁸.

Veamos lo que dos actos académicos en los que se defendían conclusiones de filosofía natural nos dicen sobre estas enseñanzas en el Seminario. El primero es el del año 1751, en el que, como ya se ha dicho, también se presentaron *Conclusiones matemáticas*. Bajo el título de *Conclusiones de la Antigua y Nueva Filosofía*, fueron defendidas por D. Joseph Antonio Horcasitas y Porras (1733- 1794) bajo la dirección del P. Joseph Calzado⁹⁹, profesor de Filosofía en el Real Seminario. El título recuerda al de Jean Baptiste Du Hamel (1624-1706), *Philosophia Vetus et Nova*, un texto expresamente compuesto para su uso en centros educativos que conoció muchas ediciones y del que se debieron servir los profesores del Seminario en algunas de sus lecciones, ya que las proposiciones defendidas coinciden con algunas del autor francés, al que se cita

⁹⁸ *Conclusiones de la Antigua y Nueva Philosophia, defendidas en el Real Seminario de Nobles de Madrid, con la asistencia Augusta de los Reyes Catholicos D. Fernando VI y Doña Maria Barbara (que Dios guarde). Por D. J.A. Horcasitas y Porras, Cavallero de la Orden de Calatrava. Bajo la dirección del R.P. Joseph Antonio Calzado de la Compañía de Jesus, Profesor de Philosophia en el mismo Real Seminario* (Madrid: Gabriel Ramirez, 1751).

⁹⁹ Joseph Antonio Calzado Tamayo (1716?-1777), profesor de retórica, filosofía, geografía e historia en el Seminario de Nobles de Madrid. Pasó al Colegio Imperial más tarde; allí impartió retórica, erudición y cronología. Gonzalo Díaz Díaz, *Hombres y documentos de la filosofía española* (Madrid: CSIC: 1983), II, 52.

expresamente. La exposición del seminarista se realizó en latín, la lengua en la que se enseñaba la filosofía, y también en castellano; el programa del acto académico se imprimió en las dos versiones, con el objeto de facilitar que los asistentes pudieran formular sus preguntas en la lengua que mejor les acomodase. Como se dice en la *Advertencia* “ante las peticiones de personas de autoridad en la Corte, se trasladaron al español”, alegando entre otras razones que las naciones cultas expresaban en sus lenguas vernáculas las artes y las ciencias, con el objeto de completar sus diccionarios y, para reforzar la conveniencia de la medida, se traía a colación los escritos en romance de Corachán y Berni, entre otros. Es evidente que el latín como lengua de comunicación científica iba cediendo terreno al romance, de modo que los contenidos de la publicación de estas *Conclusiones* llegaban a un público amplio, multiplicando su efecto como divulgación y reclamo de las enseñanzas impartidas en el Seminario.

Las materias que se abordaron en estas *Conclusiones* fueron las tratadas habitualmente en los manuales de filosofía –Lógica, Metafísica, Física y Moral– y su orientación era claramente aristotélica, si bien conviene subrayar que en los capítulos de la Física General dedicados a los principios de los cuerpos y a los elementos se defendían las concepciones tradicionales “problemáticamente”, es decir, “con razones de una y otra parte, sin determinar una opinión, y así se dice: “aunque seguiremos la doctrina del Estagirita, defenderemos problemáticamente la forma y accidentes absolutos [...] solo por hacer más divertida la controversia”¹⁰⁰. De esta forma se salvaban las apariencias y se cumplía con las normas de la *Ratio Studiorum*, exponiendo de paso otras doctrinas y argumentos, recurso frecuente entre los jesuitas cuando pretendían introducir ciertas doctrinas. Frente a Aristóteles, sin embargo, se afirmaba que el continuo permanente estaba constituido por puntos físicos finitos, extensos e indivisibles, y se admitían sin objeciones otras proposiciones que formaban ya parte de los manuales de filosofía, como el peso y elasticidad del aire, el reposo y el movimiento como estados de los cuerpos, los cielos fluidos y la existencia de generación y corrupción en los mismos, la inexistencia de la esfera de fuego o el vacío diseminado. Otros problemas, como el de los movimientos del mar, se resolvían presentando una serie de hipótesis –en el caso que nos ocupa, las de Descartes, el Padre Lanis, Fabri y Kircher, pero no la de Newton– sin posicionarse por ninguna. La exposición respetaba la división tradicional de la Física en General y Particular; en la primera se estudiaban las doctrinas de los distintos filósofos sobre los

¹⁰⁰ *Conclusiones de la Antigua y Nueva Philosophia*, 15-16.

principios de los cuerpos –atomistas, cartesianos, químicos, elementales y aristotélicos –, el movimiento y la pesadez o gravedad, pero además se introducían las reglas de los choques elásticos, siguiendo al Padre Pardies¹⁰¹, y las propiedades de las distintas máquinas. Los asistentes al certamen recibían pues información sobre la maquinaria tanto como materia de la Física Natural como de las Matemáticas, ya que el seminarista Pesenti había igualmente tratado este tema. En realidad, en estas *Conclusiones* se tocaron cuestiones que no pertenecían estrictamente a la filosofía natural; aparte de la maquinaria, que ya se ha mencionado, el disertante abordó algunos elementos propios de la hidrostática y de la geografía. Paulatinamente la filosofía natural se había ido transformando mediante la incorporación de elementos que tradicionalmente se habían estudiado en otras disciplinas; al mismo tiempo, se aceptaban como válidas soluciones sobre las operaciones y modos de comportarse de los entes naturales obtenidas mediante experimentos y métodos propios de las matemáticas: los resultados se integraban en la filosofía natural, que se iba perfilando como una disciplina experimental y matematizada. En paralelo, las matemáticas se desprendían de las materias que se incluían en las matemáticas mixtas mediante procesos de diferenciación de contenidos y métodos que implicaban una mayor autonomía disciplinar para estas¹⁰². En el terreno de las ciencias físico-matemáticas, la larga disputa entre los propios miembros de la Compañía se iba resolviendo a favor de los jesuitas matemáticos frente a los filósofos. Pero la presencia de las matemáticas también se iba notando en la enseñanza de la filosofía natural que se daba a los seminaristas: en estas *Conclusiones* se incorporaban algunas proposiciones de los *Elementos* de Euclides, justificando esta inserción en la pertinencia del estudio de las matemáticas para la física. Más aun, el disertante se ofrecía a resolver de forma práctica algunos problemas geométricos, algo que no figuraba en los manuales tradicionales. Estrictamente hablando, la geometría no formaba parte de la filosofía, por lo que su inclusión en el acto académico podría interpretarse como una toma de postura en favor de la vinculación entre matemáticas y física, un alegato implícito de la capacidad de

¹⁰¹Las leyes del choque elástico fueron expuestas por Ignace-Gaston Pardies (1636-1673), en su *Discours sur le mouvement local* (1670). Acusado de ser seguidor de Descartes, hizo algunas observaciones sobre sus diferencias con el autor del *Discours de la Méthode* en ediciones posteriores. Los enunciados del programa de las *Conclusiones* están inspirados en Pardies, pero parecen más bien sacados de los *Entretiens* del P. Regnault.

¹⁰²Horacio Capel trata concretamente de la configuración de la Geografía en la enseñanza como disciplina desvinculada de la Esfera y de las Matemáticas a lo largo del siglo XVIII. En Horacio Capel, «La Geografía en los exámenes públicos y el proceso de diferenciación entre Geografía y Matemáticas en la enseñanza durante el siglo XVIII», *Areas: Revista internacional de ciencias sociales* 1 (1981), 89-111.

aquellas para investigar el mundo natural.

La última sección de la física general trataba de las cualidades y estados de los cuerpos: el tiempo, el lugar, fluidez, compresibilidad, tersura/rugosidad, diafanidad/ opacidad, blandura/dureza, plasticidad, ductilidad/rigidez. Horcasitas se ofrecía a describir los distintos tipos de hidrómetros, el funcionamiento de la eolípila y la formación de la lágrima batávica; y a exponer algunos secretos curiosos –tintas mágicas, vara adivinatoria, polvos simpáticos–, sin omitir la crítica de estos efectos. Terminaba esta parte con algunas nociones de electricidad y magnetismo, todo ello adobado con citas latinas de Lucrecio, Ovidio, Plauto, Virgilio y Claudiano.

La parte correspondiente a la física particular comprendía el mundo y el cielo, los cuerpos elementales y los mixtos, incluyendo los vivientes. Aunque el seminarista seguía el orden habitual de los tratados de filosofía, en estas *Conclusiones* se incluían temas que estaban asignados tradicionalmente a otras disciplinas: por ejemplo, los círculos sobre el globo terrestre, la longitud, latitud y otras cuestiones que tenían su lugar en la Geografía¹⁰³. La exposición seguía con los elementos –tierra, aire, agua y fuego– y sus meteoros. En el acto público, en la palestra, como decía el programa, el disertante se brindaba a explicar y dar la causa física de distintos instrumentos: barómetros, sifones, máquina neumática, tubos capilares, espejos ustorios, microscopios, espejos cóncavos y convexos, telescopios, cámara oscura. En ese espacio de discusión se hablaría del flujo y reflujo y de las opiniones de Descartes, Lanis, Fabri y Kircher sobre su origen: Newton seguía agazapado bajo la capa que hacía invisible la teoría gravitatoria. Pero la luz no presentaba mayores problemas para los jesuitas, que permitían dar noticia de las opiniones de Descartes, Malebranche, Fabri y Newton, si bien era la doctrina cartesiana la que se daba por buena¹⁰⁴.

El último párrafo de la dedicatoria a la reina era un canto a la gloria de la naturaleza¹⁰⁵. Estamos en 1751, y hasta seis años más tarde no se publicará el primer tomo de la traducción de las *Leçons de Physique experimentale* de Nollet; sin embargo, un párrafo idéntico figura en la dedicatoria al rey Fernando VI de las *Conclusiones de Física experimental* de 1757. En el primer caso, el estudio de la naturaleza se realizaba desde la

¹⁰³ *Conclusiones de la Antigua y Nueva Philosophia*, 13-15.

¹⁰⁴ *Ibid.*, 41.

¹⁰⁵ “Del plan de sus maravillas, de la combinación de sus experiencias, de la variedad de sus fenómenos, de lo misterioso de sus arcanos, importantísimos al Estado, a las Ciencias y manufacturas civiles, toma el asunto en que insiste la mayor parte de sus asertos. Y siendo este noble estudio la ocupación más amena de los Sabios y el serio empleo en que se ocupan las Academias de Europa, será sin duda el obsequio más recomendable que mi obligación puede ofrecer al penetrante ingenio de V.M.”.

filosofía natural, en el segundo, desde la física experimental, pero para los maestros jesuitas los contornos entre ambas se iban difuminando: la filosofía natural se identificaba gradualmente con la física experimental. Antes de que en el currículo del Seminario figurase explícitamente la física experimental, el P. Calzado instruía en ella a sus alumnos. El programa de estas *Conclusiones* sigue fielmente el establecido en las *Constituciones* de 1755, que al parecer solo reflejan lo que ya estaba impartándose en el Seminario.

7.2 *Theses Philosophicae* atque *Systema Phisicum experimentale*, 1754¹⁰⁶.

En 1754, y presididas de nuevo por el P. Calzado, Pedro Cevallo y Guzmán y Vitalis López de Azcutia ofrecieron en público certamen las *Theses Philosophicae atque Systema Phisicum experimentale*. El documento consta de 159 páginas, de las cuales 91 correspondían a la Filosofía natural o Física. El acto se celebraba de acuerdo con este programa: Parte I, historia de la filosofía. De los distintos pueblos; parte II: de los antiguos hasta el siglo XVI; Parte III: lógica; parte IV: metafísica; parte V: geometría, libros de Euclides I, II, III, IV, V, XI, XII; parte VI: física general; parte VII: física particular; parte VIII: del calendario; parte IX: de los cuerpos elementales; parte X: del cuerpo mixto; parte XI: filosofía moral.

El programa era esencialmente el mismo que el de 1751, sin embargo, presentaba algunos cambios que cabe mencionar. En primer lugar, en el título de las *Theses*, impresas solo en latín, se decía que eran de filosofía y de física experimental, mientras que en las defendidas por Horcasitas no se hacía esa distinción: la equiparación entre filosofía natural y física experimental estaba en marcha. La estructura del programa en cuanto al orden de los distintos tratados no variaba, pero sí la extensión dedicada a los diferentes capítulos. Es el caso de la Historia de la filosofía, que en la función de 1754 recibe un amplio tratamiento, mientras que fue tocada casi de puntillas por Horcasitas. Veamos con más detalle algunas peculiaridades de este acto académico.

En la primera parte de la exposición se expuso la filosofía de los distintos pueblos antiguos, basándose en los textos de ciertos autores¹⁰⁷. En la segunda parte se seguía una

¹⁰⁶ *Theses philosophicae, atque systema physicum experimentale, quod in scholis Regii Madritani Nobilium Seminarii publico certamini offerunt D. Petrus Cevallus et Guzman et D. Vitalis Lopez de Azcutia, eiusdem Regii Seminarii alumni, quos, se ipsum, et has leves eorum primitias in grati animi sui officium, ac obsequium idem Seminarium D.O.C.Q. Catholico, Ac potentissimo Hispaniarum Regi Ferdinando VI, patrono suo clementissimo, atque optimo principi, etc. etc. Praeside R.P. Josepho Antonio Calzado, in eodem seminario philosophiae professore* (Madrid: Joachim Ibarra, 1754).

¹⁰⁷ Diógenes Laercio, Thomas Stanley (1625-1678) –citado frecuentemente por Feijoo–, Pierre Daniel Huet

larga enumeración en la que se recopilaba la vida de los filósofos más notables, entre los que no faltaban personajes eminentes como Galileo, Kepler, Bacon de Verulam, Boyle, Malebranche, Leibniz o Newton. La nómina era extensa e incluía a algunos nacionales, en concreto a Pedro Ciruelo, Luis Vives, Francisco Suárez, Luis Losada, Vicente Tomás Tosca, José Berni, Benito Feijoo, Antonio Codorniu y Gregorio Mayans. Con ello se indicaba que España tenía, al igual que otras naciones, individuos de prestigio dedicados al cultivo de las ciencias y de la filosofía, y que la Compañía de Jesús podía presumir de contar entre sus miembros a destacados sabios. A pesar de sus ocupaciones e intereses intelectuales diversos, todos entraban en la categoría de filósofos en cuanto se preocupaban por el conocimiento, ya fuera del mundo físico, de la moral, del entendimiento o del pasado. Por otra parte se destacaba a Thomas Burnet, William Whiston, Willem S'Gravesande (1688-1742), Noël Regnault, Étienne Simon de Gamaches (1672-1756)¹⁰⁸, los Martino¹⁰⁹, Louis Bertrand Castel, John Keill (1671-1721), Fortunato de Brescia (1701-1754) y Jean-Antoine Nollet (1700-1770) como promotores de la física, independientemente de su filiación filosófica.

En la Parte VI comenzaba la Física General, en la que se trataban los mismos epígrafes que en las *Conclusiones* anteriores: sobre la naturaleza de la física y su objeto; del movimiento de los cuerpos y sus leyes; de las leyes de movimiento reflejo, refracto, acelerado y pendular; de los cuerpos elásticos: leyes de las colisiones; de los movimientos con ayuda de la mecánica; de los movimientos con ayuda de la hidrostática; del equilibrio de los sólidos en líquidos; sobre los modos y estados de los cuerpos. El núcleo de la exposición correspondiente a esta parte estaba formado por el movimiento local, que se definía, al igual que el reposo, como estado del cuerpo. El capítulo relativo a los choques entre cuerpos elásticos, no seguía el tratado de Pardies, sino el de Eduardo Corsini¹¹⁰, un texto más avanzado que la *Medulla Philosophiae*, pero todavía con grandes ataduras aristotélicas. También se tomaba de Corsini el epígrafe correspondiente a las máquinas¹¹¹. Estos apartados, así como el correspondiente a la hidrostática, figuraban ya en la mayoría

(1630-1721), Johann Gottlieb Heinecke (1681-1741), más conocido como Juan Heinecio y Johann Jakob Brucker (1696-1770) en su *Historia critica philosophiae a mundi incunabili ad nostram usque aetatem deducta*.

¹⁰⁸ Autor de dos obras de carácter científico, *Système du mouvement y Astronomie physique*, donde defiende a Descartes frente a Newton.

¹⁰⁹ Seguramente se trata de los dos hermanos Martino, Nicola Antonio (1701-1769) y Pietro (1707- 1746); con el primero ya hemos topado en el capítulo dedicado a Feijoo.

¹¹⁰ Eduardo Corsini (1702-1765), *Institutiones Philosophicae ad usum scholarum piarum* (Venetis: Typographia Balleoniana, 1743), II: 461-468.

¹¹¹ *Ibid*, II: 491-508.

de obras de filosofía destinadas a la enseñanza¹¹². Se defendían unas pocas proposiciones sencillas y bien establecidas sobre la gravedad, y se hacía una breve mención al movimiento pendular y a su isocronía, recordando que solo era exacta en el péndulo cicloidal, como había establecido Huygens.

La física particular comenzaba con el mundo y los cuerpos celestes. Resulta digno de mención que se aludiera a que, según probaban una serie de experimentos, la forma de la Tierra fuera esferoidal, achatada por los Polos y elevada por el Ecuador, aunque con todo, parecía más probable que mantuviera su forma esférica, como apoyaba el marqués de Poleni¹¹³. El resultado de las expediciones para medir el grado del meridiano era conocido y se incorporaba con prudencia a la filosofía natural. En el Seminario se manejaban distintos textos de filosofía: sabemos que utilizaban las *Institutiones* de Corsini, como ya hemos visto, pero también en esta parte dedicada a la física particular se acude al escolapio en varias ocasiones¹¹⁴. Otras veces echaban mano de la obra del jesuita Joseph Zanchi¹¹⁵. Tanto la obra de Corsini como la de Zanchi introducían las teorías de Kepler, Descartes y Newton, entre otros, y si bien seguían el modelo aristotélico, incorporaban sin problemas aquellas soluciones que los físicos modernos habían resuelto y que discrepaban de las afirmaciones del *Filósofo*. Así, no había ninguna dificultad en aceptar que los cometas eran supralunares y no efecto de las exhalaciones terrestres, o que en los cielos había generación y corrupción, cuestiones ya admitidas sin dificultad por la comunidad de los filósofos naturales. En estas *Theses* mandaba desde luego la prudencia y los temas tratados eran poco o nada controvertidos, no se salían de las convenciones habituales de la época. Newton apenas asoma.

En la sección dedicada a los cuerpos elementales se reconocía que había un gran número de opiniones sobre su esencia y su número, pero el seminarista se iba a ocupar de

¹¹² Así ocurre, como hemos visto, en la obra de Corsini, e igualmente en la de Joseph Zanchi (1710- 1786), *Scientia rerum naturalium sive Physica ad usus académicos accomodata* (Viena: Aulæ Imperial. Typographum, 1748) o en la de Fortunato de Brescia, *Philosophia sensum mechanica ad usus académicos accomodata* (Brixiae: Rizzardi, 1735). En el *Compendium* de Tosca no aparecen.

¹¹³ “Terram Sphaeroidali donatam esse, quae sub polis depressa fir & elata sub aequatore proban quam plurimom RR. Experimenta, quibus fidem nos denegamus, quamvis probabilius censeamus cum Marchione Poleno physice loquendo, sive quoad sensum sphaericam esse.”, *Theses Philosophicae...*, 89. Esta es la misma posición mantenida por Joseph Zanchi, II: 154.

¹¹⁴ En las *Theses* se insertan unas tablas con las distancias medias entre distintos cuerpos celestes y los periodos de revolución de algunos de estos cuerpos, *Theses*, 92-95, 180. Están tomadas de la obra de Corsini, III, 171 y 226-228. También de Corsini se toman las tablas de los periodos de revolución de los planetas alrededor del Sol –y ¡está incluida la Tierra!, aunque con la advertencia de que “Supposito itaque, quod Planetæ singuli circa Solem orbitam...”, 235 y 237.

¹¹⁵ Zanchi, *Scientia...*, en concreto, el epígrafe sobre la Luna, *Theses*, 92-93, está tomado del tomo segundo de la obra de Zanchi, 62 y ss; o en el número de estrellas fijas, *Theses* 97, *Scientia* ..., 44.

los cuatro elementos clásicos: tierra, aire, agua y fuego y de los meteoros correspondientes. También en este caso, en particular sobre el aire, Corsini era la fuente (*Institutiones* III: 327-328), recogándose en el programa las mismas referencias que el autor italiano, aunque también se tomaba de los *Elementa physicae* de Musschenbroek un dato que no figuraba en las *Institutiones*¹¹⁶.

La filosofía natural en el Seminario, si nos atenemos a los dos casos estudiados, se había modernizado con el paso del tiempo. Las fronteras entre física y matemáticas se desdibujaban y el tratamiento de los distintos seres y fenómenos naturales dependía cada vez más de la cuantificación, de la medida, de la ayuda de las disciplinas físico-matemáticas. Hemos visto que se incorporaban elementos de la geometría, de la mecánica; en la defensa de las tesis filosóficas se aportaban datos, se daban ejemplos numéricos, se recogían en tablas los valores de las variables, se aludía a la fuerza probatoria de los experimentos. No se podía prescindir de la escolástica, pero su autoridad se iba limitando eficazmente. Por otra parte, los saberes circulaban entre los profesores del Seminario, y lo que se estudiaba en matemáticas se diseminaba a la filosofía natural, creándose sinergias que favorecían el conocimiento de la naturaleza.

Los certámenes de matemáticas y filosofía que hemos examinado confirman que los programas que se seguían en el Seminario en la década de los cincuenta coincidían con lo recogido en las *Constituciones* y hemos de suponer que en lo relativo a la física experimental la instrucción se había iniciado ya.

8. Física experimental en el Real Seminario de Nobles.

La enseñanza de la física experimental estuvo a cargo del Padre Antonio Zacagnini (1723-1803) desde el año 1755 hasta ser nombrado preceptor del príncipe de Asturias en 1762. En 1751 había viajado a París como pensionado para ampliar su formación; allí siguió los cursos del abate Nollet basados en sus afamadas *Leçons de Physique expérimentale*. El texto de Jean Antoine Nollet conoció un éxito espectacular tanto en Francia como en otros países. Se publicó por primera vez en 1743 y del mismo se hicieron varias ediciones a lo largo del siglo. Fue traducido a otros idiomas y también al español, encargándose de la versión castellana el propio Zacagnini¹¹⁷. La edición en que se basó el jesuita debió ser la

¹¹⁶ Pieter van Musschenbroek, *Elementa physicae conscripta in usus académicos* (Venetiis: Joannem Baptistam Recurti 1745), 476. En *Theses*, 126 se da el mismo dato relativo al dilatación de un fluido elástico en agua.

¹¹⁷ Jean Antoine Nollet, *Lecciones de Física Experimental*, (Madrid: Joaquín Ibarra, 1757).

tercera, de 1749¹¹⁸, o alguna posterior, pues la versión española se imprimió en 1757 e incluye información relativa a la expedición al Perú que no figura en las ediciones anteriores¹¹⁹. Los cinco tomos del original — el sexto, en el que se trataba del movimiento de los astros, las propiedades del imán y de la electricidad, no se publicó hasta 1764— se convirtieron en seis en la edición de Ibarra. La edición francesa de 1753, que es la que seguiremos, se editó en doceavo, mientras que la española se imprimió en cuarto. La Biblioteca Nacional dispone de ambas.

8.1. La obra de Nollet.

El abate Nollet, nombre con el que se suele hablar del autor francés, fue un experto experimentador y diseñador de instrumentos a cuyas lecciones públicas acudía lo más granado de la sociedad parisina y el propio Delfín, a quien está dedicado su curso¹²⁰. De origen humilde, se formó inicialmente como artesano, adquiriendo una pericia que le serviría posteriormente para convertirse en un reconocido fabricante de instrumentos científicos. Sus cursos y lecciones públicas de física experimental, en las que utilizaba

¹¹⁸ Las *Leçons* fueron objeto de varias ediciones y reimpressiones, aparte de numerosas impresiones no autorizadas que fueron denunciadas por el autor. Las únicas que Nollet aprobaba eran las salidas de las prensas de los hermanos Guérin. Seguiremos la reimpression de la tercera edición de 1753, cuyos tomos pueden consultarse en los siguientes enlaces:

https://books.google.es/books?id=ygNBAAAACAAJ&printsec=frontcover&dq=editions:lrpxBhSh99cC&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false Tomo I

https://books.google.es/books?id=4gNBAAAACAAJ&printsec=frontcover&dq=editions:lrpxBhSh99cC&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false Tomo II

https://books.google.es/books?id=TQRBAAAACAAJ&printsec=frontcover&dq=Le%C3%A7ons+de+physique+experimentale+Nollet&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Le%C3%A7ons%20de%20physique%20experimentale%20Nollet&f=false Tomo III

https://books.google.es/books?id=YARBAAAACAAJ&printsec=frontcover&dq=editions:lrpxBhSh99cC&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false Tomo IV

https://books.google.es/books?id=zPgPAAAAQAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false Tomo V, aunque es de 1755. El sexto tomo no se publicó hasta 1764. <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=hvd.hxj4fb&view=1up&seq=1>

¹¹⁹ En efecto, en las páginas 123 y 124 del tomo II de las *Lecciones* escribe Zacagnini: “Solo diré que las operaciones que hizo en el Norte este Académico [Maupertuis] y MM Clairaut, Le-Camus, Le-Monnier, el Abbate Outhier y Celsio, han confirmado, aunque con tal cual diferencia, la figura que Hughens (*sic*) y Newton atribuyeron a la tierra y que las resultas de las medidas tomadas en el Perú por MM Bouguer, La Condamine, y Godin concuerdan en dar a la tierra la figura de una elipsoide, cuyo eje es menor que el diámetro de su Ecuador. Véase sobre esto la Obra de M. Bouguer intitulada *La figure de la Terre déterminée par les observations faites au Perou &c*”. En la primera edición francesa de 1743 no se hace mención a los resultados de la expedición ecuatorial, pero sí aparece en la consultada de 1749. Zacagnini no menciona la participación española en la medición del meridiano, se limita a seguir el texto del abate francés, pasando por alto los trabajos que Juan y Ulloa habían publicado en 1748 y que debía conocer. Que sea efectivamente la tercera edición la que utilizó Zacagnini se ve reforzada por la nota al pie que inserta en el Tomo II, relativa a la memoria de Clairaut de 1745 sobre el cumplimiento de la ley de gravitación y los movimientos de la Luna, y que también viene en el tomo segundo de las *Leçons*, 142.

¹²⁰ Sobre Nollet y su física experimental véase Lewis Pyenson, Jean François Gauvin (dir.), *L’Art d’enseigner la physique. Les appareils de démonstration de Jean Antoine Nollet 1700-1770*, (Quebec: Éditions du Septentrion, 2002).

sus propios aparatos, fueron sin duda el mejor reclamo para los potenciales compradores de sus productos. Sus contactos personales con Desaguliers, Gravesande y los hermanos Musschenbroek contribuyeron indudablemente a su formación y vocación, si bien, a diferencia de ellos, su punto de vista no era el newtoniano¹²¹. En 1753 fue llamado por el rey para ocupar la recién creada cátedra de física experimental del Colegio de Navarra y unos años más tarde lo vemos de profesor en la escuela de artillería de La Fère. Llegó a ser director de la Academia de Ciencias de París.

La obra francesa comenzaba con un prefacio en el que el autor señalaba los presupuestos en que se basaba, el público al que se dirigía y la metodología empleada. Nollet reprobaba la física tradicional que partía de hipótesis y principios derivados de sistemas a menudo opuestos entre sí; una física que para el abate se expresaba en un lenguaje oscuro e inaprensible, repleto de palabras vacías que habían terminado por generar la desconfianza del público y su alejamiento de la investigación de la naturaleza. Sin embargo, ese rechazo se había ido transformado en gusto y afición, debido a los útiles descubrimientos y a las verdades evidentes, al alcance de todos, que descubría la nueva física. Descartes, continuaba, había sido pionero en la nueva forma de interrogar a la naturaleza mediante experiencias y observaciones reiteradas, y su método consistía en no admitir más ley que aquella que se presentaba como claramente verdadera al entendimiento. Nollet explicaba que con el desarrollo de esta metodología, el gusto por la física se había hecho prácticamente general entre un público deseoso de conocer sus principios, lo que había dado lugar a la publicación de tratados elementales escritos en lengua vernácula. Los avances realizados en este ámbito del saber, la perfección que había ido alcanzado esta ciencia, los errores que se habían ido corrigiendo, exigían sin embargo la renovación de esos tratados y su adecuación a las personas a las que se destinaban, de modo que nadie se viera excluido de su estudio por el excesivo uso de la geometría.

Las *Leçons de Physique Expérimentale* que presentaba su autor estaban dirigidas a un público interesado, pero no especialista, cuyas habilidades matemáticas no estaban probadas y, en consecuencia, Nollet prescindía en su texto del álgebra y de la geometría hasta tal punto que no figuraban en sus lecciones notación simbólica alguna o fórmulas matemáticas. Afirmaba igualmente que no seguía ningún sistema, y que no especulaba sobre las cuestiones metafísicas que pudiesen tener relación con la materia tratada. Serían

¹²¹ Víctor Guijarro Mora, «La enseñanza de la física experimental en la Europa del siglo XVIII», *ÉNDOXA: Series Filosóficas* 14 (2001), 111-136: 119.

los experimentos los que hablasen, averiguasen o confirmasen, de modo que la ejecución cuidadosa de las experiencias que había diseñado, en las que los instrumentos jugaban un papel primordial, pondría de manifiesto el funcionamiento de la naturaleza, sus principios y leyes. Consciente de que sus aparatos no estaban al alcance de todos sus seguidores, y de que era necesario tener una cierta práctica y pericia para llevar a cabo y replicar con éxito los experimentos, Nollet organizaba y desarrollaba su texto apoyándose en la fuerza persuasiva de lo que se contemplaba con la vista¹²². Este principio rector no le llevaba, sin embargo, a abrumar a sus lectores con un número excesivo de artefactos y demostraciones; prefería presentar tan solo aquellas operaciones que probaran de forma más directa las proposiciones, o que dieran lugar a aplicaciones más atractivas. Sus enseñanzas se estructuran siguiendo una pauta: explicar en pocas palabras el estado de la cuestión, probar sus proposiciones mediante experiencias, señalar las aplicaciones de los fenómenos estudiados e indicar lecturas apropiadas a los que desearan ampliar sus conocimientos¹²³. Su propósito es convencer de sus planteamientos y deducciones tanto a los llevan a la práctica sus experimentos, como los que se limitan a contemplarlos, bien sea como asistentes a sus cursos presenciales o como simples lectores de las *Leçons*. La física de Nollet era una física demostrativa que no excluía violentar a la naturaleza –como, por ejemplo, se hacía mediante la bomba de vacío– pero que no tenía por objetivo realizar descubrimientos, refinar resultados o deducir leyes cuantitativas, sino presentar unas experiencias de las que se coligieran comportamientos estables de ciertos fenómenos.

Según el autor, el libro se destinaba en particular a los jóvenes de uno y otro sexo que pasaban los primeros años de su vida en Colegios o Pensionados, es decir, tenía una intención didáctica, un propósito formativo, que consistía en acostumbrar a los educandos a realizar inducciones juiciosas mediante ejemplos fáciles y familiares¹²⁴. Nollet consideraba que sus *Leçons* cumplían una función divulgativa y pedagógica que ponía a disposición de un público amplio los métodos y conclusiones de la física experimental; a su entender, nadie que se propusiera conocerlos debería sentirse inhibido por la complejidad de la empresa ni por el carácter abstruso de las comunicaciones y tratados

¹²² “Depuis que j’enseigne la Physique expérimentale, j’ai eu tout lieu de reconnaître que le moyen le plus sûr de captiver l’attention et de faire naître promptement les idées, c’est [...] de parler aux yeux par des opérations sensibles”, *Leçons* I, xxiv.

¹²³ Nollet, *Programme ou Idée général d’un Cours de Physique Expérimentale* (Paris: Le Mercier, 1738), xxv.

¹²⁴ Nollet ponía como muestra de la adecuación de su obra a la finalidad destinada el hecho de que hubiera sido adoptada en varios colegios de los oratorianos y de la Doctrina cristiana, así como en la Universidad de Reims, recordando también que se utilizaban sus lecciones en los ejercicios públicos que se realizaban en esas instituciones y en la Academia de Bellas Letras de Burdeos, *Leçons* II, xiii.

de los *philosophes*, cuya función investigadora tenía características bien diferenciadas de las ilustrativas de sus cursos¹²⁵. A nadie estaba vetado participar en los descubrimientos de la ciencia.

8.2 La traducción de Zacagnini.

Las enseñanzas de física experimental impartidas por Zacagnini en el Seminario de Nobles de Madrid se basaron también en las *Leçons*, de las que el jesuita había hecho una traducción al español. En la elección de este texto y en la compra de los instrumentos del abate francés fue determinante sin duda el que Zacagnini se hubiera formado con Nollet, como él mismo nos recuerda en la dedicatoria a Fernando VI, donde alababa la protección concedida por el rey a la física experimental y a sus profesores al financiar las máquinas que se habían cedido al Real Seminario para la instrucción de los jóvenes pupilos.

El *Prólogo* que encabezaba la obra en español fue debido a la pluma del jesuita; recogía las líneas generales del prefacio de Nollet y expresaba su acuerdo con sus propuestas: la física experimental introducía al estudioso en “utilísimas verdades”, sus asertos eran “importantísimos al Estado, a las Ciencias y manufacturas civiles”, era ocupación amena, se ocupaba de los efectos reales y no se enfrascaba en el conocimiento estéril, su método no “finge sistemas”, sino que se basaba en la observación repetida y en experiencias escogidas. Zacagnini justificaba el cultivo de la física experimental en la búsqueda de la verdad a través de los efectos de la naturaleza, sin ataduras a opiniones o doctrinas: una actitud realmente atrevida viniendo de un religioso que probablemente no era consciente del peligro que encerraban sus palabras si malintencionadamente se querían entender contra la ortodoxia católica¹²⁶. Probablemente se defendía de las previsibles embestidas de aquellos que seguían escudándose en la tradición escolástica; afirmaba que el recurso a sistemas apriorísticos no había dado fruto, como se podía comprobar en España, donde la filosofía estaba contaminada por las discusiones y las palabras huecas, mientras que en otros países se habían producido adelantos provechosos,

¹²⁵ Así lo manifiesta en su *Programme ou Idée général d'un Cours de Physique* xii: “On confond la curiosité d'un Amateur avec l'étude d'un Philosophe; on ne fait point attention que, pour trouver du nouveau, celui ci se livre à des recherches dont on se dispense, dès qu'on se borne à sçavoir ce que d'autres ont découvert”. Y en el prefacio de las *Leçons*, ix, afirma: “La nouvelle méthode fit de véritables Savans, et leurs découvertes excitant de toutes parts l'attention et la curiosité, on vit naître des Amateurs de tout sexe et de toutes condition”.

¹²⁶ Atención a las palabras del jesuita: “[...] para hallar la verdad debemos buscarla en los efectos de la naturaleza; sin que puedan retraernos ciertos motivos ridículos, ni ciertos respetos humanos, opuestos a su estudio: quizás temiendo no se descubra con las nuevas noticias lo débil de sus fundamentos, y lo mal apoyado de sus opiniones. Si estas son verdaderas se confirmarán más, y más; si falsas, importa mucho sacar su falsedad a luz; y si inútiles, desterrarlas sin piedad, ni limitación alguna”.

como las máquinas para elevar el agua¹²⁷. El traductor se entusiasmaba ante las posibilidades que a su juicio ofrecía la física experimental, cuyo objeto era “la descripción de los fenómenos de la naturaleza, el descubrimiento de sus causas, la exposición de sus proporciones, y la inquisición general sobre la constitución del universo”, una meta ambiciosa que poco tenía que ver con la física experimental ponderada por Piquer o Feijoo, para los que el experimentador era un simple espectador que se abstenía de ir más allá de una recopilación de datos o de una mera descripción de lo que observaba. Nollet se mostraba mucho más moderado en cuanto al alcance de esta nueva forma de investigar los fenómenos naturales; cuanto menos no expresaba con esa vehemencia lo que Zacagnini concedía a esta disciplina, a la que el maestro del Seminario de Nobles dotaba de la facultad de averiguar las causas de los fenómenos y de desentrañar, ni más ni menos, la esencia del universo y por tanto, de los entes que lo formaban. Para el jesuita no cabía duda de que la física experimental, en la que parecía tener una confianza ciega, estaba autorizada a adentrarse en el territorio de la filosofía natural, postura afín a la que ya mantenían muchos sectores de la Compañía. Sin embargo, es necesario poner en contexto la marcha triunfal de la ciencia que anunciaba Zacagnini y no dar a sus palabras un alcance que no estaba en su ánimo: el marco epistemológico en el que realmente se mueve es el de la física de Nollet, con todas las restricciones que el experimentador francés imponía a sus conclusiones, a las que no adhería ningún elemento metafísico. Los resultados de la física experimental tenían consistencia en el ámbito de ciertos fenómenos visualizados mediante los experimentos y, respecto de las causas, no se podía asegurar que no fueran efecto de otro principio todavía ignorado¹²⁸. Pero cabe también preguntarse si no había por parte de Zacagnini la voluntad de poner de manifiesto que el conocimiento de la naturaleza, tal como era presentado por la filosofía de la *Ratio Studiorum*, no era sino una instrucción abstracta y libresca, pues, como hemos visto, el jesuita denunciaba la esterilidad de los distintos sistemas y su falta de utilidad. Frente a sus disquisiciones y su método dialéctico, Zacagnini invitaba a conocer los efectos reales, pues era en ellos donde había que buscar la verdad mediante “escogidas experimentaciones y repetidas observaciones”.

¹²⁷ “¿Qué provecho no han sacado [las naciones] con la invención de sus máquinas? ¿Qué manufacturas no han establecido? ¿Qué canales no han abierto? ¿A qué alturas no han levantado las aguas para la mayor comodidad? ¿Qué comercio no hacen con el mundo todo? Pues todo esto nace sin duda del estudio de la experiencia”.

¹²⁸ *Lecciones I*, 2-3: “[...] sin atrevernos a asegurar que lo que damos por primera causa física no sea efecto de otro principio que ignoramos. [...] la Física conoce, no obstante cierto número de atributos, que mira como primitivos, hasta que reconozca de quien sean efectos”.

La versión española sigue fielmente el texto francés, excepto en unos pocos casos en los que Zacagnini se cuida de mencionar el movimiento terrestre o insiste en que dicho movimiento es tan solo una suposición¹²⁹. Otros ejemplos ponen de manifiesto que el sistema de Copérnico no estaba permitido en las aulas más que hipotéticamente, ni tampoco la rotación de nuestro planeta en torno a su eje. El jesuita intenta por todos los medios no comprometerse con el movimiento diurno y anual de nuestro planeta, insistiendo en que no se trata más que de una suposición, si bien cada vez más admitida por los astrónomos. Zacagnini no tenía más remedio que negar explícitamente el movimiento terrestre, pero cualquier lector avisado no podía dejar de pensar que esos movimientos tenían al menos un alto grado de probabilidad. Era fácil juntar cabos con la explicación que seguía a continuación sobre la figura de la Tierra y la confirmación de su achatamiento polar¹³⁰. Lo mismo puede decirse respecto del movimiento alrededor del Sol, tratado siempre como hipótesis¹³¹. Esta observación sobre la “hipótesis” copernicana no figura en el texto francés. El traductor añadió cautelosamente la varita mágica que le libraba de problemas con la censura y con la Inquisición.

8.3 El discurso de la física experimental: la elección de los jesuitas.

Nollet, siguiendo su filosofía de basar sus proposiciones en experimento, procuraba no alinearse con teorías que no pudieran demostrarse empíricamente, lo que no obsta para que las expusiera y les otorgase un cierto crédito, aunque suspendiendo su beneplácito. Esta forma de entender el conocimiento de la naturaleza a través de la física experimental convenía sin duda a los jesuitas, que se liberaban de cualquier tipo de compromiso con doctrinas vistas con recelo por los superiores de la Orden. Su orientación era ciertamente

¹²⁹ Compárese la frase del original francés: “Les corps céleste ont des mouvements qui doivent s’expliquer selon ces principes. Si la lune tourne autour de la terre, la terre elle-même et les autres planètes autour du soleil” *Leçons* II, 86-87, con la traducción española: “Según estos principios deben explicarse los movimientos de los cuerpos Celestes. Si la Luna circula alrededor de la tierra, y los demás Planetas alrededor del Sol”, donde el globo terrestre ha perdido su movimiento orbital, *Lecciones* II, 70-71.

¹³⁰ De la cautela del jesuita a este respecto puede juzgarse también por el añadido, entre paréntesis, que hace en *Lecciones* III, 316, cuando habla del movimiento de rotación terrestre: “[...] y si no se atiende a los efectos de la fuerza centrífuga, que (en la hipótesis Copernicana) resulta del movimiento de la tierra sobre su eje”, añadido que vuelve a hacer en la página 324 de este mismo volumen. La mágica palabra “hipótesis” protegía contra los maléficos conjuros.

¹³¹ “Observó el célebre Domingo Cassini una tardanza en la vuelta de los eclipses del primer satélite de Júpiter, que lo persuadió a que la luz gastaba cerca de catorce minutos en atravesar todo el diámetro anual de la Tierra (hablando *hypotheticamente*)”, *Lecciones* V, 208. Tenemos este otro ejemplo de la cautela jesuítica: “Por otra parte la Atmósfera es un anexo del globo terrestre, que (en la hipótesis Copernicana) se mueve con él en 24 horas sobre su eje común, y en un año en la misma órbita alrededor del Sol”, *Lecciones* III, 305. El original, *Leçons* III, 338: “d’ailleurs l’atmosphère est une dépendance du globe terrestre qui se meut comme lui & avec lui en 24 heures sur un axe commun, & en un an dans le même orbe autour du soleil”.

pragmática y utilitaria, lo que indudablemente casaba bien con los planteamientos educativos del Seminario de Nobles y con la actitud de la Compañía hacia la física experimental. Ni los contenidos ni la metodología interferían con los de la filosofía natural que se proporcionaba a los seminaristas siguiendo la *Ratio Studiorum*, ya que evitaba consideraciones sobre los principios y cualidades de los entes naturales. Era una física que no se subordinaba a ningún sistema y tenía la ventaja de avenirse bien con la cultura experimental que los jesuitas propiciaban en el cultivo de las disciplinas físico-matemáticas; además, proporcionaba evidencia sensible sin el socorro de abstracciones o fundamentos *a priori*. Nollet, por ejemplo, al estudiar la divisibilidad de la materia, aunque afirmaba que se inclinaba por la existencia de partículas insecables, es decir, por los átomos, reconocía que las pruebas experimentales lo más que podían determinar era que la materia era divisible en un número elevado de partes pequeñas. Ahora bien, si esa división mediante operaciones se podía continuar al infinito o se interrumpía al llegar a un punto, era indecible, al menos en el estado de la ciencia de ese momento¹³². La física experimental no podía responder a la cuestión de si la materia era físicamente divisible *ad infinitum* o no, eso era “negocio de sistema”¹³³. La cuestión por tanto quedaba en suspenso y el aristotelismo a salvo.

El marco general de la filosofía de Nollet era el del sistema mecánico y los referentes más constantes, Descartes y Malebranche¹³⁴. Su aversión a seguir cualquier sistema y a evitar lo que llamaba las cuestiones metafísicas no impedía que, llegado el momento, propiciase la explicación cartesiana y asumiese algunas de sus actualizaciones; en ocasiones Nollet se atrevía incluso a proponer sus propias conjeturas. Pese a ese *penchant* hacia sus compatriotas, el abate francés no rehuía las teorías que divergían de las cartesianas y que iban tomando una fuerza y credibilidad creciente. Lo podemos observar en la explicación que da sobre la dureza y fluidez de los cuerpos, donde considera como hipótesis más verosímil la que atribuía esas propiedades a un fluido sutil admitido por casi todos los físicos, incluido Newton¹³⁵. Sin embargo, exponía también la teoría de las fuerzas repulsivas citando a Gravesande, pero insistiendo en que se trataba de una descripción del fenómeno, no de las causas del mismo. Admitía, con una cierta amplitud

¹³² *Leçons* I, 5 y ss.

¹³³ *Lecciones* I, 11.

¹³⁴ Oigamos su compromiso con el sistema mecánico: “[...] pero hipótesis por hipótesis, más seguro es discurrir sobre principios mecánicos, e inteligibles, que fundarse en novedades, que no se ofrecen a la imaginación bajo unas ideas familiares”, *Lecciones* II, 378.

¹³⁵ Cita el libro 3 de su *Óptica*, cuestión 18.

mental, que tanto las interpretaciones basadas en las fuerzas de repulsión como aquellas que se basaban en el fluido sutil, no eran sino hipótesis, aunque decididamente se inclinara decididamente por la segunda¹³⁶. El hecho de que abordara distintas doctrinas era igualmente bienvenido por los profesores jesuitas que, como se ha comentado en otra parte, acudían a este recurso para introducir novedades de difícil admisión en la filosofía aristotélica que estaban obligados a enseñar. Tampoco entraba en principios ontológicos o metafísicos subyacentes a la realidad física, sus argumentos no tenían forma silogística, ni reivindicaba que sus enseñanzas fueran una auténtica ciencia en el sentido aristotélico, probablemente tampoco lo pretendía.

Pese a las reservas de que hacía gala Nollet hacia los sistemas, y su manifiesto compromiso con los “hechos”, es evidente que la idea de una física experimental que se atuviera exclusivamente a lo observado carecería en la práctica de sentido, pues las percepciones y su interpretación se ordenan según unas concepciones previas, y tanto los instrumentos como los diseños experimentales responden a objetivos modulados por las doctrinas que se aceptan. La finalidad de la ciencia experimental no puede ser otra que la de obtener conclusiones sobre el funcionamiento de la naturaleza; conclusiones que indudablemente vienen mediatizadas por la manipulación experimental y por el marco teórico en que se inscriben¹³⁷. El propio experimentador francés avanza de cuando en cuando sus conjeturas, y se justifica por haber formado un sistema de explicaciones en relación a los fenómenos eléctricos, señalando que “Cuando se hacen experiencias en la física es preciso tener alguna intención, y ¿qué intención se podrá tener cuando se tiene por regla no fijarse en principio alguno ni poner la mira en alguna causa particular?”¹³⁸.

8.3.1 La atracción gravitatoria.

Examinemos el tratamiento que Nollet da a la ley de gravitación universal para comprender lo idóneo que resultaba su texto como manual del profesor en el Seminario de Nobles. De confirmarse la teoría gravitatoria solo cabía deducir el movimiento de nuestro planeta, admitido en las aulas como apariencia, pero proscrito como realidad

¹³⁶ *Leçons* II, 453-474.

¹³⁷ Como dicen Lafuente y Valverde, “El uso correcto de un instrumento implicaba una teoría del fenómeno y una teoría del instrumento” En Antonio Lafuente, Nuria Valverde, *Los mundos de la Ciencia en la Ilustración española*, (Madrid: Fundación española para la ciencia y la tecnología, 2003), 101.

¹³⁸ Jean Antoine Nollet, *Ensayo sobre la electricidad de los Cuerpos, escrito en idioma francés por Mons. El abate Nollet, de la Academia real de las Ciencias de París, y de la regia Sociedad de Londres. Traducido en castellano por D. Joseph Vázquez y Morales. Añadida la historia de la electricidad*, (Madrid: Imprenta del Mercurio, 1747), *Prólogo* del autor. Sabemos que los traductores fueron en realidad Joseph Ortega y Antonio María Herrero. Véase nota 181, del capítulo II.

física. Afortunadamente para los jesuitas Nollet nunca daba como segura la teoría newtoniana, aunque encontrara que las razones que la sustentaban eran realmente poderosas. Zacagnini no tenía que realizar ningún tipo de malabarismo literario para hacer digerible a las autoridades eclesiásticas y a las de la Compañía su traducción. La gravedad terrestre, como fuerza que hacía caer los cuerpos de arriba abajo cuando ningún obstáculo se oponía, se estudiaba en la lección sexta del segundo tomo. Su causa era un asunto controvertido, pues los filósofos tenían opiniones divergentes al respecto: unos decían que era una propiedad de la materia, otros que se debía a una materia sutil; para Newton era una consecuencia de una general gravitación y para la mayoría de los newtonianos del día, un ejemplo de la atracción recíproca entre los entes materiales. Todas estas conjeturas estaban expuestas a objeciones, por lo que la postura más sensata era olvidarse de las causas y ocuparse de los efectos. Sin embargo, no se descartaba que la gravedad fuera inherente a la materia¹³⁹, ni tampoco que fuera un efecto de idéntico origen al que forzaba a la Luna a girar en torno a nuestro planeta¹⁴⁰. Nollet concedía que la gravedad no era solo un fenómeno exclusivamente terrestre, o al menos aceptaba que esa hipótesis tenía fuertes visos de credibilidad¹⁴¹.

Volvemos a encontrar la cuestión de la atracción en el apéndice dedicado a los tubos capilares, al tomar en consideración la opinión de aquellos que atribuían la capilaridad a la atracción que ejercía el vidrio sobre el líquido¹⁴². La explicación que se sostenía en esta hipótesis era desechada con firmeza apelando a los argumentos mecanicistas habituales, que eran reproducidos escrupulosamente por el traductor. Entre los partidarios de la atracción había dos posturas que la interpretaban de modos diferentes. Según Nollet, para

¹³⁹ “Aunque no pueda decirse, que la gravedad es esencial a la materia, puesto que ésta puede concebirse sin esta inclinación hacia el centro de la tierra; no obstante, una larga, y continuada experiencia no nos da lugar de creer, que, entre todos los cuerpos que conocemos, haya alguno exento de esta propiedad”, *Lecciones* II, 85.

¹⁴⁰ “Newton nos asegura (y Newton merece que lo oigan) [...] que una piedra, comenzando a caer desde la Luna, no andaría en un minuto más de lo que anda en un segundo acá abajo: esto es, que cayendo de la Luna, la velocidad sería 3600 veces menor que la que tendría en las cercanías de la superficie de la tierra”, *Ibid.*, 113-114.

¹⁴¹ “A la verdad, Newton no ha demostrado, que la fuerza centrípeta de la Luna sea diferente de la de los cuerpos que pertenecen a nuestro globo, pero lo ha supuesto con mucha verisimilitud”, *Ibid.*, 114. Conviene hacer notar que la traducción de Zacagnini transformaba ligeramente la frase del original: “A la vérité, Newton n'a pas démontré que la force centripète de la Lune soit la même que celle des autres corps qui appartiennent à notre globe”, y donde Nollet dice “soit la même”, en la versión castellana se lee “sea diferente”, *Leçons* II, 142. Desde el punto de vista newtoniano lo relevante era establecer que la fuerza de la Tierra sobre la Luna era la misma que la de la gravedad terrestre; si Newton hubiera demostrado que eran diferentes, su ley de gravitación no hubiera sido universal. Quizás podemos tomar la desviación del original como un *lapsus* que pone en evidencia que Zacagnini comulgaba con el matemático inglés y que daba por supuesto que la misma fuerza actuaba en la Luna y en los entes materiales terrestres.

¹⁴² Páginas 331- 337 de la versión de Zacagnini, 415-423 en el original francés en el volumen segundo de ambos.

unos, siguiendo al maestro de los *Principia*, la atracción era un hecho o, mejor dicho, un efecto observable del que por el momento se desconocía la causa, lo cual no excluía que pudiera haber una explicación mecánica que todavía no se había encontrado. En este sentido se podía tomar como el nombre que se daba a un fenómeno todavía no bien comprendido, algo que incluso los mismos cartesianos hacían cuando hablaban de viscosidad, adherencia, flexibilidad o resorte para referirse a ciertas propiedades cuyos principios permanecían sin descifrar del todo. S'Gravesande pertenecía a esta clase de físicos, ya que interpretaba las leyes de la atracción como fenómenos y no como causas, e incluso aceptaba que estos efectos podían deberse a un impulso¹⁴³. Sin embargo, para los que se denominaban a sí mismos seguidores de Newton, la atracción era un principio de la naturaleza por el cual, sin impulso exterior, un cuerpo se acercaba a otro mediante una acción a distancia, sin que hubiera contacto entre los cuerpos o con cuerpos intermedios. Nollet admitía que Dios podía haber decidido que tanto el impulso de unos cuerpos contra otros como la atracción fueran causas del movimiento, haciendo de la primera la más habitual. Dando por supuesto la acción por contacto, Nollet discurría que no había pruebas que apoyaran la atracción, pues el que estuviera en el poder divino disponer de otro principio distinto al del impulso no implicaba su existencia, “mayormente sabiendo que la naturaleza afecta no menos simplicidad en las causas como fecundidad en los efectos”¹⁴⁴.

Mientras se hablara de la atracción como en el primer caso, no veía ningún problema, pero su aceptación como principio natural le parecía rechazable, ya que la naturaleza obraba con economía en las causas. El mero hecho de estar ocultos los mecanismos de acción no justificaba que se introdujeran nuevos principios, como hacían los newtonianos: la atracción que postulaban evocaba las cualidades ocultas de los peripatéticos, “desterradas de la *Physica Moderna*, esto es, de la *Physica Racional*”¹⁴⁵.

Newton, continuaba Nollet, viendo la cantidad de fenómenos en los que intervenía la atracción, había supuesto que era un fenómeno universal, dedicándose a medir sus efectos más que a explicarlos. Llegado a este punto, la atracción abstracta de la que hablaba Nollet tomaba la forma concreta de la ley de gravitación, advirtiéndole que la dependencia de las

¹⁴³ Se citaba al propio S'Gravesande, edición tercera de 1742 de *Physices elementa mathematica, experimentis confirmata, sive introductio ad philosophiam Newtonianam*, 18: “Hoc nomine phenomenon, non causam designamus”, “Et si fortè hoc per impulsus fiat”, *Lectiones* II, 378.

¹⁴⁴ *Ibid.*, 334.

¹⁴⁵ *Ibid.*, 331.

masas y del cuadrado de la distancia no podía ser comprobada en nuestro globo, por lo que Newton había dirigido su mirada hacia los astros, comparando su movimiento con las consecuencias de sus principios. La concordancia entre los movimientos de los cuerpos celestes y las leyes del movimiento de los *Principia*, capaces de dar cuenta incluso de las irregularidades observadas, habían convencido a muchos de que la fuerza de gravitación era el instrumento que daba cuenta de todas las revoluciones del universo. El abate no dudaba del rigor con que Newton había deducido su sistema del mundo, y se admiraba del acuerdo existente entre sus suposiciones y las observaciones particulares¹⁴⁶. Admitía que la hipótesis newtoniana explicaba mejor que las anteriores los movimientos planetarios, y se inclinaba a creer que efectivamente regía en los cielos la ley de gravitación, pero nada indicaba que la atracción no fuera producto de un impulso físico primitivo que conciliara esa acción a distancia con el sistema mecánico que suscribía el abate¹⁴⁷. El propio Newton no había osado desechar esa posibilidad, por lo que Nollet se preguntaba cómo se habían atrevido los newtonianos a convertir la atracción en virtud inherente, en atributo primitivo, en nuevo principio¹⁴⁸.

Nollet, como vemos, se abstiene de dar por confirmada la teoría newtoniana, aunque le conceda un alto grado de verosimilitud como descripción de lo que ocurre en los cielos¹⁴⁹. De hecho, encuentra que tienen muchas ventajas sobre sus competidoras. Hasta ahí otorga, pero cosa distinta era que la atracción se utilizase como causa que estaba en el origen de ciertos fenómenos físicos, pues no era demostrable por medio de experimentos. Las pruebas en favor de la ley de Newton eran indirectas, derivadas eso sí, de observaciones y del cumplimiento de las predicciones; pero Nollet no estaba en condiciones de diseñar un experimento que pusiera a la vista de su público la atracción

¹⁴⁶ El abate concede que Newton había realizado sus deducciones prescindiendo de sistemas particulares “mais qu’il ait appuyé tout ce qu’il a avancé, sur des preuves et sur des démonstrations qui tiennent contre l’examen le plus rigoureux”, y añade, que aunque el matemático inglés no había podido demostrar que la fuerza centrípeta de la Luna fuera igual a la de nuestro globo “il l’a supposé avec tant de vraisemblance, que cela ne peut guères passer pour une simple conjecture; car la théorie de la Lune, qu’il fonde sur cette supposition, est celle qui approche le plus de la vérité, et qui donne les lieux de cette planète les plus conformes aux observations des Astronomes”, *Leçons* II, 142-143.

¹⁴⁷ Nollet no pierde oportunidad para reivindicar la acción por contacto: “porque el orden de la naturaleza es tal, que un cuerpo no puede obrar sobre otro, si no le toca por sí mismo, o por alguna materia interpuesta; y de ninguno de cuantos han querido buscar algunas excepciones a esta ley general, se puede decir, que ha dado pruebas suficientes”, *Lecciones* III, 368-369.

¹⁴⁸ *Lecciones* II, 331-337.

¹⁴⁹ Dice: “En los movimientos celestes, obrando esta fuerza en razón directa de las masas, y en razón inversa del cuadrado de la distancia, basta casi para todo; y ofrece muchas razones para explicar las grandes revoluciones de los Planetas. No se ha imaginado cosa mejor. Pero si se trata de los fenómenos sublunares, de aquellos efectos que vemos más de cerca, y que podemos examinar más fácilmente, ya tenemos a la virtud atractiva convertida en un Protheo mudando a cada instante de figura”, *Ibid.*, 379.

entre dos masas, y menos que de ella se derivara la explicación de lo que ocurría en la naturaleza. Al dejar en suspenso la admisión de la gravedad como principio rector de los fenómenos, y al interpretarla como efecto de una causa desconocida, pero plausiblemente mecánica, el texto permitía a los jesuitas conciliar sus enseñanzas de física experimental con las correspondientes a la filosofía natural. Por un lado, mediante la ley de gravitación universal se podían estudiar los movimientos celestes, pero ello no implicaba que realmente las masas se atrajeran y, en consecuencia, la Tierra podía seguir en el centro del universo. Por otra parte, no existían pruebas experimentales que apoyaran la hipótesis de la atracción como virtud inherente de los cuerpos que los forzara al movimiento; la aparente acción a distancia en el vacío no invalidaba que el desplazamiento en el espacio estuviera causado siempre por el contacto entre el moviente y el movido: no se podía descartar una explicación mecánica, aunque de momento fuera desconocida.

8.4 La estructura y organización de las *Lecciones*.

El texto de Zacagnini sigue la estructura y organización del original, pero el contenido de los cinco tomos de la edición francesa se reparte en la versión castellana en seis. El formato en doceavo de las *Leçons* no se conservó en las *Lecciones*, que se imprimieron en cuarto y con solo 96 láminas frente a las 116 primitivas. El mayor número de volúmenes se debe al menor número de páginas de los tomos españoles, en los que las lecciones correspondientes a los tomos cuarto y quinto de las *Leçons* se distribuyen en los tres últimos de la traducción.

En el primer tomo de las *Lecciones* se daban en primer lugar las definiciones de diversos términos de geometría elemental; se seguía con las propiedades generales de los cuerpos y se iniciaba la sección correspondiente al movimiento y sus leyes, donde se trataba el rozamiento y los choques. En el tomo segundo se abordaba el movimiento compuesto y las fuerzas centrales, la gravedad y la hidrostática. El tercero estaba dedicado a la mecánica y al aire, el cuarto a las propiedades del agua y del fuego, el quinto continuaba el tema anterior e iniciaba el examen de la luz, que quedaba completado en el último de la colección. Las *Lecciones* comienzan normalmente con una introducción en la que se explican los términos utilizados, el tema que se va a tratar y las hipótesis avanzadas al respecto. A continuación se describen las experiencias, los efectos y las explicaciones, para terminar con una serie de aplicaciones que en numerosas ocasiones coinciden con las obtenidas por los artesanos a partir de su experiencia y de los conocimientos derivados de su práctica. Esta estructura narrativa se utiliza tanto para

rebatir o confirmar una teoría como para describir los beneficios que se pueden obtener de las evidencias observadas. En las láminas que aparecen al final de cada una de las lecciones se ilustran los instrumentos empleados así como gráficos explicativos. La insistencia de Nollet en fundamentar mediante el conocimiento científico las producciones artesanales convertía la *technè* en ciencia desligada de los métodos tradicionales, y con ello se abría una ventana de oportunidad a la mejora de las producciones industriales; recíprocamente, su propia pericia en ese tipo de producciones le proporcionó unas habilidades que se tradujeron en sus dispositivos, instrumentos y procedimientos.

Estamos ante una física cuya autoridad reside en el instrumento y en el experimentador, y cuya legitimidad estriba en la percepción visual: el público y los estudiantes presencian un hecho que les parece incontestable, arrastrados por la fuerza de lo que ven; no prestan demasiada atención a la complejidad de muchos de los aparatos que intervienen, ni a los mecanismos que los hacen funcionar; no reparan en las variables que se introducen o en las fuerzas que los mueven. Los aparatos se han convertido en “cajas negras”. El propio autor omite a menudo estas explicaciones. La técnica literaria configura la función del experimentador: a veces, utiliza la primera persona del singular; habla de este modo cuando expresa su inclinación personal hacia una opinión, indica una posibilidad o justifica su planteamiento de una cuestión¹⁵⁰. Sin embargo, en ocasiones es el sujeto colectivo “nosotros” el que habla para referirse a experiencias o reflexiones comunes, fenómenos que el público ha contemplado o propiedades que están admitidas por la comunidad científica¹⁵¹. Frecuentemente, en la descripción de las experiencias, Nollet se dirige a su interlocutor, invitándole a realizar su propuesta: “Échense dos o tres...”; o utiliza la forma impersonal que da valor de ley a la posibilidad de producir los mismos efectos¹⁵². En el primer caso, el experimentador transmite la idea de que los

¹⁵⁰ Daré unos ejemplos tomados del volumen segundo: “Con lo que iré ligeramente por lo que mira a este artículo”, 72; “escogeré las proposiciones más importantes”, 83; “no por eso pretendo llegar a la primera causa”, 98; “yo creo que hay una grande diferencia entre la simple evaporación y la dilatación de los vapores”, 205; “para obviar parte de estos inconvenientes, me parecía, que en vez de ...”, 309.

¹⁵¹ Ejemplos tomados igualmente del segundo tomo: “Cuando vemos que la Luna da vueltas alrededor de nuestro globo”, 116; “Lo que acabamos de decir como por suposición, se halla en realidad en el movimiento de una honda”, 32; “por la cuarta experiencia nos consta”, 308; “si reparamos ahora en nuestros globulitos [...] veremos que cada uno de ellos tira a acercarse al centro”, 22; “Pues ya sabemos por la tercera ley del movimiento simple”, 9; “Todos convienen hoy día, en que hay una materia que nos alumbrá, y que nos sirve para ver los objetos”, 365.

¹⁵² Sobre la retórica del experimento, la gestión de la legitimidad de la prueba experimental y sus vinculaciones con la organización de la comunidad científica véase Christian Licoppe, *La formation de la pratique scientifique: le discours de l'expérience en France et en Angleterre (1630-1820)*, (Paris: Editions de La Découverte, 1996).

procedimientos todavía no son conclusivos, están abiertos; en el segundo, se reivindica la evidencia de lo que se dice, pues los lectores o asistentes a la demostración han sido testigos de su autenticidad; en el tercero, se alienta a replicar las experiencias, confirmando de este modo su universalidad.

8.5 Docencia y divulgación en el Seminario de Nobles de Madrid.

Las *Lecciones* tenían un propósito didáctico, como el mismo Nollet subrayaba. Fueron el texto base en el Seminario de Nobles, donde por otra parte no sabemos que se realizara ningún tipo de investigación original. El hecho de que se tratara de un manual no invalida su naturaleza científica. Tanto la faceta investigadora como la pedagógica contribuyen al discurso de la ciencia, pues el relato que se hace en las actividades de enseñanza sobre los modos de operar de la naturaleza contribuye sustancialmente a modificar y fijar el paradigma, al igual que el diseño y construcción de instrumentos orientan la investigación y expanden la capacidad de observación de los investigadores¹⁵³. Nollet establecía en sus *Leçons* una metodología propia, pero que seguía las líneas que se iban imponiendo en la física experimental: comenzaba con experiencias sencillas, muchas veces de conocimiento común y cotidiano, que requerían un material elemental; seguían otras en las que el utillaje y la manipulación resultaban más complicados. Es obvio que las explicaciones se basaban en asunciones sobre propiedades y comportamientos reconocidos de los entes naturales de acuerdo con las teorías de la época; Nollet elegía las que tenía por más plausibles cuando existían opiniones divergentes entre los filósofos naturales. La intención del experimentador francés era poner directamente a la vista del público las causas o las propiedades que quería poner de manifiesto. Nada tenía de cuantitativa la física de las *Leçons*. A pesar de sus carencias en estos aspectos, su narración transmitía con eficacia ciertos protocolos estándares de la práctica experimental. En efecto, enfatizaba la necesidad de calibrar de los instrumentos y la conveniencia de proceder al registro de las circunstancias en que se realizaban las

¹⁵³ Los instrumentos de Nollet no eran aparatos de precisión, ilustraban, pero no tenían en cuenta, por ejemplo, los efectos debidos al rozamiento; no se pretendía con ellos medidas refinadas de las distintas variables que intervenían en los fenómenos, ni la obtención de relaciones numéricas. Véase, Paolo Brenni, *Jean-Antoine Nollet et les instruments de la physique expérimentale*, en *L'Art d'enseigner la physique...* 11-21. De hecho, el lenguaje utilizado pecaba de poco preciso: “La figura 16 representa una especie de fuente [...], la extremidad E dista como cosa de dos líneas [...], el globo IK se llenará de agua cosa de $\frac{1}{4}$ ”, *Lecciones I*, 58.

experiencias; proponía instrucciones para medir con precisión las magnitudes para, en su caso, realizar posteriores manipulaciones y operaciones con las mismas¹⁵⁴.

La docente era desde luego una manifestación de la cultura de la experimentación, a cuya divulgación contribuía el Seminario de Nobles mediante la espectacularidad de las funciones académicas, en las que se exhibían máquinas y se presentaban experimentos ante un público selecto formado por las altas instancias de la nación. El colegio contaba con un gabinete de física bien provisto de instrumentos, el maestro se había formado en el extranjero y se disponía de un texto en el que basar la instrucción. La presencia de los reyes sancionaba la política modernizadora del gobierno, que tenía en el campo de la enseñanza uno de los pilares de su gestión. Resultaba a ojos vista mucho más atractiva y útil la física experimental, basada en la evidencia visual y estudiada en castellano, que una filosofía natural argumentativa y retórica, agobiada por el peso de la erudición, cuyo medio de transmisión era el latín, de sintaxis casi olvidada por muchos de los espectadores.

Podemos interpretar las *Lecciones* de Nollet, tal como se utilizaron en el Seminario, como el libro de texto de física experimental en que se basaban las enseñanzas. Recordemos la definición de libro de texto que proponen Bertomeu-Sánchez *et al.*: “a book containing a systematic presentation of the principles of a subject, or a collection of writings dealing with a specific subject, and whose purpose is mostly to be used in education or as a reference work”¹⁵⁵. La obra de Nollet tenía un claro propósito educativo, si bien dirigido a un mercado más amplio que el de las instituciones de enseñanzas reguladas, pues sus cursos se programaban igualmente para ámbitos de instrucción más difusos, informales y variados. Pero si bien no podemos considerar las *Leçons* como un manual –si atendemos a su faceta de instrumento didáctico que ha sido diseñado específicamente para la enseñanza institucional–, es evidente que en el Seminario las

¹⁵⁴ Un ejemplo de este tipo de comunicación transversal puede leerse en los párrafos destinados al termómetro, *Lecciones* V, 44-65; o en la advertencia sobre las precauciones a la hora de construir instrumentos aparentemente sencillos como el barómetro, *Lecciones* II, 248: “Se ha de llenar de un mercurio muy bien purificado: el tubo en lo interior ha de tener a lo menos línea y media de diámetro: el vidrio ha de ser bien claro, y limpio; y no ha de quedar entre él y el mercurio la menor partícula sensible de aire. También es necesario que lo ancho del vaso en que entra el tubo, tenga tal proporción, que la superficie del mercurio que hay en él, esté sensiblemente a la misma altura, suba o baje el mercurio del tubo. Finalmente la escala o tronco de las variaciones ha de dividirse con la mayor exactitud; porque sería un defecto muy grande si hubiese algunas líneas de más o de menos en las veinte y siete pulgadas y media de la altura media: lo que es muy posible, cuando el que hace los barómetros se contenta con pegar a una tabla un papel impreso con las divisiones, como lo hacen ordinariamente”.

¹⁵⁵ Webster’s Third New International Dictionary, Unabridged, Copyright 1993 Merriam-Webster, Inc., citado en José Ramón Bertomeu-Sánchez *et al.* «Introduction: Scientific and Technological Textbooks in the European Periphery», *Science & Education* 15 (2006), 657–665: 657.

Lecciones funcionaban como texto básico y, por tanto, como manual en cuanto a la forma en que eran utilizadas¹⁵⁶.

Independientemente de los designios e intereses del autor, la traducción de la obra al castellano perseguía suplir algunas de las carencias de la producción impresa nacional que eran manifiestamente observables y que tenían su origen inmediato en la prácticamente inexistente cultura experimental del medio científico español, en el que escaseaban tanto las personas mínimamente preparadas como los medios para llevar a cabo las experiencias. Se dependía de las publicaciones extranjeras, fundamentalmente de las francesas, en las que buceaban con desigual fortuna y exiguo acierto los que se atrevían a abordar temerariamente la materia. Pero, aparte de rellenar una laguna en el ramo de la edición del género literario científico, las *Lecciones* resumaban unas concepciones sobre el alcance y las vías de investigación de los fenómenos naturales que contaban ya con un suelo propicio entre los modernos, apartados del trato con los sistemas y hostiles en general a la matematización del discurso de la naturaleza. Para los jesuitas, las *Lecciones* servían de guía teórica y práctica en la docencia, dado que los instrumentos y dispositivos provenían de los talleres de Nollet, y tenían la enorme ventaja de no competir con las enseñanzas impartida en las clases de filosofía natural, en las que obligatoriamente había que seguir las ordenanzas de la *Ratio Studiorum*.

8.5.1 Certámenes de física experimental en el Seminario de Nobles de Madrid.

Acerquémonos ahora a los actos académicos de física experimental de los que tenemos noticia. Nos permitirán vislumbrar el contenido y la metodología de las enseñanzas que se impartían en el Seminario. Disponemos de las *Conclusiones* defendidas en 1757 por D. Gaspar de Molina, marqués de Ureña (1741-1806)¹⁵⁷, de las de 1760, a cargo de Pedro de Silva y Sarmiento, del Cuerpo de Reales Guardias Marinas, y de Patricio Sarsfield, del Seminario de Nobles¹⁵⁸, y de los exámenes anuales de 1764, 1765 y 1766, que se han mencionado anteriormente.

¹⁵⁶ Bensaude-Vincent *et al.*, *L'Émergence d'une science...*, 10, consideran que un manual puede caracterizarse no solo por el hecho de haberse escrito con una intención didáctica, sino también por ser utilizado en una institución de enseñanza, independientemente de que estuviera diseñado exprofesamente para la instrucción o no. Así, libros de divulgación dirigidos a un público general entrarían en la categoría de manuales si hubieran sido elegidos como guías de estudio en algunos centros educativos.

¹⁵⁷ *Conclusiones de Physica experimental que defenderá en presencia de los reyes Nuestros Señores Don Fernando el VI y Doña Bárbara (que Dios guarde), Don Gaspar de Molina, Marqués de Ureña, Teniente de Capitán del Regimiento de Caballería de Granada, y Seminarista del Real Seminario de Nobles de Madrid. La presidirá el P. Antonio Zacagnini de la Compañía de Jesús, el día () de abril de MDCCLVII. Dedicadas a la Reyna, N.ª S.ª el Real Seminario* (Madrid: Joachim Ibarra, 1757).

¹⁵⁸ *Conclusiones de physica experimental que defenderán en presencia de los Reyes, Nuestros Señores,*

8.5.1.1 Conclusiones del año 1757.

El ejercicio de 1757 se realizó en presencia de los reyes D. Fernando y Doña Bárbara y estuvo presidido por Zacagnini. En la dedicatoria a la reina se elogiaba su inclinación hacia el estudio de la “Physica Natural” guiado por la experiencia, “único medio para conocer los Secretos de la Naturaleza”. La asistencia de los reyes al acto y el gusto de Doña Bárbara por la física experimental servían de escudo “para quedar a cubierto de las invasiones de la ignorancia”. La advertencia que precedía a la exposición de los contenidos era toda una declaración de principios en la línea del prólogo del maestro traductor. “[...] ponemos siempre la mira en la verdad de los hechos. se halla, siempre que se procede sin preocupación, y sin dejarse llevar de espíritu sistemático pues es imposible salir con el intento si el hombre se gobierna por el espíritu de partido. Por lo que nos parece más conveniente no admitir sistema alguno, sea el que fuere, si no concuerda con la experiencia”.

Las proposiciones defendidas se distribuían en ocho secciones en las que se agrupaban los contenidos, según la materia que se estudiaba. En la primera se enunciaban algunas propiedades de los cuerpos, pero sin especular sobre los primeros principios o las esencias de los entes naturales; se prescindía de las sutilezas propias de los textos escolásticos y no se aludía a argumentos de autoridad. Las propiedades que se citaban eran la extensión, la divisibilidad, la porosidad, la compresibilidad y la elasticidad. Respecto de la divisibilidad de la materia se admitía que podía dividirse en un número elevado de partes, pero no se deducía de ello que el proceso pudiera continuarse indefinidamente; no por ello se mencionaban los átomos. El seminarista ofrecía una serie de “experiencias curiosas” que probarían esa suma divisibilidad. Podemos imaginar que serían aquellas tan socorridas y espectaculares de la expansión del olor en toda la sala o la de la coloración del agua mediante una pequeña cantidad de carmín, aunque bien podría ser que llevara a la práctica alguna de las otras dos que figuraban en las *Lecciones*. Todas eran sencillas y no requerían de montajes complicados: ante los ojos del público asistente podían parecer un juego de magia. No sabemos, pues no figura en el texto, si Molina ejecutó otras experiencias para probar sus enunciados; es probable que sí lo hiciera, ya que no tenía sentido que los ejercicios de física experimental se limitaran al recitado de unas lecciones y a la exposición de unos argumentos. Para eso ya estaban los certámenes en los que se

Don Carlos III y D^a. María Amelia de Sajonia (que Dios guarde), Don Pedro de Silva y Sarmiento, del Cuerpo de Reales Guardiamarinas, y Don Patricio Sarsfield, Seminaristas del Real Seminario de Nobles de Madrid, el día 6 de julio de MDCCLX. Las presidirá el Padre Antonio Zacagnini, de la Compañía de Jesús. Dedícalas a la Reina, Nuestra Señora, el Real Seminario (Madrid: Joaquín Ibarra, 1760).

planteaban distintas tesis filosóficas. Además, la financiación de los instrumentos había corrido a cargo del monarca y el acto académico era una excelente oportunidad para demostrar el buen provecho que se hacía de ellos. La *Gaceta* de 19 de abril de 1757 recogía la visita que los reyes habían efectuado el día 13 al Seminario y su asistencia a las *Conclusiones de Matemáticas*—las ya estudiadas, que fueron presididas por el P. Esteban Bramieri— y a estas de Física Experimental, comentando que los reyes se habían entretenido con las demostraciones experimentales¹⁵⁹. Tal como está redactada la noticia es evidente que se realizaron experiencias, pero no se puede afirmar que también las ejecutase el seminarista Molina durante su ejercicio.

La proposición relativa a la porosidad decía: “[La materia] Es porosa, aunque la cantidad y figura de los poros es diversa, en diversas materias”¹⁶⁰. Esta redacción permitía eludir la cuestión del vacío; el texto base definía la porosidad como el vacío existente entre las partes sólidas de la materia, pero matizaba a continuación que con la palabra “vacío” no había que entender espacios sin materia, ya que la mayoría de los intersticios estaban ocupados por distintos fluidos. En las *Lecciones* se admitía que podían existir vacíos muy pequeños, si bien no se podía confirmar esta hipótesis mediante experimentos. Las *Conclusiones* impresas eran un programa más que una disertación completa. El ponente ampliaba en la palestra los escuetos enunciados con ejemplos y aplicaciones, y se sometía a las preguntas que pudieran hacersele; en el caso de la porosidad podía echar mano de alguna de las experiencias que figuraban en las *Lecciones*, donde se proponían ensayos con la máquina neumática pero también pruebas más inmediatas que ponían de manifiesto, por ejemplo, la porosidad del papel.

Se terminaba esta primera sección con una afirmación tajante: “No admitimos la materia sutil cartesiana como causa de la elasticidad”¹⁶¹. En el manual de Zacagnini se matizaba este rechazo a la explicación de Descartes, basado en la dificultad de hallar algún hecho convincente que la hiciera verosímil¹⁶². Las dos secciones siguientes se dedicaban al movimiento, cuya naturaleza no se examinaba; se definía como estado de

¹⁵⁹ “Finalizadas estas funciones, se divertieron sus Majestades en otras varias y curiosas experiencias de Física, que se ejecutaron en su Real presencia, sobre la Pneumática, Estática, Hidrostática, y otros diversos Tratados”. <https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1757/016/A00127-00128.pdf>.

¹⁶⁰ Molina, 2.

¹⁶¹ Molina: 3.

¹⁶² Nollet reconoce que no se conocía la causa de la elasticidad y que las distintas hipótesis al respecto no eran sino conjeturas, algunas desmentidas por las experiencias; otras eran una mera suposición o no tenían hechos a su favor, *Lecciones* I, 111. Se objetaba la explicación basada en la acción del aire grosero exterior que penetraba en los poros de la parte cóncava; la que atribuía la recuperación de la forma al aire comprimido en los poros, porque no daba razón de la elasticidad del aire, y la debida a Descartes.

un cuerpo que pasa de un lugar a otro, es decir, no era una propiedad esencial de los cuerpos, sino un estado equivalente al reposo. Del movimiento interesaba conocer tres cosas: dirección, velocidad y cantidad de movimiento, definida esta última como masa multiplicada por la velocidad. El seminarista declaraba que no admitía la diferencia entre fuerzas vivas y muertas. Es de suponer que explicaría en qué consistía cada una de ellas y las razones que apoyaban su rechazo a la propuesta de Leibniz; Nollet dedicaba unos cuantos párrafos a esta cuestión tan debatida entre los físicos, divididos en partidarios y opositores de las fuerzas vivas¹⁶³. Sin desechar la opinión del filósofo alemán, Nollet finalmente consideraba que en la práctica se podía estimar la fuerza de los cuerpos por la cantidad de movimiento, una postura más suavizada que la sostenida por el ponente. La naturaleza del movimiento y de su comunicación no se examinaban, por ser materia más de la metafísica que de la física experimental¹⁶⁴. El movimiento simple estaba regido por las tres leyes que ya eran de dominio común entre los físicos. Se enunciaba la ley de inercia, aunque se omitía que el cuerpo en reposo permanecería en ese estado mientras no hubiera una causa que lo perturbara, y tampoco se hacía hincapié en que la ley se refería al movimiento uniforme. ¿Cuáles eran las causas que modificaban el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo? En el acto académico se expusieron dos de ellas: el medio y el frotamiento, así como la dependencia de ciertos factores sobre la intensidad de los efectos. La segunda y tercera ley se reproducían en las *Conclusiones* tal como aparecían redactadas en las *Lecciones* y, a continuación, se trataba el movimiento refracto. La ley de acción-reacción difería de la propuesta por Newton, pues subrayaba que la acción mutua entre dos cuerpos se realizaba por contacto, como establecía el sistema mecánico¹⁶⁵. En el texto base del Seminario la segunda y tercera ley ofrecían la posibilidad de aportar otros agentes distintos de los ya mencionados como causas de los cambios en los estados de los cuerpos, fundamentalmente en los casos en los que la alteración afectaba a la dirección inicial. En concreto se estudiaba el movimiento reflejo

¹⁶³ Nollet definía la “fuerza motriz” como la capacidad de un cuerpo en movimiento para mover a otros y la identificaba con la cantidad de movimiento. Leibniz, sin embargo, llamaba “fuerza muerta” a la que era vencida por un obstáculo; esta “fuerza muerta” debía ser calculada por la cantidad de movimiento. A las fuerzas vivas volveremos en el próximo capítulo.

¹⁶⁴ *Lecciones* I, 252. Las *Conclusiones* de Molina recogían esto mismo: “Prescindiendo por ahora del modo con que el movimiento se comunica, y aun la velocidad de un cuerpo a otro: (esto pertenece más a la Metafísica que a la Física Experimental) ...”, 5. En el ejercicio público se marcaba la distancia entre la física experimental y la filosofía natural.

¹⁶⁵ “La reacción iguala a la compresión”, puntualizando que “Siempre que un cuerpo que se mueve, o que tira a moverse, obra contra otro cuerpo, lo comprime; y este segundo ejercita recíprocamente una igual compresión sobre el primero; en los *Principia* quedaba, sin embargo de esta guisa: “*Actioni contrariam semper & æqualem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse æquales & in partes contrarias dirigi*, donde la “acción” no tomaba la forma exclusiva de compresión.

—que no se menciona en las *Conclusiones*—, el cambio de dirección ocasionado al pasar de un medio a otro y los tipos de choques entre cuerpos. Las colisiones cerraban la sección segunda del programa académico; en este apartado se distinguía entre aquellas que tenían lugar entre cuerpos inelásticos y las correspondientes a choques elásticos. Se estudiaban los casos en los que: 1º) uno de los cuerpos se hallaba en movimiento y el otro en reposo; 2º) los dos cuerpos en movimiento en la misma dirección y el segundo alcanzado por el primero; 3º) los dos cuerpos moviéndose en la misma dirección, pero en sentidos contrarios. Para visualizar las leyes de las colisiones Nollel había ideado un dispositivo que le permitía utilizar cuerpos que se movían a distintas velocidades y que tenían distintas masas; pero, evidentemente, estas experiencias no hacían sino presentar un cierto número de ejemplos en los que se variaban las masas o las velocidades. No se deducía de ellas una regla general matemática que se pudiera utilizar para cualquier caso. Los efectos observados se justificaban mediante la conservación de la cantidad de movimiento¹⁶⁶. En los choques elásticos, sin embargo, interviene como sabemos la conservación de la energía cinética o de las fuerzas vivas. Nollel, que no consideraba necesario la introducción de este concepto, para explicar los resultados que obtenía de sus experiencias y proceder a generalizaciones acudía a la propiedad de resorte de los cuerpos elásticos.

En la siguiente sección se introducían los movimientos compuestos y las fuerzas centrales. Con este tema se iniciaba el segundo volumen tanto de la traducción al castellano, como del original francés. En las *Conclusiones* no se definía el movimiento compuesto¹⁶⁷, sino que se pasaba directamente a relatar la ley que seguía el movimiento

¹⁶⁶ En Molina, 6, hay un par de errores en dos de los ejemplos de choque inelástico propuestos. En el primero, que corresponde al choque de dos bolas que se mueven en la misma dirección, la chocante tiene 4 unidades de masa y lleva 6 de velocidad; la chocada, 2 de masa y 3 de velocidad. Es evidente que la ley de conservación del momento nos dice que después del choque se moverán juntas —masa conjunta 6—, con velocidad común 5; sin embargo, se dice que la velocidad final será 4. En el ejemplo siguiente, cambiando las masas y manteniendo las velocidades igual, el resultado que se da para la velocidad conjunta es 5, cuando en realidad es 4. Estos ejemplos numéricos son los mismos que los de las *Lecciones*, I, y la confusión reside en la traducción e interpretación del texto original de Nollel. En el primer caso, la bola D es de 4 onzas y la bola F de 2, “quedándose las velocidades en la proporción 3 a 6”, *Lecciones* I, 264; la bola chocante es en realidad F, que lleva 6 grados de velocidad, y no como se dice en las *Conclusiones*, D. Pero, en el segundo ejemplo, leemos en *Lecciones* I, 266, que “a la bola D se le dan 2 onzas de masa, y 4 a la bola F; poniendo las velocidades en la proporción 6 a 3”. Luego tendríamos que interpretar que la bola D sería la chocante, por llevar más velocidad; en realidad, tal como sigue la explicación, la bola chocante es F, y es la que lleva 6 grados de velocidad, mientras que D solo lleva 3, siendo la cantidad de movimiento conjunta 30. Este error se arrastró en todos los ejercicios consultados.

¹⁶⁷ “Un cuerpo puesto en movimiento por varias potencias, que obran a un mismo tiempo, y en direcciones diferentes, o se queda en equilibrio, o toma un movimiento, que sigue la dirección de las potencias entre sí, por lo que mira a la velocidad, y recibe una dirección media entre las direcciones de las potencias a que obedece”, Molina, 9. Tal como estaba redactada la regla era difícil hacerse cargo de lo que quería decir, aparte de pecar de falta de concreción. ¿Qué se entendía por “o toma un movimiento, que sigue la dirección de las potencias entre sí, por lo que mira a la velocidad”?; evidentemente se trataba de una errata, pues en

resultante. Aunque no figure en las *Conclusiones*, podemos dar por supuesto que el seminarista al menos explicaría la regla del paralelogramo y pondría ciertos ejemplos que completasen las escuetas proposiciones; podía para ello echar mano de los gráficos del manual o de alguna de las experiencias que figuraban en el mismo, siempre que el Seminario dispusiera del dispositivo adecuado. El planteamiento metodológico del texto se basaba en la visualización de los efectos, pero, al prescindir de las matemáticas, no se calculaba el valor de la velocidad resultante ni la dirección del movimiento.

El movimiento circular se abordaba a continuación; constituía un movimiento compuesto por uno de velocidad constante en cuanto a su magnitud, pero de dirección variable, y otro sometido a una fuerza perpendicular en cada punto de la trayectoria al primero, como se explicaba en las *Lecciones*. La característica que se resaltaba en las *Conclusiones* era que el móvil tenía tendencia a escapar en cada punto por la tangente y a esa tendencia se le daba el nombre de fuerza centrífuga, que se medía por el producto de la masa del cuerpo por su velocidad. La fuerza centrípeta no se nombraba en el programa de la función. El ponente recordaba que el movimiento de los cuerpos al centro de la Tierra no dependía de la fuerza centrífuga de la materia sutil, como sostenía Descartes. No sabemos cómo argumentaba esta afirmación, pero conocemos el punto de vista de Nollet. A pesar de su aprecio por la figura de su ilustre compatriota, Nollet no podía compartir la opinión del filósofo: Descartes había apoyado su hipótesis en “una experiencia muy curiosa, que no hay fundamento para creer se hubiese ejecutado en su tiempo; pero después se ha practicado, y ahora vamos nosotros a examinarla”¹⁶⁸, pero al ser diseñada y ejecutada por Nollet, el resultado no fue el predicho.

La gravedad se discutía en la sección cuarta de las *Conclusiones*. Las proposiciones que se exponían eran bien conocidas: no existían cuerpos absolutamente ligeros; la gravedad era igual en todos los cuerpos; el movimiento de caída era acelerado; la velocidad era proporcional a la altura; los espacios recorridos dependían del cuadrado del tiempo. La lección correspondiente a la gravedad ocupaba muchas páginas del texto base. Nollet no se conformaba con los efectos más inmediatos de la gravedad, pretendía también informar sobre el estado de la cuestión en todo aquello relacionado con su causa y con las teorías que se habían adelantado sobre su comportamiento. Las proposiciones

las *Lecciones* esa frase adquiriría mayor sentido: “o toma un movimiento, según la proporción de la velocidad de las potencias entre sí”, *Lecciones* II, 2. Pero, prescindiendo de ese error, tampoco quedaba claro cuál sería el valor de la velocidad y qué dirección tomaba, pues las líneas siguientes del programa resultaban tan imprecisas como el enunciado de la ley que regía el movimiento compuesto.

¹⁶⁸ *Lecciones* II, 51.

que defendía el seminarista en el acto académico no entraban en ninguna de esas cuestiones, cosa lógica por otro lado teniendo en cuenta que Zacagnini procedería a realizar una selección de los contenidos en sus clases y suprimiría los que no consideraba necesarios. Lo que los alumnos tenían que conocer era en esencia lo que Molina declaraba.

Terminado este epígrafe se pasaba a la hidrostática, en cuyos distintos apartados se trataba el equilibrio de los líquidos –tanto los considerados homogéneos como aquellos que tenían diferentes densidades – y el comportamiento de sólidos inmersos en líquidos. Eran fenómenos bien conocidos para cualquier aficionado a la física que hubiera adquirido unos conocimientos básicos. Las experiencias para ilustrar las propiedades eran en general sencillas y podían maravillar a gente que no conociera sus causas¹⁶⁹. En el programa de la función figuraban las propiedades hidrostáticas tal y como venían redactadas en las *Lecciones*; en particular se hacía hincapié en el peso del aire. A probar que el aire era pesado y los efectos derivados de dicha pesadez se dedicaban varias páginas en el manual utilizado en el Seminario: se describía el experimento de Torricelli, se glosaban los ensayos de Pascal y Perrier, se explicaba el funcionamiento del barómetro y sus usos y se disertaba sobre los diversos tipos de bombas para subir el agua: “atractivas”, “compresivas” y mixtas, consecuencias todas del peso del aire. Cerraba esta sección un epígrafe dedicado a la balanza hidrostática y su uso para medir densidades.

El siguiente apartado recibía el nombre de mecánica, entendiendo por ella la ciencia de las máquinas, es decir, de aquellos cuerpos que eran capaces de vencer resistencias mediante la aplicación de las propiedades del movimiento. Su invención y construcción requería conocimientos de física y matemáticas que las perfeccionaran y las hicieran útiles. En las *Conclusiones* se estudiaban la palanca, la garrucha y el plano inclinado. El acto académico terminaba con la neumática, un tratado que en las *Lecciones* era bastante más extenso que el de mecánica.

Las propiedades del aire que defendía el seminarista no venían marcadas tipográficamente en las *Lecciones* mediante el recurso de utilizar la letra cursiva, como había sido el caso en los dos tomos anteriores, cuyos asuntos podemos asignar a la física

¹⁶⁹ Nollet se refería en concreto a la experiencia de mezclar y separar después dos líquidos de distintas densidades. Al respecto dice: “Los que carecen del conocimiento de estos efectos, quedan engañados, creyendo que el agua se convierte en vino. De esta suerte se engaña muchas veces la vista con varios artificios, que pierden todo lo maravilloso que hay en ellos, cuando se llega a conocer la causa”. De este modo Nollet reivindicaba el carácter científico de su física, distanciándose de los divulgadores que basaban su éxito exclusivamente en la espectacularidad de sus ensayos.

general. Siguen fielmente los enunciados del índice de las lecciones correspondientes, si bien no incluyen todos los apartados, lo que nos hace pensar que las elegidas constituían el programa del curso diseñado por Zacagnini. En el índice se resumía la materia tratada y se remitía a las páginas en las que se estudiaba la cuestión; de esta forma, con un simple vistazo, se presentaban los contenidos que el alumno tenía que aprender. El sistema de aprendizaje estaba basado en los apuntes que los estudiantes tenían que escribir en sus cuadernos al dictado del profesor. Teniendo en cuenta que en los distintos actos académicos se repetían de forma idéntica las proposiciones defendidas por los seminaristas, parece sensato deducir que constituían los contenidos de las lecciones impartidas por el maestro. En los cuadernos de la clase se recogían los conceptos y propiedades enunciadas, que se exponían sin variaciones en los programas de las funciones.

En estas *Conclusiones* de Molina se menciona expresamente la realización de una prueba ante el público: “Se explicara con el sonómetro la proporción que hay entre el tamaño y tensiones de las cuerdas, y entre los diversos tonos que producen”¹⁷⁰.

Nollet, al tratar las propiedades del aire, se recreaba en las experiencias y se explayaba en la descripción de los instrumentos, en particular en el aparato por excelencia de la neumática: la máquina de vacío. Podía con ello ofrecer fenómenos curiosos y presentar algunas características del aire que no requerían cuantificación ni cálculos; no tenían el carácter matemático de las leyes del movimiento y, en consecuencia, los enunciados no requerían el estilo “geométrico”. Los contenidos de las secciones anteriores, que se correspondían con la llamada física general, estaban bien establecidos y las matemáticas parecían la herramienta más adecuada para su estudio. No ocurría lo mismo con los fenómenos que formaban la materia de la física particular, donde la experimentación dirigía las investigaciones. Nollet era diestro en este campo y aportaba sus conocimientos y sus facultades de experimentador para diseñar instrumentos y procedimientos que probaran sus afirmaciones. En su relato, mucho más suelto y personal que en los apartados previos, indicaba las precauciones que había que tomar a la hora de repetir sus experimentos, exponía las opiniones que se habían adelantado sobre los distintos

¹⁷⁰ En las *Lecciones* se indicaba que el sonómetro era un instrumento que servía para medir y comparar los sonidos, Molina, 19. En *Lecciones* III, 417, venía representado en una de las láminas y se hacía una descripción del mismo y de su funcionamiento. La experiencia con el sonómetro, tal como la presentaba Nollet, reunía todas las condiciones para entretener a los asistentes, sin abrumarlos con cuestiones de carácter más complejo. Mediante el sonómetro se analizaban las consonancias de dos cuerdas vibrantes, según sus longitudes, grosores y tiranteses. Los resultados se podían aplicar a los instrumentos musicales. *Lecciones*, 418-422.

fenómenos aéreos, reconocía los méritos de los tratadistas anteriores y traía a colación las aportaciones que en este campo se habían realizado, dando las referencias bibliográficas correspondientes. Esto mismo puede observarse en las lecciones correspondientes al agua y al fuego, donde prima la descripción de las propiedades cualitativas y de sus aplicaciones a la vida ordinaria. Las proposiciones de física general, que tenían un carácter prácticamente prescriptivo, eran sustituidas, en la física particular, por pequeñas disertaciones en las que se exponían las opiniones adelantadas por algunos filósofos; Nollet les daba el valor de conjeturas y comunicaba las que le parecían más conforme con las experiencias¹⁷¹. Observamos pues una diferencia en el estilo de la narración según fuera el objeto a tratar, geométrico en aquellos apartados comunes o relacionados con las matemáticas aplicadas —el movimiento, la gravedad, la hidrostática, la mecánica—, que se correspondían con ámbitos de la física más matematizados y consolidados y menos experimentales, y descriptivo en el caso de las cuestiones que se correspondían con la física particular.

8.5.1.2 Conclusiones del año 1760.

En las *Conclusiones* de 1757 se cubrieron los contenidos de las lecciones correspondientes a los tres primeros tomos de la obra de Nollet. En las de 1760 se abordaron los mismos temas que en las de 1757, si bien ampliados y expuestos en un orden ligeramente diferente, y se completó la función con las restantes lecciones del manual. El programa de ese acto académico constaba de 75 páginas, bastantes más que las 19 del de Molina, y las proposiciones venían numerada; se defendieron en total 385. En la dedicatoria a la reina se hacía hincapié en las finalidades que cumplía el estudio de la física experimental: el conocimiento de la naturaleza, que satisfacía al entendimiento, y el desarrollo de aplicaciones útiles, que facilitaban el bienestar de las gentes. Habían pasado solo tres años desde la intervención de Molina, pero la física experimental no levantaba las suspicacias denunciadas en la dedicatoria de 1757. Al contrario, se dice que

¹⁷¹ Muchas cuestiones relativas al agua y al fuego eran motivo por entonces de especulaciones filosóficas. En el caso del fuego lo expresa de esta manera Nollet: “[...] nada nos es más familiar que el fuego y esta es quizás una de las razones que no impiden conocer su naturaleza, y que el físico más ilustrado no pueda ofrecer más que probabilidades en esta cuestión. Después de un estudio de dos o tres mil años, después de las meditaciones de Descartes, de Newton, de Malebranche, después de las experiencias de Boyle, de Boerhaave, de Reaumur, de Lemery &c. nos hallamos sin saber si el fuego es una materia simple, inalterable, destinada a producir con su presencia o con su acción, el calor, el encendimiento y la disolución de los cuerpos; o si su esencia consiste en solo el movimiento, o en la fermentación de las partes que llaman inflamables y que entran, como principios, en mayor o menor cantidad en la composición de los mixtos. *Lecciones* IV, 140. La opinión que le parece más conforme a Nollet y es a la que se inclina, es la que atribuye tanto el fuego como la luz a una materia sutil en movimiento, que puede ser el éter, el primer o segundo elemento de Descartes o una específica y distinta de las anteriores.

“Muchos son los que hoy en día se aplican en el reino a indagar los secretos de la naturaleza, para darles una utilísima aplicación en las Artes”.

Las secciones del programa correspondientes a los tres primeros volúmenes de texto del Seminario siguen las mismas pautas que las de las *Conclusiones* de Molina, pero se defiende un número mayor de proposiciones y se hace de forma más extensa. No hay prácticamente variación en los enunciados, que son copia literal de los que figuran en el libro, salvo alguna que otra excepción que no invalida mi aserto. Veamos algunas de las diferencias observadas entre los dos actos académicos en lo tocante al contenido de los programas. En primer lugar cabe señalar que en las *Conclusiones* de 1760 se definieron algunos conceptos ausentes de las de 1757. Así, en las secciones correspondientes a los dos primeros tomos de las *Lecciones* se precisaron ciertos términos, como, por ejemplo, el de densidad o el de elasticidad. La fuerza de inercia se definió como resistencia al cambio de estado, ya sea este de quietud o de movimiento, y la gravedad, como fuerza con que tienden los cuerpos al centro de los graves. En los apartados dedicados al movimiento se ampliaron los contenidos de los movimientos refractos y reflejos, quedaron igual los que trataban de la comunicación del movimiento –con el mismo error que el señalado anteriormente¹⁷². No se hizo referencia alguna a las fuerzas vivas. Al hablar de la gravedad, no solo se formulaba la relación de proporcionalidad del espacio recorrido con el cuadrado del tiempo empleado, también se recordaba la isocronía del péndulo –que se cumplía especialmente en el arco de cicloide– y se estudiaba la caída por planos inclinados. Cabe resaltar que se afirmaba la disminución de la gravedad con el cuadrado de la distancia al centro, admitiendo por tanto la ley newtoniana. Se daba como hecho probado que la gravedad era menor en el Ecuador y, apoyándose en ello, se disertaba sobre el movimiento diurno terrestre, que no dejaba de ser una hipótesis, como no podía ser de otra manera en una función de esta clase, pero se aportaban argumentos sólidos a su favor. En el apartado correspondiente al movimiento compuesto se sumaban las fuerzas según la regla del paralelogramo y se extraían algunas consecuencias sobre la resultante, aunque nunca mediante propiedades geométricas. Lo más novedoso de esta sección venía en la proposición 101: “Supuesta la gravitación Newtoniana, se explica con el movimiento compuesto de dicha gravitación y de la fuerza proyectriz, el curso elíptico de los Planetas, sin recurrir a los epiciclos Ptolemaicos”¹⁷³. Como vemos, la ley de

¹⁷² Arrastrar este error en las segundas *Conclusiones* indica que se enseñaba de esta manera en el Seminario, lo que no dice nada bueno sobre las prácticas docentes.

¹⁷³ Silva, Sarsfield 25-26.

gravitación universal se enseñaba en el Seminario; se le daba ciertamente una orientación instrumental, como la del propio Nollet, y se dejaba de lado su condición de atributo o ley de la naturaleza, para centrarse en la concordancia de su aplicación al movimiento planetario con las observaciones astronómicas. Es de notar que este enunciado no figuraba como tal en el libro de Nollet, si bien en el tomo II, al trabajar las fuerzas centrales, se revelaba, “por puro mecanismo” las distintas figuras que podía tomar la trayectoria de un móvil sujeto a fuerzas centrales y en particular, cómo esa figura era una elipse en el caso de variaciones de la fuerza centrípeta¹⁷⁴, aplicando su resultado a los planetas. Veremos más adelante, en la última sección del programa, donde se aborda la “física de los planetas”, que esos apartados debieron estudiarse en una obra diferente.

Si tomamos las proposiciones defendidas en el acto académico protagonizado por Pedro de Silva y Patricio Sarsfield como el programa del curso de física experimental enseñado en el Seminario, podemos observar que los apartados consagrados al movimiento de los cuerpos ocupan una extensión seis veces mayor que la sección dedicada a las propiedades de los cuerpos. No ocurre lo mismo en el manual, donde la relación entre ambos es de 2’5 a 1, aproximadamente¹⁷⁵. La naturaleza de los cuerpos, sus atributos, propiedades y causas, que habían constituido capítulos esenciales de la filosofía natural y provocado múltiples disquisiciones, cedían al movimiento su posición privilegiada, y ello se traducía en el peso relativo que se daba a estas materias en los planes de enseñanza.

Las *Conclusiones* de 1760 procedían, tras las secciones relativas a la cinemática, al estudio de las máquinas, titulando el epígrafe “Del movimiento de los cuerpos por medio de las máquinas”. Se establecía así una relación estrecha entre lo que se llamaba “mecánica” y la ciencia del movimiento. La parte correspondiente a la mecánica incluía no solo las máquinas simples sino también las compuestas, haciendo referencia al momento de las fuerzas. La sección de hidrostática traía la descripción del barómetro, su historia, propiedades y usos. Si la comparamos con la función de Molina, la de 1760 amplió el programa de los apartados que trataban del aire y de sus propiedades. Entre las proposiciones que se defendieron en esta última y que estuvieron ausentes de la primera destacaremos la descripción de la máquina neumática, de su funcionamiento y de sus

¹⁷⁴ “El conocimiento de la Elipse y de sus principales propiedades es muy necesario porque todos los cuerpos celestes hacen sus revoluciones describiendo esta especie de curvas. [...] La Astronomía [...] no admite ya aquellos círculos excéntricos”, *Lecciones* II, 74-79.

¹⁷⁵ En las *Conclusiones* se dedican dos páginas y media a las propiedades de los cuerpos, y quince y media a la cinemática; en el manual, 138 y 338, respectivamente.

usos. Se presentaban igualmente algunos fenómenos relacionados con el vacío creado en la máquina y con la elasticidad del aire¹⁷⁶, y los seminaristas se mostraban dispuestos a disertar sobre los meteoros acuosos si los asistentes al acto lo demandaban. Hasta aquí el programa del acto coincidía con el que había tenido lugar tres años antes, aunque con mayor extensión. Se cubrían en estas primeras 200 proposiciones los tres primeros tomos del texto castellano de Nollet.

En las restantes secciones se siguió con el agua, el fuego, la luz, la óptica, la dióptrica y la catóptrica. Ni el agua, ni el fuego –como tampoco el aire– se trataban desde la perspectiva aristotélica; no se mencionaba que fueran tres de los cuatro elementos, ni se los asociaba con las cualidades que se estudiaban en las Escuelas. Los seminaristas exponían propiedades contrastadas mediante los experimentos y no entraban en especulaciones sobre la naturaleza de estos elementos, cuestión a la que Nollet, sin embargo, dedicaba parte de sus lecciones. Esos temas eran propios de la filosofía natural, y la física experimental en el Seminario caminaba por otros derroteros. El hecho de que el fuego dilatara los cuerpos servía de introducción a la proposición 219, que decía: “Aplicación de este principio a los Termómetros, cuya construcción, usos e historia se dará en caso de preguntarla”¹⁷⁷. Nollet hacía un recorrido histórico por las distintas fases que había experimentado el instrumento desde la rudimentaria idea inicial hasta los últimos perfeccionamientos, señalando las dificultades, tanto teóricas como prácticas, que entrañaba su construcción. Por un lado estaba el problema de fijar los puntos fijos de la escala mediante una propiedad estable; por otro, conseguir termómetros cuyas mediciones fueran precisas y comparables entre sí¹⁷⁸. Conseguir esto último dependía igualmente de ejecutar la operación de medida siguiendo unos protocolos determinados. Así, si se pretendía conocer los grados de calor o de frío del aire, había que situar el instrumento lejos de toda vivienda o en una pared exterior; exponer el termómetro hacia el norte, donde no recibiera los rayos directos o reflejos del Sol; observar la altura del licor a horas fijas, a lo largo del día; evitar acercar bujías o fuentes de calor, y hacer la lectura de modo que los ojos estuvieran siempre a la misma altura del instrumento. Las

¹⁷⁶ Así los efectos sobre los animales o sobre la llama de la extracción de aire en la máquina; o la escopeta de viento y la elevación del agua como aplicaciones del resorte del aire, Silva, Sarsfield, 41.

¹⁷⁷ Silva, Sarsfield, 46.

¹⁷⁸ En una palabra: este nuevo instrumento debía ser tal, que haciéndolo diferentes personas, y en diversos tiempos, y en todos los lugares imaginables, señalase siempre el mismo frío, o el mismo calor con los mismos grados; y que si llegase el caso de quebrarse o de perderse, el que se substituye en su lugar, (estando construido según los mismos principios) le remplazase, según todas sus circunstancias, señalando todo lo que hubiera señalado el otro, si no hubiera faltado”, *Lecciones* V, 50.

mediciones que se reportaban para fines científicos o académicos debían, además, indicar el tipo de termómetro, el paraje donde se había hecho la lectura, la hora y las diligencias llevadas a cabo. Los alumnos del Seminario, al menos los defensores de las *Conclusiones*, habían recibido estas enseñanzas, si damos por hecho que el maestro se atenía a lo que decía el manual. Podían aprender, por tanto, que las operaciones de medida, para ser trasladables, requerían de instrumentos normalizados y de actuaciones disciplinadas.

En este certamen se incluyeron dos epígrafes que no constaban en la obra de Nollet, uno dedicado a la electricidad, el otro a la *Física de los planetas*, un tema de difícil encaje en la filosofía experimental de Nollet y más propio de la astronomía o de la filosofía natural. Lo cierto es que el abate trató este tema en su sexto volumen, que apareció en francés en 1764, aunque ya había avanzado en el tomo segundo, al hablar de las fuerzas centrales, que en una lección posterior se daría cuenta de los movimientos de los cuerpos celestes. Nollet tardó varios años en completar el sexto tomo, que no se llegó a publicar en castellano. Los datos y proposiciones no podían, en este caso, provenir directamente de las *Lecciones*.

La electricidad había despertado un gran interés en España –si hacemos caso a las palabras del traductor del *Essai sur l'électricité des corps* del abate Nollet, que dedicaba la obra a la Real Academia Médica Matritense¹⁷⁹. El Seminario se sumaba con la introducción en sus estudios de esta materia a la atracción que ejercían los efectos eléctricos sobre el público debido a su espectacularidad. La electricidad era objeto de numerosas demostraciones experimentales y sobre su naturaleza existían pareceres distintos, siendo los más representativos los sostenidos por Benjamín Franklin y Jean Antoine Nollet. En las *Conclusiones* de 1760 se puede comprobar que el texto base de la instrucción en el Seminario fue el *Essai* de Nollet, bien en su versión original o en la española. Recordemos que el abate sostenía que el cuerpo electrizado emitía un fluido invisible más sutil que el aire a través de poros escasos y distanciados entre sí, y que simultáneamente recibía esta misma materia de su entorno, pero a través de un mayor número de poros. A la primera materia le dio el nombre de *efluente* y a la segunda, de *afluente*, y consideraba que no se diferenciaba de la materia del fuego más que en su

¹⁷⁹ Porque, “Bien públicos son en la Corte los muchos experimentos que ante V.S. han ejecutado Ilustres Académicos sobre la Electricidad de los Cuerpos”. Los experimentos de electricidad, continuaba el traductor, “son espectáculo público de la Corte [...] Los Grandes y los Ministros observan y ejecutan estos experimentos y ya hay muchos que tienen sus Gabinetes la máquina de rotación [...] Un Ministro del Rey (se refiere al Marqués de la Ensenada), [...] fue el primero que gustó de observar por sí los Fenómenos eléctricos por medio de la máquina de rotación”, Nollet, *Ensayo sobre la Electricidad de los Cuerpos*, Dedicatoria del traductor.

menor actividad. Nollet defendía que sus resultados se basaban en hechos comprobables; en el Seminario se mostraban cautos sobre la causa de los efectos eléctricos y adoptaban la misma postura que el abate en cuanto que las proposiciones que exponían nacían de la experiencia¹⁸⁰. Por lo demás se seguía punto por punto lo que decía el *Ensayo*, excepto que no se mencionaban los nombres de efluente y afluente. Los seminaristas expusieron las proposiciones sobre la electricidad a continuación del epígrafe sobre el fuego, subrayando la proximidad entre la materia del fuego y la de los fenómenos eléctricos¹⁸¹.

Veamos ahora con cierto detalle la concepción de la luz que se admitía en el Seminario, acorde totalmente con la del hábil experimentador francés, pues en la defensa de sus *Conclusiones* los seminaristas no se apartaban de ella. Las proposiciones que defendían estaban entresacadas de la sección primera de la lección XV de las *Lecciones*, en la que se discurría sobre la naturaleza y propagación de la luz. La luz era sustancia material, pero no consistía en una emisión de partículas, como sostenía Newton, sino que se seguía la opinión de Descartes, aunque reconociendo que su propagación no era instantánea, como había postulado el filósofo francés. Esa transmisión se realizaba progresando en un medio sutil, en el que se causaba un movimiento de agitación, pero sin desplazamiento, de las partículas. En las *Lecciones* se daba un resumen de la teoría cartesiana, si bien poniendo de relieve algunas de las dificultades a que se enfrentaba, pero para Nollet, éstas eran menores que las que levantaba la newtoniana. En el discurso sobre la naturaleza y propagación de la luz Nollet acudía a menudo a la analogía con el sonido, comparando la fuente luminosa con una campana. Con algunas modificaciones, debidas a nuevas observaciones, como la relativa a la velocidad finita de la luz, esta era la teoría que al abate francés le parecía más razonable, es decir, una propagación por compresión pero con unos corpúsculos flexibles y no contiguos. Y esta era la opinión que se sostenía en el Seminario. El mismo Newton, aducía el autor, podría haber admitido esta teoría esencialmente cartesiana si no fuera por su rechazo al *plenum* que tenía por incompatible con su sistema de atracción. Para el filósofo británico, la luz era una emisión material del foco luminoso, pero las objeciones levantadas y reproducidas por Nollet contra esta interpretación eran demasiado severas, en su opinión, frente a las que se podían alegar

¹⁸⁰ Reza de este modo la introducción a los fenómenos eléctricos en las (Silva, Sarsfield:47): “Confesamos sinceramente que el asunto es escabroso, y que sería demasiado atrevimiento querer desde luego decidir la causa de tanta maravilla., como se advierte en los fenómenos de esta especie. Y así, atendiendo precisamente a las resultas de las tentativas, solo defenderemos las proposiciones siguientes, las cuales nacen de la experiencia”.

¹⁸¹ “Es muy verosímil, que aquella materia eléctrica, cuyo movimiento no va acompañado de luz, solo difiere de la que alumbra, y quema, en el grado de actividad”, Silva, Sarsfield, 52.

contra Descartes. Aunque los fenómenos lumínicos tenían su explicación en la materia de la luz, Nollet se apresuraba a aclarar que no había traslación real de ese fluido sutil¹⁸². Cual fuera la naturaleza de las partículas de ese medio transmisor era una cuestión sometida a debate, pero dado que el fuego alumbra y la luz quema, a Nollet le parecía verosímil pensar que eran de la misma naturaleza tanto las del fuego como las de la luz de modo que se podía concluir que la luz no era sino fuego elemental. Los seminaristas no iban tan lejos, y se limitaban a defender que “La materia de la luz puede excitarse por la acción del fuego”¹⁸³.

Asumida la concepción del rayo luminoso como una hilera de glóbulos que sale de la fuente luminosa, las proposiciones sobre la óptica geométrica, la catóptrica y la dióptrica defendidas por los seminaristas venían sustentadas en esa teoría, rechazando la interpretación newtoniana basada en la curvatura del rayo debida a la atracción y repulsión. Estas secciones formaban tradicionalmente parte de las matemáticas mixtas, pero las vemos incorporadas a la física en tanto que las propiedades de la propagación luminosa se deducían o se probaban mediante experimentos. No quiere decir esto que en el Seminario se utilizaran los distintos dispositivos de Nollet para visualizar hechos conocidos de la óptica geométrica, como la propagación rectilínea o la disminución de la intensidad con el cuadrado de la distancia. En concreto, para estos dos fenómenos Nollet se servía de un montaje que no parece ser el más apto para la enseñanza¹⁸⁴. El propio Nollet reconocía que el tratamiento geométrico era más adecuado para la resolución de las cuestiones que se estudiaban en la óptica¹⁸⁵.

La reflexión se estudiaba en el Seminario adoptando, en cuanto a su causa, la opinión de Nollet, y rechazando el “poder reflexivo” por el que abogaba Newton y sus sucesores. Así se hacía constar explícitamente en las *Conclusiones*, donde los actores de la función se ofrecían a dar las explicaciones pertinentes sobre la teoría del experimentador francés,

¹⁸² “Y así vuelvo a repetir, que cuando digo que un rayo *pasa* del aire al agua al vidrio &c, que se *plega*, se *tuerce*, se *refracta*, se *acerca*, o se *aleja*, siempre se ha de entender, no de una traslación real de la materia misma de la luz, sino de los efectos de su acción o de la mudanza de sus direcciones”, *Lecciones* VI, 92.

¹⁸³ Silva, Sarsfield, 55.

¹⁸⁴ En *Lecciones* V, 224-234, vienen descrito el dispositivo y algunas de las experiencias.

¹⁸⁵ “Un Geómetra sabe por experiencia lo primero, que la luz, en un medio homogéneo se mueve siempre por línea recta. Lo segundo, que encontrando con un espejo, sale siempre el ángulo de reflexión igual al de incidencia. Por lo cual, no tendrá necesidad de los medios de que voy a servirme para la explicación de los principales fenómenos de la Catóptrica. Todos cuantos casos se han de exponer y examinar, podrá mirarlos como problemas, cuya solución le será más fácil, más segura, más exacta y más extensa, que lo que puede esperarse de las experiencias, en quienes siempre se reconocen los efectos de la imperfección, y embarazo de las máquinas. Y así solo ofrezco esta parte de mi Obra a los que necesitan de ella”. *Lecciones* VI, 25, nota al pie.

si alguno les preguntase¹⁸⁶. En la sección correspondiente a la catóptrica se estudiaban con especial interés la reflexión de la luz en espejos –planos, convexos y cóncavos– y la formación de las imágenes que devolvían. Las numerosas figuras geométricas ayudaban sin duda a comprender mejor las leyes que regían en los fenómenos en los que intervenía la reflexión de la luz. El apartado siguiente atendía a las leyes de la refracción, sin entrar en sus causas que, como decía Nollet, no se conocían con certeza y había división entre los físicos.

En cuanto a la naturaleza de los colores, los seminaristas decían que dejaban de lado todo aquello que no proviniera de la experiencia, limitándose a los efectos que se observaban mediante las manipulaciones experimentales. Nollet admitía sin ningún género de duda la descomposición de la luz blanca en rayos de distinta refrangibilidad y reflexividad, pues él mismo había replicado y comprobado los resultados de Newton, pero a la hora de conjeturar sobre las causas de estos fenómenos, es decir, sobre la naturaleza de la luz y de los colores, se inclinaba preferentemente por la explicación cartesiana, estableciendo una analogía con el sonido transmitido por el aire, en el que consideraba como muy verosímil la existencia de partículas “poco finas y poco elásticas que sirven para los tonos graves, y otras más finas, y de mayor resorte, que sirven para los agudos”¹⁸⁷. De las *Conclusiones* no podemos deducir si se explicaba la teoría de los colores newtoniana. En el Seminario se aceptaban los fenómenos observados, pero se dejaba en suspenso su relación con las teorías sobre la naturaleza de la luz.

La parte correspondiente a la óptica terminaba con la sección consagrada al sentido de la vista y a los instrumentos ópticos. Los seminaristas se brindaban a describir la cámara oscura, los prismáticos, los telescopios gregorianos y newtonianos, el microscopio simple y compuesto y el microscopio solar, explicando sus efectos y las razones de los mismos.

Como hemos dicho la sesión se cerró con *La física de los planetas*, donde se estudiaban los movimientos planetarios asumiendo la hipótesis copernicana, por resultar es este

¹⁸⁶ En *Lecciones* VI, 5-15, se partía de que los glóbulos de luz sutilísimos, que se encontraba esparcidos por todo el universo, penetraban por todas partes, llenando los espacios que no estaban ocupados por otra materia. La superficie del cuerpo reflectante se asemejaba a una malla en la que estaban embebidos estos glóbulos, que ocupaban un espacio mayor que la propia materia del cuerpo. Al incidir la luz sobre estos glóbulos, que eran altamente elásticos, los rayos incidentes eran rechazados, siguiendo las leyes del choque elástico, pues los glóbulos situados en la superficie, ni dejaban penetrar el rayo, ni podían moverse bajo el impulso comunicado por este. Como vemos, una explicación orientada por su compatriota Descartes. La teoría patrocinada por Nollet se sustentaba en el comportamiento de la luz en la reflexión y en la plausibilidad de que en la superficie de los cuerpos reflectantes hubiera glóbulos de luz con las características que les atribuía, pero indudablemente no estaba sustentada en experimentos, sino en la analogía con las leyes del impacto.

¹⁸⁷ *Lecciones* VI, 170.

sistema “más simple y conformes a la naturaleza”¹⁸⁸, haciendo, eso sí, la salvedad de que fuera de los textos sagrados nada había que se opusiera a esta suposición. Ya se ha mencionado que Nollet, en el último volumen de sus *Leçons*, trataba los movimientos planetarios y los fenómenos asociados a los cuerpos celestes, fuentes de luz y responsables de ciertos ritmos regulares que permitían a los humanos medir el tiempo; su propósito era proporcionar unos conocimientos generales sin aventurarse en las aguas profundas de la Astronomía, ciencia matemática en la que no estaban versados la mayoría de sus lectores, aunque daba por supuesto que, no obstante, estaban familiarizados con los principales círculos de la esfera celeste y sus correspondientes terrestres, y de todas aquellas nociones que se estudiaban en la educación elemental. Pero ya este tomo sexto no se publicó hasta 1764, con lo que no pudo ser la fuente directa en la que se basaban las enseñanzas del Seminario. Es más que probable que Nollet abordara en sus cursos presenciales el movimiento de los cuerpos celestes mediante máquinas y planetarios. Zacagnini pudo obtener esa información, así como el conocimiento de esos dispositivos, durante su estancia en París. El Seminario disponía de al menos uno de ellos, según se lee en las *Conclusiones*. Eran mecanismos muy populares que ya había utilizado Desaguliers y que habían sido perfeccionados por Benjamín Martin; Nollet presumía en su texto de haberlos también mejorado. La metodología de Nollet se basaba en hacer perceptibles los movimientos de los astros mediante un Planetario diseñado por él mismo con el cual podían visualizarse las trayectorias y posiciones de los distintos cuerpos observables desde la Tierra.

Volvamos al acto académico, durante el cual se proporcionó a los asistentes una serie de datos sobre los periodos anuales de los distintos planetas; además para dar razón de las estaciones, del movimiento aparente del Sol o de los eclipses, tanto solares como lunares, se hizo uso de un Planetario, que necesariamente contemplaba el Sol inmóvil y la Tierra girando en torno al astro. En el *Exercicio literario* de 1766 se advertía: “Para explicar este sistema [el copernicano] (que admitimos como hipótesis y no como tesis), nos valdremos de un instrumento llamado planetario u *Orrerio*, del nombre se su inventor Milord Orreri”¹⁸⁹. El punto que cabe destacar del programa de las *Conclusiones* es la mención que se hace de la gravitación newtoniana y de las dos primeras leyes de Kepler, si bien no se atribuyen al astrónomo alemán, al que no se nombra. No perdamos de vista que el título de la sección era el de “Física de los Planetas”, una referencia cristalina a que los

¹⁸⁸ Silva, Sarsfield, 72.

¹⁸⁹ *Exercicio literario* 1766, 62.

movimientos planetarios tenían unas causas físicas que se ajustaban a las observaciones astronómicas. De las leyes se deducía un sistema del mundo que aspiraba a ser fiel reflejo de lo que realmente ocurría en los cielos, y no solo una apariencia sustituible por una modelización distinta. A buen entendedor...

En la proposición 101 se decía que “Supuesta la gravitación Newtoniana, se explica con el movimiento compuesto de dicha gravitación, y de la fuerza proyectriz, el curso elíptico de los Planetas, sin recurrir a los epiciclos Ptolemaicos”¹⁹⁰. De nuevo tenemos la misma cuestión en la proposición 378, que dice: “Supuesta la Gravitación Newtoniana, determinar la curva que debe describir un Planeta”¹⁹¹ y, a continuación, se desgranaba en varios enunciados que la Luna describía una elipse en su órbita alrededor de nuestro planeta, que la Tierra (hipotéticamente) hacía lo mismo en torno al Sol y, finalmente, que todos los planetas tenían órbitas elípticas. La atracción gravitatoria daba cuenta de las leyes observacionales de Kepler. En el programa de las *Conclusiones* se aludía a la fuerza gravitatoria newtoniana como la que mantenía a los planetas en sus trayectorias elípticas. La representación del funcionamiento de la fuerza gravitatoria mediante mecanismos que producían elipses escondía el hecho de que no existía una explicación concluyente para la acción a distancia, algo que probablemente tampoco quitaba el sueño a los asistentes al acto.

En las *Conclusiones* de 1760 los seminaristas defendieron algunas proposiciones sobre la gravedad que no aparecen en los impresos de los exámenes públicos posteriores a los que se ha hecho referencia en los epígrafes correspondientes a las matemáticas, lo que no quiere decir que lo dicho en aquella función no formara parte de los contenidos. Al no disponer más que de unos cuantos ejemplares de los programas anuales, y depender estos de lo avanzados que estuvieran los alumnos, nos tenemos que contentar con suponer que no se dejaría de lado tan importante cuestión. Resulta sin embargo llamativo que se nombre mucho menos a Newton en los exámenes que en las *Conclusiones*, donde se tocaban cuestiones más atrevidas.

9. La física experimental en el Seminario: ¿entretenimiento, espectáculo, avanzadilla, ensayo, instrucción?

La física experimental trataba de fenómenos que formaban parte también de las disciplinas matemáticas y de la filosofía natural. Así, la gravedad, el fenómeno por el que

¹⁹⁰ Silva, Sarsfield, 25.

¹⁹¹ *Ibid.*, 73.

los cuerpos caían a la Tierra, era objeto de unas y otras. Sin embargo, mientras la filosofía natural tradicional se preocupaba por la causa que originaba el efecto, un asunto que originaba una encendida discusión entre las distintas escuelas y sistemas, la posición adoptada por la física experimental de Nollet abandonaba el intento de dar una respuesta desde los principios de su práctica: la metodología adecuada era atender a los fenómenos y conformarse con los efectos¹⁹².

Nos podemos preguntar por el sentido de la incorporación de la física experimental a las enseñanzas del Seminario. La función educativa del centro estaba diseñada en las *Constituciones* y se dirigía a un alumnado de características bien definidas. Para los jesuitas era fundamental la formación cristiana y humana de los discípulos, pero debían igualmente preparar a los estudiantes para el desempeño de sus labores profesionales –fueran estas en la administración del estado, el ejército o la marina– o religiosas, si se decidían a seguir la llamada de una vocación. Se suponía que los seminaristas tenían que adquirir el barniz cultural y practicar las normas de cortesía que su condición social les exigía. Las enseñanzas del Seminario tenían un carácter propedéutico, aunque para algunos de los residentes fuera terminal. El grueso del currículo impartido en la institución estaba conformado por las humanidades, base indispensable para acceder a los estudios universitarios o a los seminarios eclesiásticos, tanto de los regulares como del clero secular. Ahora bien la nobleza tenía encomendada la misión de servir al rey y el destino natural de muchos de los seminaristas era el de ingresar en las academias militares o incorporarse a la administración del Estado. En el primer caso, las ciencias matemáticas tenían que constituir el andamiaje obligado sobre el que edificar unas fuerzas terrestres y navales competentes: las tareas asignadas al ejército iban más allá de la intervención en conflictos armados o la defensa de las fronteras. El Seminario, atendiendo pues a las demandas de sus patrocinadores, ofertaba estas materias que tradicionalmente habían cultivado los padres de la Compañía.

Pero, ¿cuál era el papel que jugaba la física experimental en las enseñanzas? Porque si bien la exploración de los fenómenos naturales estuvo orientada y alcanzó un desarrollo notable mediante el diseño experimental e instrumental, marcando el camino por el que

¹⁹² Decía Nollet: “[...] parece que los que quieren hallar una explicación de la causa física de la gravedad que satisfaga, y que se entienda, no han de buscarla en ninguna de las Obras hasta ahora conocidas”, refiriéndose a las debidas a Aristóteles, Gassendi, Descartes y Newton. Y seguía “Atengámonos, pues a los fenómenos; si la causa se oculta a nuestra curiosidad, mucho tenemos en que desquitarnos con el conocimiento de los efectos. Cuanto más incierta es aquella tanto más incontestable es éste; siendo no menos útil que curioso, cuanto podemos aprender de él”, *Lecciones* II, 82.

ha transitado y transita en nuestros días la ciencia, el Seminario no desplegaba una actividad investigadora; no era su función. Sin embargo, es innegable que la adhesión a la filosofía experimental se convirtió en una marca de modernidad filosófica primero, y en un símbolo de progreso después. La inversión en investigación rendía intereses que tomaban la forma de avances tecnológicos; bien capitalizados aumentaban la riqueza y el bienestar social. En Francia la Academia de Ciencias cumplía la misión de promover el conocimiento de la naturaleza, examinar los proyectos de innovaciones y resolver problemas técnicos de distinta índole en los que la ciencia tenía algo que decir. En Inglaterra existía una cultura empresarial que desde bien temprano se aprovechó de los adelantos científicos, produciéndose una realimentación mutua entre empresarios e inventores. Nada de esto se daba en España.

La física experimental había sido jaleada por los modernos españoles como la némesis de la filosofía de las Escuelas, pero se trataba de una toma de postura intelectual que se limitaba a reivindicar la observación y la experiencia. Sin embargo, no dejaban de apreciar que la senda del dominio de la naturaleza, con los beneficios materiales que aportaba, no tenía otra dirección que la de la física experimental; al menos era la única alternativa que parecía estar consolidada. Esa misma sensibilidad existía en las altas esferas de la nación que, sin embargo, habían apostado por dirigir los esfuerzos hacia la formación profesional de las fuerzas armadas: la “militarización de la ciencia en España” se ha convertido en una locución feliz que ha conseguido hacerse un hueco permanente en la historiografía del siglo XVIII español¹⁹³. La autonomía de que gozaban las universidades hacía prácticamente imposible imponer unos estudios sin el acuerdo y el consentimiento de los órganos rectores universitarios. El Seminario de Nobles, bajo la tutela real, podía servir de ensayo a la introducción de la enseñanza de la física experimental en España. Se compraron instrumentos, se preparó al maestro, se alentó a los alumnos a exhibir sus habilidades delante de los monarcas. La filosofía experimental era una actividad que no desdecía de la calidad nobiliaria. Del Seminario saldrían individuos con una mentalidad abierta a la recepción de las nuevas tendencias, con una actitud favorable al manejo de instrumentos, con una inclinación hacia la práctica de la

¹⁹³ Antonio Lafuente, José Luis Peset, «Militarización de las actividades científicas en la España ilustrada (1726-1754), en José Luis Peset Reig (ed.), *La ciencia moderna y el conocimiento del Nuevo Mundo: actas de la I reunión de Historia de la Ciencia y de la Técnica de los Países Ibéricos e Iberoamericanos*, (Madrid, 25 a 28 de septiembre de 1984), (Madrid: CSIC, 1985), 127-148.

ciencia¹⁹⁴. Pero el público de la física experimental no se limitaba al alumnado, los actos académicos daban lustre a estos estudios: acudían alguna vez los monarcas y a menudo ministros, nobles y autoridades; se recogían estos ejercicios en la *Gaceta*; se publicaban impresos con el programa de los certámenes; personas de prestigio intervenían con sus preguntas a los seminaristas. Tenían un eco y una sanción social. Por otro lado, la presentación de instrumentos y experiencias podía incitar a su manufactura, a su compra y a la ejecución de experimentos en espacios privados o públicos; además, se necesitaban repuestos, instrumentalistas.

La física experimental autorizaba a los jesuitas a tratar las concepciones sobre los entes y fenómenos naturales según los presupuestos del espíritu de los tiempos, evitando el conflicto con las enseñanzas de la filosofía natural que tenían que impartir en el centro. Para los alumnos debía de ser mucho más amena la instrucción en castellano que en un latín que en general no dominaban; los dispositivos producían impresiones inmediatas, mucho más eficaces que los manoseados y estériles argumentos de la física tradicional. La proyección social de los actos académicos contribuía a prestigiar el estatus de la asignatura frente a las facetas de espectáculo y de entretenimiento ocioso que teñían su percepción en otros ámbitos. El Seminario se convertía en la avanzadilla de los estudios regulados de física experimental en España.

Podemos suponer que siguiendo el método de Nollet, el profesor realizaba ante los alumnos ciertas experiencias, llamaba la atención sobre los efectos observados y de ahí deducía la explicación correspondiente que se resumía en las proposiciones que defendían los seminaristas. La cuestión que podemos plantearnos es de si en las *Conclusiones* públicas se realizaban de hecho experimentos. Que se manejaban instrumentos parece fuera de toda duda en las de matemáticas; en las dos que hemos examinado de física, máxime en las de 1760, se dice explícitamente que se maneja el Planetario, y en la *Gaceta*

¹⁹⁴ A modo de ejemplo, algo podemos decir de dos de los seminaristas que defendieron *Conclusiones*. El primero, Juan Pesenti, del que dice Terreros y Pando en el *Prólogo* del Tomo primero de su *Diccionario*: “Tal es para que callemos otros muchos D Juan Pesenti, Marqués de Monte Corto, cuyos talentos singulares son bien conocidos en la Marina y fuera de ella y siendo yo uno de los que tenían este conocimiento me valí de él para que me resolviese multitud de dudas que no alcanzaban a resolver los libros que yo tenía y lo ejecutó con la inteligencia y bondad que le es propia y con la generosidad de ánimo y paciencia que le pareció debía a quien había sido su Maestro y hace corona muy estimable el tenerlo por Discípulo”, Esteban Terreros y Pando. *Diccionario castellano con las voces de ciencias y artes* [Edición facsímil] (Madrid: Arco Libros S.A., 1987).

El segundo, Gaspar de Molina, marqués de Ureña, viajero ilustrado y constructor del edificio neoclásico del Observatorio de Cádiz, cuya semblanza puede verse en <https://dbe.rah.es/biografias/20450/gaspar-de-molina-y-zaldivar>.

que recoge la presencia de los reyes en este acto académico se lee que se demostraron algunas proposiciones mediante instrumentos.

La traducción de las *Leçons* de Nollet contribuyó indudablemente a hacer de la física experimental una actividad práctica: su influjo fue notable, pero además, el hecho de que se tomara como manual en el Seminario configuró el programa de la disciplina. Por otra parte, si bien los actos académicos estudiado nos aportan información sobre las enseñanzas impartidas en el Seminario, no podemos olvidar que eran funciones públicas que necesariamente tenían una fuerte componente lúdica, por lo que se amenizaban con cuestiones curiosas o que podían resultar atractivas para los asistentes¹⁹⁵. La traducción de las *Lecciones* acercó al público español una física de aparatos y experimentos, una física experimental mucho más tangible que la de los cánticos entusiastas de sus apologetas.

10.- Conclusiones.

La física tradicional, lo que se conoce comúnmente como filosofía natural, se caracterizaba por ser una ciencia cualitativa y libresca cuyo objeto eran los seres y fenómenos naturales y las transformaciones que sufrían. Sus categorías analíticas provenían de Aristóteles: materia, forma, causas, transformaciones, tiempo, lugar, elementos, cualidades, etc. Con el tiempo, del ámbito común de la filosofía natural se fueron desgajando las ciencias de la vida, la geología y la química¹⁹⁶. Para la física quedaba el movimiento, la gravedad, las propiedades de los cuerpos y el sistema del mundo, incorporando además los fenómenos eléctricos y magnéticos, la neumática, la meteorología y la atmósfera. Sin embargo, incluso a finales del XVIII el término “física” podía evocar a las ciencias médicas o a la historia natural. El tratamiento matemático de

¹⁹⁵ Los propios Padres de la Compañía eran bien conscientes de ello: “Por ser las materias que en los Tratados puramente matemáticos se proponen arduas y abstractas, para evitar de algún modo el fastidio que esto podría ocasionar mezclar la utilidad con la dulzura, se introducirán no pocos problemas en que, por lo especioso, exciten la atención y el deseo de verlos resueltos”, *Conclusiones Matemáticas* 1751, *Advertencias acerca de la función*. De la referencia que nos da la *Gaceta* de las *Conclusiones* de 1757 se infiere igualmente que en los actos académicos, al menos en los que contaban con la asistencia de los reyes, se efectuaban manipulaciones y demostraciones experimentales, como se ha mencionado en otro lugar.

¹⁹⁶ J. L. Heilbron, *Elements of Early Modern Physics*, (Berkeley: University of California Press, 1982), 4-9, atribuye a la enorme influencia que ejercieron los textos de Gravesande y Musschenbroek, en los que se prescindía de la historia natural, de la química y casi de la meteorología, estas materias, afirmando que fue el modelo aceptado tanto en Europa como en Gran Bretaña. Una muestra de la exclusión de los vivientes de los contenidos de la física experimental lo tenemos en la introducción del *Ejercicio literario de Physica Experimental* de 1764: “La physica es la ciencia de los cuerpos. Su objeto es el conocimiento de ellos por sus propiedades, por los efectos que proponen a nuestros sentidos y por las leyes según las cuales se ejercen sus acciones recíprocas. En esto difiere de la Historia Natural, que solo nos enseña las producciones de la naturaleza y las diferencias sensibles que las caracterizan según sus géneros y especies”, 11.

los temas anteriores, o lo que es lo mismo, su estudio mediante la medida y la cantidad, se realizaba en las denominadas matemáticas mixtas, mientras que se redefinían estas partes de la filosofía natural en un nuevo campo del conocimiento: la física experimental, fundamentada en la observación y la experimentación ayudadas de instrumentos.

Los impresos de las *Conclusiones* de Matemáticas, Filosofía Natural y Física experimental nos descubren la organización y los contenidos de las enseñanzas de estas disciplinas que se impartían en el Seminario. La filosofía natural fue incorporando temas propios de la matemática y aceptando los resultados de la física experimental: la maquinaria, la hidrostática, la geografía, la electricidad, el magnetismo; se describían instrumentos y se explicaban sus fundamentos físicos, e incluso se daban unas nociones de geometría. Las matemáticas puras adquirieron un papel preponderante en los estudios y, de presentar los seminaristas en los certámenes unas nociones y problemas elementales de geometría práctica en los primeros años, terminaron resolviendo cuestiones relacionadas con el cálculo diferencial e integral en los últimos. Las lecciones de física experimental iniciaban a los alumnos en el manejo de instrumentos y ofrecían un programa completo de lo que se consideraba propio de la materia. De los ejercicios que se han estudiado no se deduce que la mecánica, como ciencia del movimiento o dinámica, formara parte de las enseñanzas matemáticas.

Las *Conclusiones* recién analizadas, junto a los exámenes públicos realizados anteriormente a la expulsión de los jesuitas, nos permiten establecer los contenidos de las enseñanzas que se impartían en el Seminario. En efecto, con matices que dependían de los examinados o de los disertantes, el programa de la asignatura de física experimental quedaba del siguiente modo: 1. Propiedades de los cuerpos: extensión, divisibilidad, porosidad, compresibilidad y elasticidad. 2. Del movimiento de los cuerpos y sus leyes: reposo y movimiento como estados de los cuerpos y concepto de inercia; leyes del movimiento; comunicación del movimiento: choques inelásticos y elásticos; del movimiento compuesto; del movimiento circular; del movimiento parabólico; máquinas. 3. Hidrostática: gravedad y equilibrio de líquidos; gravedad y equilibrio de sólidos dentro de los líquidos. 4. Neumática. 5. Propiedades del agua. 6. Propiedades del fuego. 6. De la naturaleza de la luz y su propagación. Óptica, catóptrica y dióptrica. 7. Del Imán. 8. De la electricidad. 9. Del movimiento de los astros. Explicación y uso del planetario.

El objetivo que se perseguía en el Seminario no era el de convertir a los seminaristas en practicantes de la física experimental, pues esta nueva disciplina se contemplaba en el Seminario como un medio para hacer accesible de un modo agradable y perceptible los

nuevos rumbos que tomaba el estudio de la naturaleza, sin abrumar con cálculos y demostraciones matemáticas. La elección del texto de Nollet estuvo guiada por la formación del maestro encargado de la asignatura y por el hecho de no colisionar la física del abate con las obligaciones impuestas por la *Ratio Studiorum*. La debilidad de las *Lecciones* residía en lo que para muchos era su mejor virtud: la falta de andamiaje matemático; el conocimiento que se podía adquirir con la física del abate era esencialmente descriptivo y cualitativo. La física de Nollet tuvo éxito en España; no solo se convirtió en el manual del Seminario, un extracto de la obra fue igualmente el texto base en el Real Colegio de Cirugía de Cádiz¹⁹⁷. En la obra del abate la construcción de los saberes se realizaba mediante técnicas experimentales de las que estaban ausentes fórmulas y relaciones expresadas matemáticamente.

Las leyes del movimiento enunciadas por Newton y la atracción gravitatoria se expusieron en el Seminario, así como su teoría corpuscular de la luz. La presentación de Nollet, siguiendo a los físicos holandeses, concedía la gravitación universal, pero como un efecto del que no se conocía la causa; no entraba esta cuestión en el tratamiento de la física experimental. Newton quedaba desembarazado de las polémicas sobre la filosofía de su atracción. Dado que la mecánica en cuanto ciencia que se ocupaba del movimiento no se estudiaba en la obra del abate, y tampoco se hacía en el Seminario, las aportaciones de Newton al dar un tratamiento esencialmente matemático al movimiento quedaban eclipsada, y las fecundas consecuencias que de ellas obtuvieron los físicos matemáticos del XVIII, ignoradas.

¹⁹⁷ Carlos Ameller, *Elementos de Geometría y Física experimental para el uso e instrucción de los alumnos del Real Colegio de Cirujía de Cadiz*, (Cádiz: Manuel Jiménez Carreño, 1788) editados a expensas del Colegio.

CAPÍTULO VI: un modesto “reino newtoniano”.

Situémonos en 1768. Han pasado treinta años desde que apareciera ante la opinión pública la *Física* de Juan Bautista Berni. Los jesuitas han sido expulsados del país, y sus centros de enseñanza más prestigiosos han sido reconvertidos en instituciones laicas liberadas del yugo impuesto por la *Ratio Studiorum* y por los objetivos de la Compañía. Se ha perdido un enorme capital humano, pero los poderes del Estado que habían ordenado el exilio forzoso de cientos de hombres, ven en esta condena la ocasión de introducir cambios sustanciales en la gestión y ordenamiento de las antiguas enseñanzas que habían quedado bajo su control. La modernización de las universidades está en el punto de mira de los reformadores, que buscan menguar la autonomía universitaria y favorecer una cierta uniformidad mediante planes de estudio renovados y acordes con los tiempos. Los aficionados a las ciencias han abandonado el recinto privado de sus prácticas y lecturas y se asocian en comunidades de proyección pública comprometidas con la instrucción y mejora de las capacidades de sus socios y, más tarde, de sus educandos: en 1765 se aprueban los estatutos de la Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País, a la que seguirán un reguero de ellas en toda España¹; en 1764 surge la Conferencia físico-matemática experimental de Barcelona, transformada un año más tarde en institución pública con el nombre de Real Conferencia de Física y, finalmente, en Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona². El Real Colegio de Artillería de Segovia abre sus puertas en 1764, integrando las suprimidas escuelas de Cádiz y Barcelona y consumándose la instrucción separada de artilleros e ingenieros. Se han multiplicado los centros educativos, las asociaciones y los espacios de la ciencia³. Por otra parte, el atraso respecto

¹ Las Sociedades Económicas de Amigos del País han sido objeto de numerosos estudios por cuanto constituyen una de las vías por las que se canalizaron las propuestas de reformismo ilustrado. El hecho de que se fundaran en numerosos lugares de la geografía española ha dado lugar a una multitud de monografías sobre sociedades locales. Como obras de carácter general pueden citarse, Luis Miguel Enciso Recio, «Las Sociedades Económicas de Amigos del País», en José María Jover Zamora (dir.), *La época de la Ilustración. El Estado y la cultura (1759-1808). Historia de España Menéndez Pidal*, XXXI* (Madrid: Espasa Calpe, 1987), 13-56; Enciso Recio, *Las sociedades económicas en el Siglo de las Luces* (Madrid: Real Academia de la Historia, 2010), en particular el epígrafe sobre “Programas educativos y planes de Estudios”, 163-173; Inmaculada Arias de Saavedra Alías «Las Sociedades Económicas de Amigos del País: Proyecto y Realidad en la España de la Ilustración», *Obradoiro de Historia Moderna* 21 (2012), 219-245.

² Sobre esta institución, Agustín Nieto-Galán, Antoni Roca Rosell (coord.), *La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona als segles XVIII i XIX. Història, ciència i societat* (Barcelona: Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, 2000).

³ Manuel Sellés, José Luis Peset, Antonio Lafuente (eds.) *Carlos III y la ciencia de la Ilustración* (Madrid: Alianza editorial, 1989); Francisco Sánchez-Blanco Parody, *Europa y el pensamiento español en el siglo XVIII* (Madrid: Alianza universidad, 1991); *La mentalidad ilustrada* (Madrid: Taurus, 1999); Luis García Ballester (coord.), *Historia de la Ciencia y de la técnica en la corona de Castilla* (Junta de Castilla y León:

de otros países europeos es más que notable, pero no se puede negar que a lo largo de esos treinta años se han producido cambios importantes, aunque probablemente insuficientes⁴.

La física, tanto la experimental como la matemática, se ha asentado en la esfera pública española: forma parte de los currículos de enseñanza, se practica en las Sociedades Económicas de Amigos del País, es noticia y motivo de discusión en las publicaciones periódicas y se exige en las oposiciones a cátedra. Aumenta la traducción de obras foráneas y se imprimen nuevos manuales. Los pensionados en el extranjero, a su vuelta, traen conocimientos teóricos y prácticos, contactos personales y nuevas tecnologías. Se participa en redes de observación astronómica y en expediciones científicas. No es, sin embargo, oro todo lo que reluce y, unos años más tarde, la fragilidad de los proyectos, el cansancio de sus promotores, la falta de un consenso básico sobre las actuaciones y las líneas directrices a seguir en la incorporación activa de los desarrollos científicos, tanto por parte de los poderes del Estado como de las iniciativas privadas, lastrarán los logros.⁵. A finales de siglo, abrumados los poderes del estado por las posibles repercusiones de los sucesos revolucionarios en Francia, se tomarán medidas represivas que afectarán a la circulación del conocimiento.

2002), IV; Juan Vernet Ginés, Ramón Parés Farras (coords.), *La Ciència en la Història dels Països Catalans* (Universitat de València: Institut d'Estudis Catalans: 2004), II; Jean Sarrailh, *La España Ilustrada de la segunda mitad del siglo XVIII* (México: Fondo de Cultura Económica, 1957); Enrique Martínez Ruiz, Magdalena de Pazzis Pi Corrales (eds.), *Ilustración, Ciencia y Técnica en el siglo XVIII español* (Valencia: Universitat de València, 2008); Miguel Batllori, & al., *La época de la Ilustración. El Estado y la Cultura (1750-1808)*, en José María Jover Zamora (dir.), *Historia de España de Menéndez Pidal*, XXXI-1 (Madrid: Espasa Calpe 1987) *Historia de España Menéndez Pidal*, XXXI, vol. I (Madrid: Espasa Calpe, 1987); Antonio Lafuente, Nuria Valverde, *Los mundos de la ciencia en la Ilustración española* (Madrid: FECYT, 2003); Antonio Lafuente et alii, *Las dos orillas de la Ciencia: la traza pública e imperial de la Ilustración española* (Madrid: Marcial Pons Historia, 2012); Tomas L. Hankins, *Ciencia e Ilustración* (Madrid: Siglo XXI, 1988); Joaquín Fernández Pérez, Ignacio González Tascón (eds.), *Ciencia, Técnica y Estado en la España Ilustrada* (Ministerio de Educación y Ciencia. Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas: 1990); Antonio Moreno González, *Una ciencia en cuarentena: sobre la física en la universidad y otras instituciones académicas desde la Ilustración a la crisis finisecular del XIX* (Madrid: CSIC, 1988); José María López, et alii., *La actividad científica valenciana de la Ilustración* (Valencia: Diputació de València, 1998); Richard Herr, *The Eighteenth Century Revolution in Spain* (Princeton University Press: 1958).

⁴ El discurso inaugural pronunciado por Francisco Subirás el 18 de enero de 1764, en la primera sesión de la RACAB no puede ser más desolador: “Sola esta Península, lejos de imitar a lo restante de Europa, parece que esté situada en las tierras incógnitas a donde no ha llegado la noticia de la verdadera Physica. Las Matemáticas se miran como Sciencia particular de la Milicia [...] y los modernos descubrimientos, o se ignoran o se desprecian”, Agustín Nieto-Galán, Antoni Roca Rosell (coord.), *La Reial Acadèmia de Ciències...*, 341. Subirás ataca la filosofía escolástica y se muestra entusiasmado con la utilidad que la nueva física puede reportar a la agricultura, a la industria, al comercio, a las obras públicas, a la marina, al ejército.

⁵ Como dice Teófanés Egido Loópez, en, «Los antilustrados españoles», en Manuel Reyes-Mate, Friedrich Niewöhner (eds.), *La Ilustración en España y Alemania* (Barcelona: Anthropos, 1989), 95-119.

Dejemos el ochocientos y volvamos a los últimos años del “siglo que llaman ilustrado”. A través de algunos textos escogidos pretendo reflejar la situación de las ciencias físico-matemáticas y de la física experimental en España en las décadas finales del siglo XVIII. Más específicamente, me propongo analizar el marco teórico y práctico en el que se mueven estas aproximaciones al estudio de la naturaleza, examinar las interacciones y delimitaciones entre ellas y observar las modificaciones que se han ido introduciendo en la filosofía natural. En el contexto cultural que he reflejado en los primeros párrafos de este capítulo, resulta especialmente relevante la obra del catalán Benito Bails, cuyos *Elementos de Matemáticas* (1785) constituyen una obra plenamente newtoniana que nos guiará hacia unas disciplinas que pivotan esencialmente alrededor de la mecánica, convertida ya en la ciencia del movimiento.

1. La obra de Benito Bails.

Benito Bails (1730-1797), vivió desde una temprana edad en Perpiñán, donde su padre tenía una fábrica de tejidos. Estudió Teología y Matemáticas en la Universidad de Toulouse⁶. En 1755 marchó a París, donde frecuentó a D'Alembert y a Condorcet. Allí conoció al embajador español D. Jaime Masones de Lima y Sotomayor, del que se convirtió en secretario. Bails dominaba el catalán, el castellano y el francés, y tenía unos sólidos conocimientos de latín, italiano, inglés y alemán. Volvió a España en 1761, integrándose en algunos de los círculos ilustrados más importantes. Entabló amistad con personajes como Bernardo de Iriarte, Pedro Rodríguez de Campomanes o Félix de Azara, pero no le faltaron enemigos influyentes como Agustín Montiano o el Marqués de Grimaldi. Fue colaborador del *Mercurio histórico y político*, periódico que dependía de la Secretaría de Estado, en el que tradujo diversos textos sobre la expulsión de los jesuitas en Portugal y Francia. En 1767, la Real Academia de San Fernando estableció dos cátedras de matemáticas con el objeto de proporcionar una formación matemática a los futuros arquitectos salidos de la institución. Se eligió para ocuparlas a Francisco Subirás y Barra (? - 1783) y a Benito Bails. el primero, por razones familiares y por sus compromisos con el Colegio de Cordelles, no pudo. Dado que Subirás, por razones familiares y por sus compromisos con el Colegio de Cordelles (residía en Barcelona desde octubre de 1767), no podía hacerse cargo de las enseñanzas, el nombramiento como único

⁶ Se sigue a Claude Bédarid, «Don Benito Bails, Director de Matemáticas de la Real Academia de San Fernando desde 1768 a 1797. Su biografía, su “Elogio” y sus dificultades con la Inquisición», *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, 27 (1968), 19-50.

Director recayó en Bails, que ocupó el puesto hasta 1797. En 1777 ingresó en la Real Academia Española, y fue miembro de la de Historia y académico de número de la Real Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona. Fue perseguido y condenado por la Inquisición por tener varios tomos de la *Encyclopedie*⁷.

Las obras más conocidas de Bails son los *Principios de matemáticas de la Real Academia de San Fernando, donde se enseña la especulativa, con su aplicación a la dinámica, hidrodinámica, óptica, astronomía, geografía, gnomónica, arquitectura, perspectiva, y al calendario*, (Madrid: Ibarra, 1776), en tres tomos, y los *Elementos de Matemáticas*. (Madrid: Ibarra, 1779-1790), en 11 tomos⁸. Tanto los *Principios* como los *Elementos* fueron financiados y publicados por la Real Academia de San Fernando.

⁷ Bails fue detenido y condenado por tres motivos: “Delitos de proposiciones, retención y uso de libros prohibidos –particularmente los tomos de la *Enciclopedia*– e inobservancia de los preceptos eclesiásticos”, en Bédar, «Don Benito Bails...», 34. Bédar estudia el proceso y condena de Bails por el Santo Oficio, así como el destierro al que fue sometido por el Rey, por motivos que el autor achaca a los enemigos del matemático. Sobre la importante biblioteca De Bails, muy especializada en libros científicos, véase Inmaculada Arias de Saavedra Alías, *Ciencia e Ilustración en las lecturas de un matemático: La biblioteca de Benito Bails* (Universidad de Granada: 2002). En el inventario conservado en el Fondo Saavedra de la Facultad de Teología de Granada, figura que su biblioteca estaba formada por 571 títulos y comprendía 840 volúmenes. El grueso de la colección estaba compuesto por 139 obras de matemáticas y 91 de física, siguiendo en importancia los 54 títulos de astronomía y los 44 de arquitectura. Los autores más importantes estaban presentes en los anaques de sus estanterías: Galileo, Kepler, Descartes, Newton, Barrow, Halley, los Bernoulli, los Cassini, Maupertuis, Wolff, Euler, Simpson, MacLaurin, Lalande, Lagrange; tampoco faltaban publicaciones de las Academias de Londres, París y San Petersburgo, 129-133; Arias de Saavedra, «Libros extranjeros en la biblioteca del matemático Benito Bails (1731-1797)», en M.B. Villar García y P. Pezzi Cristóbal (eds.) *Actas I Coloquio Internacional “Los Extranjeros en la España Moderna”* (Málaga: Universidad de Málaga, 2003), Tomo II, 125-137.

⁸ A las dos mencionadas hay que añadir la siguiente lista de publicaciones: *Tratados de matemáticas para las escuelas establecidas en los Regimientos de Infantería* (Ibarra: Madrid, 1772. *Lecciones de clave y principios de armonía* (Madrid: 1775). *Pruebas de ser contrario a la práctica de todas las naciones y a la disciplina eclesiástica y perjudicial a la salud de los vivos enterrar los difuntos en las iglesias y los poblados*. Madrid, 1785. *Tabla de logaritmos de todos los números naturales desde 1 hasta 20000; y de los logaritmos de los senos, tangentes de todos los grados y minutos del cuadrante del círculo* (Madrid: Ibarra, 1787). *Tratado de la conservación de los pueblos y consideraciones sobre los terremotos* (Madrid: Ibarra, 1781). *Aritmética para Negociantes* (Madrid: Viuda de Ibarra, 1790. *Instituciones de geometría práctica para uso de los jóvenes artistas* (Madrid: Viuda de Ibarra, 1795). *Aritmética y geometría práctica de la Real Academia de San Fernando para los alumnos de la escuela náutica* (Madrid: Viuda de Ibarra, 1801). *Diccionario de arquitectura civil* (Madrid: Viuda de Ibarra, 1802). Los intereses de Bails eran variados, si bien el grueso de su obra está dedicado a las ciencias matemáticas. Respecto de los *Elementos* hay discrepancias sobre la fecha de publicación. Hay quien los fecha entre 1772 y 1783, como Juan Navarro Loidi en *Don Pedro Giannini o las matemáticas de los artilleros del siglo XVIII* (Segovia: Asociación cultural “Biblioteca de Ciencia y Artillería”, 2013), 16; Navarro Loidi atiende seguramente a la nota que da el propio Bails en el primer tomo de los *Elementos*, xviii: “El que quisiere apreciar lo que hemos hecho con esta mira, habrá de cotejar la fecha de la impresión de cada uno de los tomos de esta Obra con la de su publicación. El Tomo primero se acabó de imprimir el día 26 de Abril del año de 1772; el Tomo II, el día 22 de Agosto de 72; el III, el día 24 de Diciembre de 72; el IV, el día 31 de Julio de 73; el V, el día 23 de Julio de 74; el VI, el día 15 de Enero de 74; el VII, el día 11 de Marzo de 75; el VIII, el día 16 de Agosto de 7; el X, el día 13 de Septiembre de 76; el IX, es el único que falta estampar; las láminas que le corresponden se están abriendo meses ha”. Bails señala que la fecha de publicación difiere de la de impresión, pero creo que no hay duda de que se debe tomar como fecha de comienzo de la primera edición la de 1779. En 1772, sí se publicaron los *Tratados de mathematica, que para las escuelas establecidas en*

La bibliografía sobre la obra de Benito Bails es exigua. A la parte de matemáticas puras se han dedicado algunos trabajos que ponen la mirada en el cálculo diferencial e integral y, en general, en el análisis⁹. Daniel Crespo Delgado ofrece unas pinceladas sobre *La arquitectura hidráulica*, tratada en el tomo segundo del volumen noveno¹⁰. Pedro Navascués Palacio documenta las fuentes de que se valió Bails para escribir el tomo correspondiente; Navascués considera que el tratado de Bails es una simple traducción de partes de diferentes textos franceses, de los que tomó incluso la mayor parte de las láminas¹¹. Esa descalificación de la obra de Bails la comparte Santiago Garma, que señala que los tres primeros volúmenes de los *Elementos* son copia del *Cours* de Bézout, en la parte de Aritmética y Álgebra; de Cramer y L'Hôpital en el Análisis y de Lagrange en el Cálculo de Variaciones¹². Es posible que el énfasis puesto en destacar su falta de originalidad y el sambenito de mero copista-traductor, hayan sido determinantes en la ausencia de estudios sobre su obra. Paradójicamente, fue la Academia la que lo comisionó explícitamente para traducir y adaptar aquellos textos al castellano¹³, como afirma Bails en alguno de sus prólogos, al justificar el valor de su obra en su utilidad y necesidad. Otros trabajos de Bails, tan variado como los dedicados a la música o a las prácticas de

los regimientos de infantería, por particular encargo de su Inspector General el Excmo. Sr. Conde de O'Reilly ...han escrito el Teniente Coronel graduado D. Gerónimo de Capmany..., y D. Benito Bails, Director de Matemáticas de la Real Academia de San Fernando (Madrid: Ibarra, 1772). Elena Ausejo, Francisco Javier Medrano Sánchez, «Construyendo la modernidad: nuevos datos y enfoques sobre la introducción del cálculo infinitesimal en España (1717-1787)», *Llull* 33 (71) (2010), 25-56: 44, informan que “con fecha 26 de diciembre de 1769 tenía ya preparado un plan de trabajo que incluía un *Curso Grande* y un *Curso Pequeño* de Matemáticas [...] Tanto el plan del *Curso Grande*, que serían los *Elementos*, como el del *Curso Pequeño* fueron aprobados por Jorge Juan, quien además muestra su conformidad con todo el proceso seguido por Bails para la elaboración de dichas obras”.

⁹ Entre otros tenemos, Carlos Oswaldo Suárez Alemán, *Aceptación en España de los criterios rigurosos del análisis matemático durante los siglos XIX y XX*. Tesis doctoral (Cádiz: Universidad de Cádiz: 2007), donde se analizan los tomos segundo y tercero dedicados al álgebra y al cálculo infinitesimal, respectivamente, 175-211; Elena Ausejo, Francisco Javier Medrano Sánchez, «Construyendo la modernidad: nuevos datos y enfoques sobre la introducción del cálculo infinitesimal en España (1717-1787)», *Llull* 33 (71) (2010), 43-46; Domingo Martínez-Verdú, M. Rosa Massa-Esteve, «La enseñanza del concepto de función en los tratados de Benito Bails (1731-1797)» en Ferragud, C., Massa-Esteve, M.R. (eds.), *Actes de la XVII Jornada sobre la Història de la Ciència i l'Ensenyament*. (Barcelona: SCHCT-IEC, 2021), 67-74. DOI: 10.2436/10.2006.04.8. En esta comunicación se resalta el aspecto didáctico de la presentación de Bails y su posible utilización en el aula.

¹⁰ Daniel Crespo Delgado, «Miguel Sánchez Taramas y Benito Bails, dos tratados de ingeniería hidráulica de la España de la Ilustración», en Alicia Cámara Muñoz, Bernardo Revuelta Pol (eds.), *La palabra y la imagen. Tratados de ingeniería entre los siglos XVI y XVIII* (Madrid: Fundación Juanelo Turriano, 2017), 123-144: 134-140.

¹¹ Pedro Navascués, «Estudio crítico», en Benito Bails *De la arquitectura civil* (Murcia, Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, 1983), 17-147.

¹² Santiago Garma, «Los Matemáticos Españoles y la Historia de las Matemáticas del siglo XVII al siglo XIX», *I Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, Santiago Garma Pons (coord.) (Madrid: Diputación Provincial de Madrid, 1980), 59-72: 63- 64.

¹³ Según Ausejo, Medrano, «Construyendo la modernidad...», 43: “La Academia no pretendía que Bails elaborara un tratado original: lo que se le pide, además de manera expresa, es que traduzca y resuma de las mejores obras que haya en ese momento en Europa”.

enterramiento en las iglesias, han sido objeto de estudios académicos, pero no he encontrado referencia alguna a las disciplinas físico-matemáticas que ocupan los restantes volúmenes de los *Elementos*.

2. Principios de Matemáticas.

Los *Principios* estaban destinados a servir de manual a los alumnos de la Academia, a fin de que dispusieran de los tratados que necesitaban aprender; el mismo Bails dice en el *Prólogo* que se trataba de un extracto de una obra de mayor extensión, refiriéndose a los *Elementos*, todavía en proceso de elaboración. Hacía dos observaciones el autor: explicaba, en primer lugar, que no había seguido los *Elementos* de Euclides en la sección de geometría por considerarlos poco apropiados para principiantes; había optado por el criterio seguido por eminentes geómetras, como Tacquet, Wolff, Simpson, Emerson o Boscovic, quienes, sin renunciar a las proposiciones del matemático griego, habían dispuesto de otro modo la exposición. La segunda advertencia hacía referencia a la elección del pie francés como unidad de longitud: los estuches matemáticos franceses, que se basaban en esa unidad, tenían una gran difusión en toda Europa, y la toesa, de la que el pie se derivaba, era la unidad de medida más conocida y usada por los matemáticos. Una tercera razón, que Bails calla, es que los materiales de los que se servía exhaustivamente para la composición de sus obras eran textos franceses que, como es natural, utilizaban sus propias unidades. Ni que decir tiene que la necesidad de arbitrar un sistema de medidas universal estaba muy presente en la comunidad científica, así como en nuestro matemático.

Los *Principios*, funcionaban como un conjunto de reglas y fórmulas que los alumnos podían aplicar sin necesidad de comprobar matemáticamente su validez. Así, en el *Prólogo* al tomo segundo, Bails puntualizaba que se había ceñido a los puntos esenciales, y en el del tercero aclaraba que “hemos omitido las demostraciones inmediatas con la mira de publicar mayor número de operaciones prácticas, que son lo que más apetecen los Discípulos de la Academia”¹⁴.

Tras el *Prólogo* venía el *Elogio de D. Jorge Juan*, donde Bails rendía tributo al ilustre marino, que le había prestado todo su apoyo para que fuera nombrado Director de Matemáticas de la Academia de Bellas Artes. La recomendación de Jorge Juan también

¹⁴ Bails, *Principios* III, 1.

había sido importante para que se le encargara el Curso de matemáticas que estaba completando –los *Elementos*, de los cuales los *Principios* eran un compendio.

El primer volumen de los *Principios* estaba dedicado a las matemáticas puras; abarcaba desde la aritmética elemental al cálculo diferencial e integral, incluyendo la geometría, la trigonometría plana y esférica y el cálculo analítico. Uno de los capítulos trataba del cálculo de distancias, el levantamiento de planos y el uso de instrumentos de medida, operaciones indispensables a los alumnos para el ejercicio de sus labores. En el segundo tomo comenzaban las matemáticas aplicadas: dinámica, hidrodinámica, óptica, astronomía y calendario. Estipulaba Bails en el *Prólogo* que suscribía íntegramente el sistema de Copérnico, y que lo tenía por físicamente verdadero y real; sabía que todavía no era aceptado en ciertos medios, pero recordaba que Roma había levantado la prohibición, y que el impreso de Jorge Juan sobre *El estado de la Astronomía en Europa* no había recibido reparos.

La dinámica se definía como la ciencia que trataba del “movimiento de los cuerpos en cuanto le produce, aumenta o destruye la acción mutua de unos en otros. Pero la voz Dinámica tomada en el sentido común, en que nosotros la usaremos también, solo significa la ciencia que considera cuanto pertenece al movimiento de los sólidos”¹⁵. Teniendo en cuenta el uso que pensaba dar a su obra, Bails se limitaba en esta sección a dar unos fundamentos y principios que permitieran abordar el estudio de las máquinas. El equilibrio y movimiento de los fluidos era el objeto de la hidrodinámica, que se dividía en dos partes: la hidrostática, que se ocupaba del equilibrio de los fluidos, y la hidráulica, que se aplicaba a su movimiento. El tercer tomo comenzaba con los Principios de la Geografía y seguía con los de la Gnomónica y los de la Arquitectura, para finalizar con la perspectiva.

3. *Elementos de Matemáticas*

La obra cumbre de Bails está formada por diez volúmenes en once tomos, pues el noveno, dedicado a la arquitectura, se divide en dos. Los tres primeros versan sobre las matemáticas puras y abarcan desde la aritmética y geometría elementales, hasta el cálculo diferencial e integral, con inclusión de la geometría analítica y las secciones cónicas. La dinámica y la estática se tratan en el cuarto; a continuación, se estudian la hidrodinámica y la hidráulica y, sucesivamente, la óptica, la astronomía matemática y la astronomía

¹⁵ Bails, *Principios* II, 1.

física; este último se completa con el calendario, la gnomónica y la perspectiva. Dos tomos, consagrados respectivamente a la arquitectura civil y a la arquitectura hidráulica, formaban el volumen noveno, y las tablas de logaritmos y las instrucciones de su manejo, el último. Nuestro interés se centra en los contenidos más directamente relacionados con la disciplina que hoy llamamos física.

Si comparamos la distribución de materias de los *Elementos* con el *Compendio* de Tosca, se puede observar que han desaparecido la música, pirotecnia, náutica, meteoros y astrología, mientras que la mecánica y la estática han cobrado relevancia¹⁶. Los *Elementos* vienen en realidad a sustituir al que había sido el manual de referencia matemático publicado en castellano. La obra de Tosca había quedado anticuada en muchos aspectos y no había sido sustituida por ningún otro texto de amplitud equivalente. El *Curso militar de matemáticas* de Pedro Padilla solo abarcaba los cinco primeros tratados, de los veinte de que debiera haber constado, dejando sin imprimir todo lo concerniente a las matemáticas mixtas¹⁷. El proyecto del Conde de Aranda de reunir bajo el nombre de Real Sociedad Militar de Matemáticas un equipo formado por ingenieros y artilleros, con el objeto de redactar una serie de manuales en castellano destinados a la enseñanza en las Escuelas y Academias militares, no llegó a buen puerto por falta de resultados¹⁸. La obra de Pedro Giannini (ca. 1740-1810), para la enseñanza en la Academia de artillería de

¹⁶ Los Tratados del *Compendio matemático* de Tosca eran los siguientes: *I, Geometría elemental; II, Aritmética inferior; III, Geometría práctica; IV, Aritmética superior; V, Álgebra; VI, Música; VII, Trigonometría; VIII, Secciones cónicas; IX, Maquinaria; X, Estática; XI Hidrostática; XII Hidrotecnia; XIII Hidrometría; XIV Arquitectura civil; XV Cantería; XVI Arquitectura militar; XVII Pirotecnia; XVIII, Óptica; XIX, Perspectiva; XX, Catóptrica; XXI, Dióptrica; XXII, Meteoros; XXIII, Astronomía; XXIII, Astronomía práctica (cont.); XXIV, Geografía; XXV, Náutica; XXVI, Gnomónica; XXVII, Calendario; XXVIII, Astrología*. En el *Prólogo* al volumen I, III-XII, Bails calificaba el *Compendio* como cabal par la época en que se escribió, pero al no tratar el cálculo diferencial ni el integral, así como tampoco la teórica de las curvas, se había quedado obsoleto. Con todo, alababa su claridad y la disposición y coordinación de los tratados, aunque no omitía la deuda de Tosca con Deschales. Bails repasaba igualmente los *Elementa matheseos* de Wolff, obra también superada por la perfección alcanzada por las matemáticas, y reivindicaba sus *Elementos* frente a los tratados del alemán; tampoco en Francia se disponía de una obra como la suya, nos dice, pues las *Lecciones* de La Caille eran excesivamente concisas y en Inglaterra, los diez tomos en octavo, y dos más en cuarto, de Emerson pecaban de falta de coordinación. Seguía haciendo un repaso de los cursos completos de matemáticas publicados hasta la fecha, a todos les encontraba pegas; el suyo, tomado de autores que escribieron sobre los distintos ramos de las matemáticas evitaba los defectos encontrados a los de los demás. La modestia de Bails al reconocer su deuda con las obras originales no le impidió exponer las bondades de sus *Elementos*.

¹⁷ Pedro Padilla y Arcos, *Curso militar de mathematicas, sobre las partes de estas ciencias, pertenecientes al Arte de la Guerra: para el uso de la Real Academia establecida en el Quartel de Guardias de Corps* (Madrid: Antonio Marin, 1753).

¹⁸ Los casos de Pedro Padilla y de la Real Sociedad Militar de Matemáticas, en relación con la publicación de manuales de matemáticas, han sido estudiados por Mónica Blanco, Carles Puig-Plà, «The Role of Mathematics in Spanish Military Education in the 1750'; Two Transient Cases», *Philosophia Scientiæ*, 24 (1), 2020, 97–113.

Segovia¹⁹, publicada entre 1779 y 1803, trata de matemáticas puras en los tres primeros tomos, mientras que en el cuarto se plantean algunas cuestiones relacionadas con las matemáticas mixtas –equilibrio y maquinaria, equilibrio de fluidos y de sólidos sumergidos en fluidos y dinámica– en algo menos de 500 páginas²⁰. Los *Elementos* de Bails vinieron a rellenar una laguna en el mercado editorial español, donde no existían obras actualizadas que cubriesen las disciplinas físico-matemáticas y la parte correspondiente a las matemáticas puras.

3.1 Bails traductor. Los prólogos.

Desde el punto de vista de sus contenidos, la obra de Bails no puede considerarse original. el matemático no pretende realizar ninguna aportación novedosa a las materias que trata, no hay en ella elucubraciones, ni nuevos principios o demostraciones. Su propósito es compilar los tratados de otros autores que exponen los resultados sancionados por la comunidad científica. Es decir, lo que se debe enseñar, lo que se ha convertido en la época en el *corpus* de conocimientos que constituye el paradigma establecido en la época.

No oculta Bails las obras de referencia que le sirven de núcleo fundamental de sus *Elementos*; tampoco que inserta aquí y allá algunos fragmentos procedentes de otras lecturas, aunque no suele indicarlo explícitamente en su texto. De su mano sabemos que en los cuatro primeros volúmenes sigue el modelo del *Cours de mathématiques à l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine* (Paris, 1764-1770) de Étienne Bézout (1730-1783); la hidrodinámica se basa en el *Traité élémentaire d'Hydrodynamique* (Paris: 1771) de Charles Bossut, publicado en dos tomos en octavo; en el volumen correspondiente a la Óptica nos remite a *A compleat system of Opticks* (Cambridge, 1738) de Robert Smith (1689-1768), en las dos versiones francesas de 1767. La primera fue traducida por Nicolás Duval-Leroi (1731-1810), con el título de *Traité d'Optique* (Brest, 1767)²¹; la segunda, por el P. Esprit Pezenas (1692-1776) como *Cours complet d'optique* (Avignon: 1767). Ambas obras contaban con numerosas adiciones que daban cuenta de los desarrollos producidos desde la publicación de Smith. Los volúmenes séptimo y octavo de los *Elementos*, dedicados a la astronomía matemática y a la astronomía física,

¹⁹ Pedro Giannini, *Curso matemático para la enseñanza de los caballeros cadetes del Real Colegio Militar de Artillería*, I-III (Madrid: Ibarra: 1779-1795), y IV (Valladolid: Imprenta del Real Acuerdo y Chancillería, 1803).

²⁰ Sobre el curso de Giannini véase Juan Navarro Loidi, *Don Pedro Giannini o las matemáticas de los artilleros en el siglo XVIII* (Segovia: Asociación Cultural Biblioteca de Ciencia y Artillería, 2013).

²¹ En *Elementos* VI, xiv, atribuye la traducción a Duval le Roi, aunque no aparece el nombre del traductor en el libro. En realidad, se trata de Nicolás Duval-Leroi (1731-1810), profesor de la Escuela de Marina de Brest.

respectivamente, son deudores de la *Astronomie* (1771), de Jérôme Lalande²². Bails incorpora asimismo a sus *Elementos* una selecta y ponderada bibliografía sobre las materias estudiadas²³.

Ya se ha comentado que la obra de Bails ha sido vista por algunos como la de un simple traductor o, menos halagüeñamente, como la de casi un plagiaro, negando originalidad a su composición. Ello puede explicar que, pese a constituir como el texto matemático más reconocido de su época, haya tenido poco atractivo para los historiadores de la ciencia. Ahora bien, es indudable que la traducción científica es una forma de comunicación que, además de concurrir a la circulación y apropiación del conocimiento, coopera al desarrollo de una terminología y un léxico especializados, y de un orden expositivo específico para los saberes que trata²⁴.

²² Jérôme Lalande, *Astronomie* (Paris, 1771), en tres volúmenes. La primera edición es de 1664, en dos volúmenes. Me baso en que, al parecer, Bails utiliza la segunda edición, ampliada y revisada por el astrónomo francés, porque, en efecto, al tratar la refracción astronómica en *Elementos* VII, 123-130, sigue el volumen segundo de Lalande de la edición de 1771, 678-682, que difiere del tratamiento que se realiza en el segundo tomo de la primera edición. Dice Lalande al respecto: "C'est la règle trouvée par M Bradley peu de temps avant de sa mort, mais qui n'avoit été ni publiée ni démontrée avant la première édition de mon Ouvrage; elle s'est trouvée assez bien d'accord avec les observations [...] Cette démonstration de la règle de Bradley, que le P. Boscovich déduit des notions les plus simples du mouvement, est la plus élégante & la plus simple qu'on eût pu désirer", II, 682.

²³ En «Las Matemáticas en la Ilustración española. Su desarrollo en el reinado de Carlos III», *apud* Fernández Pérez, González Tascón (eds.), *Ciencia, Técnica...*, 265-278, Mariano Hormigón se hace eco de la citada bibliografía de Bails, remitiendo para ello al lector a la tesis doctoral de Víctor Arenzana, *La enseñanza de las Matemáticas en España en el siglo XVIII. La Escuela de Matemáticas de la Real Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País* (Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 1987), 204-250.

²⁴ Los estudios sobre la traducción científico-técnica en los siglos XVIII y XIX conocen hoy en día un auge considerable, dada la importancia que tuvieron, sobre todo a partir del último tercio del setecientos, en la difusión de la ciencia. Véanse los trabajos coordinados por Julia Pinilla Martínez y Brigitte Lépinette que se encuentran en *Reconstruyendo el pasado de la traducción I, II, III, IV* (Granada: Comares, 2016-2021), centrados en la traducción del francés al castellano. Si bien escapa a mis objetivos el estudio de la actividad de Bails como traductor, conviene mencionar aquí sus reflexiones sobre las dificultades que entraña la traducción técnica, y su forma de resolverlas. En palabras de Josefa Gómez de Enterría: "Las nuevas voces científicas son adoptadas por algunos traductores sin mayores reparos, mientras que otros se sienten obligados a justificar reiteradamente su postura. Entre los primeros cabe destacar por su sentido práctico y frescura al ilustre matemático y académico de la Española Benito Bails. Este científico, traductor habitual de la lengua francesa, expone, "A la forma de un escrito facultativo, del mío por lo menos, refiero yo los términos con que se explica su autor: los que yo uso son los más inventados, traducidos o imitados de lenguas extrañas" Bails 1790, vi. Sin embargo, conviene recordar aquí que esta postura de Bails queda justificada, más que sobradamente, debido a las dificultades que debió superar cuando llevó a cabo la traducción de la Arquitectura civil. Pues, como buen académico de la Lengua, se había propuesto que su versión sólo incluyese las voces puramente castellanas y tuvo que desengañarse paulatinamente: "después de haber perdido tiempo y dinero, buscando toda la ayuda léxica posible en obras originales y traducciones". Porque cuando trataba de cotejar el uso de los neologismos en los talleres con oficiales de diferentes provincias, comprobaba que los términos recogidos en los libros estaban anticuados y "los de los talleres presentaban la mayoría de las veces varios nombres diferentes para una misma cosa o maniobra". De ahí que se viese obligado a tomar la determinación que expone en su *Prólogo*: "Quedé tan poco satisfecho de mi trabajo, que ahora he tenido por más acertado bandearme solo" Bails 1790, vii)", en Josefa Gómez de Enterría, «Las traducciones del francés, cauce para la llegada a España de la ciencia ilustrada: los neologismos en los textos de botánica», en Francisco Lafarga (coord.), *La traducción en España (1750-1830). Lengua, literatura, cultura* (Lleida: Universitat de Lleida, 1999), 143-155: 147. La autora se refiere al *Prólogo* del tomo segundo del volumen noveno de los *Elementos*, que trata de la Arquitectura Hidráulica.

Bails defiende su trabajo en numerosas ocasiones²⁵. En el *Prólogo* al cuarto volumen manifiesta que su aportación a la obra consistía esencialmente en el ordenamiento de los contenidos y en la selección de los textos que le servían para componer su trabajo. Se justificaba en que el encargo que había recibido era el de redactar unos tratados buenos y no propios. La urgencia para completarlos era igualmente la razón para servirse de obras ajenas. Más adelante, en el *Prólogo* a la *Óptica*, justificaba de nuevo su labor de traductor: “Donde lo mucho que hay, en otras partes falta todo, no se necesita quien invente, sino quien traiga y aproveche. El don de la invención está escasamente repartido; y en tales circunstancias puede hallarse un escritor, que aspirar a la gloria de inventor sería de su parte temeridad y locura semejante a la de un Ministro, que tocándole abastecer a una Provincia en año de escasez, más quisiera esperar a que se cogiese en el país necesitado, que no sacarle de las Provincias inmediatas donde le hubiese con abundancia”. Evidentemente, su justificación contiene una denuncia de la situación de las matemáticas en España, donde la falta de manuales en castellano se percibía como una carencia que había que subsanar; muy diferente era la situación allende de los Pirineos. También puede leerse en ella un reconocimiento de sus propias limitaciones²⁶.

Bails insiste en sus prólogos en el sentido último que cobran las matemáticas: su aplicación al beneficio de la sociedad. La selección de las obras que traduce para el público español está guiada por el propósito de proporcionar una firme base teórica que, de inmediato, pueda convertirse en herramienta de resolución de problemas prácticos. Así que, “hechos cargo de que, todo bien considerado, los tratados mixtos son los que más importan, sacrificamos la especulativa a la práctica”²⁷. Elige las destinadas a la enseñanza, como *Cours* de Bézout, o tratados cuyos autores califican de elementales, como el de hidrodinámica de Bossut; suelen ser libros que dedican normalmente unos amplios

²⁵ Así alega en favor de su obra: “Estoy persuadido años ha a que primero que intentemos adelantar con inventos propios las ciencias naturales, nos importa saber hasta que términos han ensanchado sus límites las demás naciones ilustradas; opino que el modo más acertado de escribir una obra castellana, que por lo menos no baje de mediana, es echar mano de las extranjerías”, Bails, *Elementos...*, IX, Tomo II, viii.

²⁶ Una justificación parecida hace Duval le-Roi en su traducción de la obra de Smith, xi, xii: “mais ceux qui parmi nous veulent s'en instruire (de l'*Optique*); voyant avec regret que nous n'avons que des éléments en ce genre, & se trouvent par conséquent dans la nécessité de recourir à des ouvrages étrangers. C'est dans la vue de leur être utile, que je me suis déterminé à achever cette traduction de l'ouvrage de M. Smith dont je n'avais d'abord fait que quelques parties pour mon usage particulier. On croira sans peine que nul autre motif n'a pu m'animer, car qui ignore, si l'on en excepte les traducteurs, qu'il n'y a aucun mérite à entreprendre cette espèce de travail, qu'il n'en est point de plus humiliant (je ne parle pas de l'ennui & du dégoût extrêmes qui l'accompagnent), aucun qui suppose en général moins de talents, aucun enfin qui décèle plus la ridicule manie de faire gémir la presse à quelque prix”. A pesar de la imagen tan negativa que da de los traductores, creo que el texto ha de interpretarse más bien como una reivindicación de los mismos.

²⁷ *Elementos...*, I, xiv.

apartados a la descripción a instrumentos destinados, tanto a la observación y demostración de propiedades, como a su uso en cuestiones tecnológicas, y que prestan, una especial atención a las máquinas. No olvidemos que los *Elementos* estaban destinados a los alumnos de la academia fernandina y que debían cubrir sus necesidades de formación²⁸. Esta es una de las razones por las que la publicación de los tomos correspondientes a la arquitectura civil e hidráulica, así como la del último, en el que se insertaban las tablas de logaritmos, precedió a la del séptimo y octavo, dedicados a la astronomía. Tanta importancia Bails otorga Bails a los problemas de distribución de las aguas, como a la eliminación de humedades en las viviendas recién fabricadas²⁹, asuntos de interés para ingenieros y arquitectos. Bails prescinde generalmente de las recapitulaciones históricas de los originales, y a menudo, de las especulaciones de sus autores.

La composición de su obra no terminó de satisfacer con todo a su autor, que lamentaba el no haber dispuesto de una perspectiva general de las materias que iba a tratar. Por ello, se había visto obligado a insertar ciertas proposiciones matemáticas, que deberían haber figurado en los primeros volúmenes, en tomos posteriores que, sin embargo, se habían impreso primero. La lógica interna de las matemáticas quedaba un tanto magullada³⁰.

3.2 La física en los *Elementos*.

Los tres primeros volúmenes de los *Elementos* están dedicados, como sabemos, a la matemática pura, traducción de la parte correspondiente del *Cours* de Bézout, del que se

²⁸ “El estrecho enlace que tienen con el instituto de la Academia las materias contenidas en el tomo noveno, y el continuo e indispensable uso que en todos los ramos de las Matemáticas se hace de las tablas, fueron los motivos principales que obligaron a Don Benito Bails a anteponer la publicación de estos dos tomos a la del séptimo y octavo, ya que el mal estado de su salud no le permitía desempeñar sus encargos con aquella puntualidad que era propia de su genio eficaz y laborioso”, Bails, *Elementos...*, VII, i.

²⁹ “Como el fin de todas las investigaciones Matemáticas es, y debe ser el beneficio de los hombres, y uno de los mayores es la equitativa distribución de las aguas; aquí se les enseña cómo se miden y reparten las que han de abastecer las fuentes de una población, y las de los ríos, de modo que ninguno de los hacendados entre quienes se ha de hacer su repartimiento pueda alegar motivo de queja”, Bails, *Elementos...*, V. iii. Y de nuevo, respecto a la Arquitectura Hidráulica, “Aunque desde el principio me empeñé en tratarlo todo con el esmero posible; sin embargo, así que empecé a declarar como se aprovecha el agua de los manantiales, ríos y arroyos para la navegación, subió de punto mi diligencia La necesidad cada día más urgente de estas obras, su trascendental beneficio a todas las provincias del reino, la solicitud, los auxilios con que las promueve el Gobierno, fueron nuevos estímulos que avivaron no poco mi genial eficacia”, *Elementos* IX, Tomo II, iii.

³⁰ “Todo escritor que ha de componer una obra formada de varios tratados enlazados unos con otros, debería empezar escribiendo el último tratado, y proseguir retrocediendo de mano en mano hacia los primeros: no tiene otro modo de saber, sin riesgo de que se le olvide proposición ninguna, qué fundamentos ha de echar en los primeros tomos para la acertada composición de los siguientes”. Bails, *Elementos...*, I, xv.

hicieron un gran número de ediciones³¹. La cuarta parte, en dos tomos, trataba del cálculo diferencial e integral, los principios de la mecánica y su aplicación a los movimientos y al equilibrio. La elección del texto de Bézout como guía de los *Elementos* estaba sustentada, precisamente, en que se trataba de un texto que recogía el estado de los conocimientos matemáticos canónicos. El *Cours de Mathématiques* abordaba la mecánica de sólidos y de fluidos, y no se ocupaba de las otras secciones tradicionalmente adscritas a las matemáticas mixtas. Por tanto, solo los cuatro primeros volúmenes de Bails siguen el *Cours* de Bézout.

Dejando de lado la parte de matemáticas puras, nuestro interés se va a centrar en aquellas secciones relacionadas con la disciplina que hoy llamamos física. Es la materia cubierta en los volúmenes cuarto y quinto y la parte correspondiente a la astronomía física del séptimo, con alguna que otra incursión en otros apartados relevantes para nuestros propósitos.

3.2.1 Volumen IV: Dinámica y Estática.

El tomo cuarto, publicado en 1780, está dedicado a los tratados de Dinámica y Estática. En el *Prólogo*, Bails nos informa de las fuentes de su texto, de sus opiniones sobre las matemáticas puras –cuya utilidad reside en la aplicación de sus “artificios”, ya que solo en ello estriba “el beneficio que resulta al género humano del estudio de las Matemáticas”³²– y sobre el método adecuado para el aprendizaje e investigación de la ciencia del movimiento, que consiste en prescindir inicialmente de las circunstancias particulares, e ir incorporándolas sucesivamente, hasta obtener las ecuaciones de los movimientos reales, como se dan en la naturaleza o en los artificios mecánicos³³.

Bails explicaba que la dinámica, o ciencia del movimiento de los sólidos, era la materia del cuarto volumen, mientras que en el siguiente se abordaría el de los líquidos, cuyas dificultades eran mucho mayores. Era natural que fuera en primer lugar la dinámica, dado el papel primordial que el movimiento de los cuerpos jugaba en los fenómenos naturales.

³¹ Étienne Bézout, *Cours de mathématiques à l'usage des gardes du pavillon et de la marine* (Paris: Musier fils, 1764-1770). Este curso tiene cuatro partes, de los cuales se dedica a la mecánica la cuarta, en dos tomos. En el epígrafe consagrado a la Dinámica será esta cuarta parte la que aparecerá en las referencias y notas al pie.

³² *Elementos* IV, i.

³³ “Así desnudan primero a los cuerpos de su gravedad, miran como de ninguna resistencia los planos por los cuales se mueven y los espacios que atraviesan, para atender únicamente al camino que andan, a la velocidad, o a la mayor o menor presteza con que caminan[...] después indaga qué alteraciones ocasiona en el movimiento de los cuerpos su propia gravedad, su rozamiento, o su choque con los cuerpos que encuentran &c. y una vez que logra determinar el Matemático todas estas alteraciones, deja plenamente averiguado cuanto pertenece al movimiento de los cuerpos, cual se verifica en la naturaleza”. *Ibid.*, vi.

Cuatro principios consideraba Bails fundamentales en la dinámica: la composición y resolución de movimientos —esta última una “fantasía” de los matemáticos—, la inercia, la conservación del movimiento y el principio de D’Alembert³⁴, que eran, con excepción de la conservación del momento, los que según el enciclopedista regían la dinámica. Agotada la polémica de las fuerzas vivas, de la que Bails dice que dará cuenta siguiendo a Scherffer, la fuerza sigue siendo el producto de la masa por la velocidad, advirtiéndole que de la disputa no quedaba sino el principio de conservación de mv^2 .

En el *Prólogo*, Bails daba cuenta de los autores que había manejado para componer su tratado. La cuarta parte del *Cours de Mathématiques*, de Bézout, constituía el texto base de la *Dinámica*, aunque para el tratamiento de las colisiones entre cuerpos, el rozamiento y algunas cuestiones de estática había utilizado dos obras del abate Charles Bossut (1730-1814), al que citaba puntualmente³⁵. También había consultado las obras de Samuel Clarke y de los hermanos Johann y Jakob Bernoulli, cuyas obras recomendaba vivamente³⁶.

Bails aprovechó la oportunidad que le ofrecía el *Prólogo* de expresar su pensamiento, para hacer algunas consideraciones y reflexiones propias sobre el proceso que llevaba al conocimiento de los fenómenos. En efecto, adelantaba que este volumen cuarto se cerraba con un epígrafe titulado “Resolución de algunas cuestiones de Dinámica”, con el que se proponía “hacer patente cuan varios son los caminos por donde alcanzan los sabios la verdad según la casta del ingenio de cada uno”³⁷; con ello quería mostrar que había diferentes modos de abordar los problemas, pero, fundamentalmente, destacar que era necesario tener un espíritu abierto hacia las novedades científicas, sin atarse a la tradición: “Los más de los inventos que perfeccionan los diferentes ramos de los conocimientos humanos, siempre experimentan alguna contradicción, hasta que extinguida la generación de los facultativos que sin ellos alcanzaron fama de consumados, solo quedan aquellos que no teniendo hecha todavía su opinión, acogen con agradecimiento, y aun con respeto cualquier camino que se les abre para llegar a la verdad; persuadiéndose a que todos los adelantamientos de una ciencia no están ceñidos en la corta esfera de los conocimientos

³⁴ *Elementos* IV, vi-viii. Bails, naturalmente, no lo llama principio de D’Alembert, pero explica que consiste en “suponer el movimiento de un cuerpo como compuesto del que tiene en realidad, y de otros que se han aniquilado”.

³⁵ *Traité élémentaire de Méchanique et Dinamique, appliqué principalement au mouvement des Machines* (1763). *Traité élémentaire de Méchanique Statique avec de notes sur quelques endroits* (1772).

³⁶ Samuel Clarke, *An easy introduction to the Theory and practice of Mechanics*. (Londres:1764). Jacobi Bernoulli, *Basileensis Opera*. Dos tomos en 4º (Ginebra: 1744). Johannis Bernoulli, *Opera omnia*. Cuatro tomos (Lausana y Ginebra: 1742).

³⁷ *Elementos*, IV, xiv.

de un limitado número de sus profesores”³⁸. Una pulla en toda regla contra los que se aferraban a los modos antiguos y desconocían los nuevos desarrollos. Enlazando con esta idea de que el conocimiento no era estático, Bails planteaba el “problema de los tres cuerpos”, que los matemáticos más eminentes del siglo –Euler, D’Alembert y Clairaut– no habían podido resolver satisfactoriamente, insertando una larga cita que resumía las consideraciones de Euler al respecto: la línea seguida en la investigación, consistente en abordar el problema general y no el más sencillo de los tres cuerpos alineados, estaba en ese momento en un callejón sin salida; él mismo –Euler– había logrado encontrar siete ecuaciones, pero se necesitaban nueve, y reconocía que su método no daba más de sí: había que tomar un rumbo nuevo. Imagino que Bails quería reforzar en sus lectores y estudiosos la idea de que, a veces, los problemas se resistían, hasta que eran accesibles nuevas propiedades y herramientas matemáticas. Esta espinosa cuestión le llevaba a recomendar algunas obras, en particular las *Leçons de Calcul Différentiel et Intégral* de M. Cousin (1777), que recogía los avances obtenidos en el análisis y hacia uso de la ley de conservación de las fuerzas vivas y del principio de mínima acción³⁹. Dado que los fines del volumen no cubrían todos los aspectos de la dinámica, Bails añadía a estos nombres unos cuantos más, a los que el aficionado podía acudir si quería sumergirse en aguas más profundas y ejercitarse en diferentes métodos de tratar la misma cuestión⁴⁰.

³⁸ *Elementos* IV, xiii.

³⁹ El principio de mínima acción fue formulado por primera vez por Maupertuis en *Les lois du mouvement et du repos déduites d’un principe métaphysique* (1746), 286: “Lorsqu’il arrive quelque changement dans la nature, la quantité d’action, nécessaire pour ce changement, est la plus petite qui soit possible”. Euler y Lagrange definieron de forma más precisa y matemática la acción.

⁴⁰ “Cuyo ejercicio agiliza el entendimiento, y ensancha sus facultades, suministrándole ocasiones de comparar y escoger”, Bails, *Elementos* IV, xix. Veamos las recomendaciones de Bails, xxi-xxvii: *Principes sur le Mouvement et l’équilibre, pour servir d’introduction aux Mécaniques et à la Physique* (1741), de Trabaud, que no utilizaba el álgebra y que “podrá ser de muchísimo provecho para los aficionados de ingenio tardo, que por lo común son constantes, y a quienes pueden convenir las obras de los escritores que se les parecen a lo menos en la mucha paciencia de que suele dotarlos la naturaleza”. *The Principles of Mechanics* (1758) de Emerson, aunque contenía errores en el tratamiento de algunos asuntos. *Elementa universae Mechanice, quae Staticam, Phoronomiam, Dynamicam, ac motus mechanicam complectuntur* (1768), de Hennert, por ser un verdadero tratado de Dinámica y ser el primer tratado elemental sobre máquinas que consideraba las circunstancias anexas a su movimiento, es decir, al rozamiento, la inercia y la rigidez de cuerdas y maromas. *Traité de Mécanique* (1774), del abate Marie, que Bails alababa por su concisión y por el tratamiento que hacía del movimiento de los cuerpos teniendo en cuenta la resistencia del aire, lo que resultaba de especial interés para los artilleros. *Cours de Physique Experimentale* (1751), de Desaguliers, que combinaba especulaciones teóricas con casos prácticos y se extendía en la maquinaria. Hasta aquí, obras elementales, ya dentro de otra categoría Bails recomienda dos: *Traité de Dynamique* (1758), de D’Alembert, y *Mechanica, sive motus scientia, analytice exposita* (1736), de Euler. Bails reconocía que la obra de Euler tenía algunos defectos, pero se indignaba por la crítica que le había dedicado Benjamin Robins, y lo expresaba citando literalmente el escrito del Padre Fontana en *Altezza barometriche*, “pag. 33, nota g”.

Sin duda, el listado nos presenta a Bails como un profundo conocedor de las obras más relevantes en la materia.

3.2.1.1 Leyes del movimiento.

Si bien este tratado se nutre en gran parte del curso de Bézout, es preciso notar que el autor francés habla de “Mecánica”, a la que considera la ciencia del movimiento y la ciencia del equilibrio, mientras que Bails se decanta por separar movimiento y equilibrio, tratando el primero en la Dinámica y el segundo, en la Estática. Así define Dinámica como la ciencia que estudia el movimiento de los cuerpos sólidos, caracterizándolos por estar compuestos de “partecillas” que tienen una gran adherencia unas con otras y por ser una extensión impenetrable; advierte a sus lectores de la diferencia entre “peso” y “cuerpo”, que muchos toman por equivalentes, siendo que la “pesadez” es un accidente de los cuerpos⁴¹.

Bails iniciaba la Dinámica con unas nociones preliminares que no aparecían en el *Cours* de Bézout. Comenzaba definiendo los conceptos de espacio, tiempo y movimiento, tanto absoluto como relativo, siguiendo las definiciones dadas por Newton en el escolio⁴², y continuaba con la diferenciación entre fuerza viva y fuerza muerta⁴³. Tras esta sección introductoria pasaba a las tres leyes del movimiento enunciadas en los *Principia*. Estas indicaciones previas procedían de párrafos escogidos de las *Notions Préliminaires* del *Traité élémentaire de Méchanique et Dynamique*, de Charles Bossut. La segunda ley venía expresada de esta manera: “Las mudanzas o variaciones que le sobrevienen al movimiento de un cuerpo son proporcionales a la fuerza motriz, y se hacen en la línea recta, en cuya dirección obra dicha fuerza”, es decir, no toma la forma diferencial que Euler había dado a este axioma, aunque al estudiar el movimiento variado establece que

⁴¹ Bails, que conocía el *Traité de Dynamique* (1747) de Jean le Rond D’Alembert, pues se encontraba en su biblioteca, era un gran admirador del filósofo francés, y toma de él el término “Dinámica” para denominar los que otros llamaban “Mecánica”. D’Alembert justificaba su elección de la palabra Dinámica –neologismo atribuido a Leibniz para referirse a la ciencia del movimiento mediante las causas y no por sus efectos– con estas palabras: “Ce nom, qui signifie proprement la Science des puissances ou causes motrices, pourroit paroître d’abord ne pas convenir à cet Ouvrage, dans lequel j’envisage plutôt la Méchanique comme la Science des effets, que comme celle des causes: néanmoins comme le mot de Dynamique est fort usité aujourd’hui parmi les Savans, pour signifier la Science du Mouvement des Corps qui agissent les uns sur les autres d’une manière quelconque, j’ai cru devoir le conserver”, xviii.

⁴² Isaac Newton, *Principios matemáticos de la filosofía natural* (Madrid: Alianza editorial, 1987), Libro I, Definiciones, 127-128.

⁴³ Bails recoge las definiciones que figuran en *L’Encyclopédie* (1757), Tomo VII, 112, https://fr.wikisource.org/wiki/L%E2%80%99Encyclop%C3%A9die/1re_%C3%A9dition/FORCE [consulta 27/07/2022]: fuerza muerta es una tendencia al movimiento, sin que éste se produzca porque un obstáculo lo impide, o bien no se produce inmediatamente sino tras que haya transcurrido un tiempo; fuerza viva es la que tiene un cuerpo que realmente se mueve. D’Alembert lo expresaba de este mismo modo en su *Traité de Dynamique*, xviii-xix.

su ecuación es $p \cdot dt = \pm d\left(\frac{de}{dt}\right)$, en la que no interviene explícitamente la masa y donde p “representa respecto de cada instante la velocidad que la fuerza aceleratriz sería capaz de engendrar en el móvil en un intervalo determinado de tiempo, como de un segundo, si durante este segundo obrara como fuerza aceleratriz constante; por manera que como la cantidad p mide respecto de cada instante el efecto que la fuerza aceleratriz puede causar, la llamaremos fuerza aceleratriz”⁴⁴. A partir de aquí, en los siguientes epígrafes se seguía puntualmente el tomo primero del *Cours* de Bézout⁴⁵, con pequeños añadidos que ponían de manifiesto las relaciones recíprocas entre las variables de una ecuación: movimiento uniforme, fuerzas y cantidad de movimiento, movimiento uniformemente acelerado, movimiento libre de los cuerpos pesados, movimientos variados, equilibrio entre fuerzas, movimiento compuesto, composición y resolución de fuerzas, momentos, fuerzas que obran en diferentes planos, centros de gravedad y sus propiedades, principio general del equilibrio de los cuerpos, principio general del movimiento y consecuencias de los dos principios anteriores respecto al centro de gravedad. Bézout, y por ende Bails, ponía cuidado en definir conceptos como densidad, peso, gravedad o pesantez, fuerza motriz, fuerza aceleratriz, etc. La fuerza, que siguiendo a D’Alembert, había que medir por los efectos, se identificaba con la cantidad de movimiento, pues el efecto de la fuerza motriz era comunicar una velocidad al cuerpo, y este era el efecto que se observaba⁴⁶. En el tratamiento de la caída libre de los cuerpos pesados se daban las expresiones de la velocidad y el espacio recorrido en cada instante en función de p , es decir, de la aceleración. Cuando la fuerza aceleratriz no era constante, el movimiento se estudiaba mediante ecuaciones diferenciales. La unidad de longitud en estos casos era el pie francés.

3.2.1.2 Composición y descomposición de fuerzas. Momentos.

Tras estas primeras consideraciones, el texto de Bails abordaba el epígrafe correspondiente al equilibrio entre fuerzas directamente opuestas, donde enunciaba como principio fundamental que “Dos cuerpos que obran uno en otro, hacia direcciones directamente opuestas, forman equilibrio cuando las cantidades de sus movimientos son iguales [...] Y recíprocamente, si dos cuerpos forman equilibrio, hemos de inferir que sus movimientos son directamente opuestos, y que tienen cantidades iguales de

⁴⁴ *Elementos* IV, 33. En *Mechanica sive motus scientia analitice exposita* (1733), Leonhard Euler convierte la segunda de ley de Newton en una ecuación diferencial $m \cdot dv = K \cdot p \cdot dt$, en Capecchi, *The Problem of the Motion of Solid Bodies*, 330.

⁴⁵ Bézout, *Cours...*, Quatrième partie I, 227-357.

⁴⁶ El efecto medible podía ser igualmente el espacio recorrido y en la elección de uno u otro residía, como veremos, la expresión de la fuerza como viva o muerta.

movimiento”⁴⁷. Este principio, extendido luego por D’Alembert, traducía a la mecánica las leyes de la Estática. Como ya había anunciado en el *Prólogo*, uno de los atractivos de la obra de Bézout era precisamente que exponía algunos puntos de la dinámica de acuerdo con el *Traité de Dynamique* de D’Alembert, que tuvo gran influencia en los autores franceses. En efecto, al estudiar la composición de fuerzas que obraban en diferentes planos –el caso general– se aplicaba, al igual que hacía D’Alembert, el principio de la palanca –pues la noción de momento de una fuerza respecto de un punto tuvo su origen en el estudio de esa máquina– y la descomposición de fuerzas en componentes perpendiculares entre sí⁴⁸. Las demostraciones se hacían paso a paso. Primero para fuerzas paralelas y coplanarias, obteniéndose la expresión de la resultante, su dirección y su punto de aplicación; se utilizaba la propiedad de que la suma algebraica de momentos respecto a ese punto tenía que ser nula. A continuación, se hacía la misma operación para fuerzas cualesquiera actuando en el mismo plano; para ello se descomponía cada fuerza en dos direcciones perpendiculares entre sí, y se aplicaba a las componentes paralelas el resultado anterior. Finalmente se acometía el caso general, obteniendo primero la resultante de dos de las fuerzas, que luego se componía con una tercera fuerza, etc., dando lugar a la siguiente conclusión: “se echa de ver que siempre se podrán reducir cuantas fuerzas se quisiesen, dirigidas en diferentes planos, a tres fuerzas perpendiculares a tres planos que sean perpendiculares unos a otros”⁴⁹. Podría pensarse que estamos ante una única fuerza –la resultante– definida como un vector, pero el cálculo vectorial no se inició hasta mediados del siglo XIX y en el texto de Bails, como se hacía en la época, las tres fuerzas obtenidas no se resolvían en una magnitud vectorial.

3.2.1.3 Centros de gravedad. Principio de D’Alembert.

El apartado anterior se aplicaba a continuación al cálculo del centro de gravedad de un cuerpo, “cuyo conocimiento es de suma importancia para determinar los movimientos que se les pueden comunicar a dichas máquinas o cuerpos”⁵⁰. Tras definir el centro de gravedad de un cuerpo, o de un sistema de cuerpos, como el punto por donde pasaba la resultante de las fuerzas paralelas actuantes sobre cada punto del cuerpo o del sistema⁵¹,

⁴⁷ *Elementos* IV, 36.

⁴⁸ D’Alembert, *Traité...* (1758), 50-71.

⁴⁹ *Elementos* IV, 69.

⁵⁰ *Elementos* IV, 9.

⁵¹ Bails se refiere a la “resultante” de un conjunto de fuerzas como la “derivada”: “La fuerza única ME que resulta de la acción de las dos fuerzas MB, MD se llama la Resultante o Derivada de dichas dos fuerzas”, aunque el autor prefiere siempre llamarla “Derivada”, *Ibid.*, IV, 39.

se procedía al cálculo de los centros de gravedad de diferentes figuras, ayudándose de las proposiciones anteriores y de las propiedades geométricas de dichos cuerpos⁵²: polígonos planos, algunos sólidos –pirámide, esfera–, arcos de circunferencia, sectores de un círculo, Esta sección provenía en su mayor parte del *Traité élémentaire de mécanique statique* de Bossut y proporcionaba un tratamiento más amplio y completo que el ofrecido por Bézout, del que Bails tomaba algunos casos particulares⁵³.

Tras el cálculo de los centros de gravedad, el texto continuaba estableciendo las propiedades de dicho centro, deduciéndolas de las proposiciones que se habían demostrado anteriormente: las fuerzas aplicadas a dicho centro daban lugar a un movimiento de traslación de todas las partes del cuerpo, con velocidad igual a la resultante dividida por la masa total del cuerpo y, recíprocamente, si todas las partes de un cuerpo o sistemas de cuerpos se movieran con la misma velocidad, la resultante de las fuerzas actuantes pasaría por el centro de gravedad. De aquí que, si el conjunto de fuerzas actuantes sobre un cuerpo pudiera reducirse a una sola que pasase por el centro de gravedad, el cuerpo no giraría alrededor de este. Más aun, si no se diesen las condiciones anteriores, el centro de gravedad seguiría moviéndose como si la todas las fuerzas actuaran sobre él, pero las partes del sistema no tendrían un movimiento común⁵⁴. Las conclusiones anteriores eran válidas para cuerpos o sistemas de cuerpos que obedecían libremente a las fuerzas actuantes, es decir, no estaban sometidos a constricciones derivadas de la disposición de sus partes. Para estudiar los movimientos en el caso de ligaduras internas se seguía la doctrina desarrollada por D'Alembert en el *Traité de Dynamique*. El tratamiento se proponía en dos breves epígrafes titulados “principio general de equilibrio de los cuerpos” y “principio general del movimiento”, de los cuales se obtenían unas consecuencias relativas al movimiento del centro de gravedad.

⁵² En *Elementos* IV, 69-108, se demostraba que la suma de los momentos de fuerzas paralelas respecto a cualquier eje que pasara por el centro de gravedad era cero, y lo mismo ocurría respecto a cualquier plano que contuviese a ese punto –obrando, como siempre, desde el caso más sencillo de fuerzas coplanarias, al caso general de fuerzas paralelas en distintos planos En este último caso, se aplicaban los resultados obtenidos previamente en la sección correspondiente a los momentos, resumiendo el procedimiento y utilizando la misma figura.

⁵³ Bossut, *Traité élémentaire...*, 60-86. Teniendo en cuenta la forma en que Bails compone su texto es probable que esta sección, así como la correspondiente al cálculo de áreas y volúmenes mediante el centro de gravedad y los teoremas de Guldin, procedan de alguna obra distinta de las de Bossut y Bézout, pues este segundo epígrafe no figura en ninguno de ellos. Por otra parte, Bails profundiza más que los autores franceses en el cálculo de los centros de gravedad, exponiendo un mayor número de ejemplos. La notación de Bails para el signo de la integral es de la forma “*S*.”, se utilizaba todavía en numerosas obras, pero no aparece en las de Bézout y Bossut.

⁵⁴ *Elementos* IV, 100.

La condición necesaria, pero no suficiente, de equilibrio, venía determinada por la suma nula de todas las fuerzas actuantes, incluidas las de resistencia⁵⁵. En realidad, Bézout y Bails la enunciaban diciendo que, descompuestas las fuerzas según tres líneas perpendiculares entre sí y situadas en distintos planos, era nula cada una de las sumas de las componentes paralelas a cada una de dichas líneas. El principio general del movimiento era el conocido como “principio de D’Alembert”⁵⁶. La versión de Bails era la siguiente: “De cualquier modo que lleguen a alterar sus movimientos actuales muchos cuerpos, si concebimos que el movimiento que tendría en el instante inmediato cada cuerpo si llegara a estar libre se resuelva en otros dos, el primero de los cuales sea el que tendrá realmente después de la variación, el segundo debe ser tal que, si no tuviera cada uno de los cuerpos más movimiento que este, estarían en equilibrio todos los cuerpos”⁵⁷. De aquí se sacaban una serie de consecuencias respecto del movimiento del centro de gravedad de un sistema⁵⁸. Bézout dejaba para el siguiente tomo las aplicaciones de los

⁵⁵ “Porque las resistencias de estos obstáculos [apoyos, puntos fijos, superficies, etc.] son equivalentes a fuerzas agentes”, *Ibid.* 110.

⁵⁶ D’Alembert, *Traité...*, 74: “Décomposés les mouvemens *a, b, c*, etc. imprimés à chaque corps, chacun en deux autres, *a, α; b, β; c, γ*, etc. qui soient tels que si l’on n’eût imprimé aux corps que les mouvemens *a, b, c*, etc., ils eussent pû conserver ces mouvemens sans se nuire réciproquement; & que si on ne leur eût imprimé que le mouvemens *α, β, γ*, etc. le système fut demeuré en repos, il est clair que *a, b, c* seront les mouvemens que ces corps prendront en vertu de leur action”. Es decir, a un sistema formado por varios cuerpos *A, B, C* se le imprime un movimiento *a, b, c...* –se supone que mediante un impacto– que no pueden seguir porque se ejercen entre ellos unas acciones mutuas, de modo que el movimiento que realmente adquieren será *a, b, c...*, que, compuesto con los movimientos *α, β, γ...*, dan lugar a los movimientos *a, b, c...*; de aquí que en lugar de los impulsos *a, b, c...* se puede suponer que se les ha dado los dobles impulsos *a, α; b, β; c, γ*; pero como el sistema ha adquirido los movimientos *a, b, c...*, si el cuerpo no hubiera recibido sino *α, β, γ...*, estos movimientos se destruirían mutuamente y el cuerpo estaría en reposo, dicho de otro modo, el conjunto de fuerzas acelerativas que actúan sobre un sistema y las fuerzas de inercia se equilibran, formando un equilibrio dinámico. Sobre el principio de D’Alembert y la fundamentación de la mecánica en D’Alembert y Euler, véase Ángel E. Romero, «La búsqueda de los principios fundamentales de la Mecánica: Euler y D’Alembert», *Práxis. Filosófica*. 24 (Jan. / June, 2007), http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-46882007000100002#1 [Consulta: 16/09/2022]. Para D’Alembert los cuerpos actuaban unos sobre otros de tres formas: por impacto, por medio de algún otro cuerpo interpuesto entre ellos, al que estaban atados, o por una atracción recíproca. En su *Traité*, 72-73, trataba del caso de choque y de aquellos ligados mediante varillas inflexibles, es decir, cuerpos rígidos; entiende por movimiento la velocidad del cuerpo, tanto en magnitud como en dirección. D’Alembert presentaba el problema de esta guisa: “Soit donné un système de corps disposés les uns par rapport aux autres d’une manière quelconque; & supposons qu’on imprime à chacun de ces Corps un Mouvement particulier, qu’il ne puisse suivre à cause de l’action des autres Corps; trouver le Mouvement que chaque Corps doit prendre”.

⁵⁷ *Elementos* IV, 110.

⁵⁸ La primera propiedad dice que las acciones mutuas de las partes de un sistema no modifican el estado del centro de gravedad; la segunda que, si un cuerpo o sistema de cuerpos gira en torno a su centro de gravedad, este centro permanecerá en el mismo estado que si no hubiera giro; tercera, si a un cuerpo o sistema de cuerpos se le comunica un impulso en una dirección cualquiera, el centro de gravedad se moverá paralelamente a esa dirección como si la fuerza se le hubiera aplicado directamente. Por tanto, “[...] si a un cuerpo se le dan uno o muchos impulsos hacia direcciones que no pasan por su centro de gravedad: 1º, este centro de gravedad se moverá del mismo modo que si todas las fuerzas obraran inmediatamente en él, obrando cada una de ellas hacia una dirección paralela a la que sigue. 2º, las partes de dicho cuerpo girarán

resultados obtenidos y comenzaba el tema del equilibrio de los fluidos y de los cuerpos en ellos sumergidos; Bails lo posponía al volumen quinto y continuaba con la dinámica del sólido.

3.2.1.4 Comunicación del movimiento.

El texto de Bails proseguía, tal como veremos en este apartado y en los siguientes, con el movimiento por planos inclinados, la comunicación del movimiento, el movimiento por superficies curvas, péndulos y movimiento de oscilación, movimientos curvilíneos, rotación, movimiento en medios resistentes, las fuerzas vivas y su conservación y el rozamiento en general. Bails se apartaba del orden establecido en el índice del tomo segundo del curso de Bézout que había seguido hasta ahora.

El apartado consagrado a la comunicación del movimiento comenzaba con unas consideraciones generales sobre el principio general de la conservación del momento lineal, traducción del capítulo primero del *Traité élémentaire de mécanique et de dynamique* del abate Bossut⁵⁹, que es el tratado que sigue Bails en la teoría de los choques entre cuerpos. Bails estudiaba primero los choques directos entre dos cuerpos perfectamente duros y, a continuación, enunciaba una regla para los choques entre dos cuerpos perfectamente elásticos que permitía calcular las velocidades después del choque, a partir de los resultados obtenidos para los cuerpos duros⁶⁰. No se tenía en cuenta la conservación de las fuerzas vivas, sino la propiedad de resorte de los cuerpos elásticos y, para facilitar el estudio, se presentaban unos esquemas geométricos que permitían visualizar el movimiento de los cuerpos antes y después del choque en dirección y sentido. Bossut terminaba la teoría del choque directo demostrando la ley de conservación de las fuerzas vivas mediante el cálculo directo de la expresión antes y después del choque, pero ofrecía igualmente el método de la construcción geométrica, que se ha comentado antes, para aquellos lectores más familiarizados con ella. Si bien Bails no incluía estos párrafos en sus *Elementos*, sí reproducía el epígrafe dedicado al choque indirecto entre varios cuerpos.

alrededor del expresado centro de gravedad, del mismo modo que girarían en virtud de las fuerzas que obran actualmente en el cuerpo, si su centro de gravedad estuviese sujeto”, Bails, IV, 113. Es decir, el movimiento se podía descomponer en un movimiento de traslación del centro de masas y uno de rotación en torno a él, como había establecido Euler, para un eje instantáneo de rotación.

⁵⁹ Bossut, *Traité élémentaire de mécanique et de dynamique* 56-61.

⁶⁰ “En el choque de los cuerpos elásticos que caminan hacia una misma dirección, o que van al encuentro uno de otro, la velocidad que pierde el cuerpo chocante es dupla de la que hubiera perdido si no hubiera habido elasticidad, y la velocidad que gana el cuerpo chocado, hacia la dirección del cuerpo chocante, es dupla de la que hubiera ganado si no hubiera habido elasticidad”, *Elementos* IV, 144.

Bails volvió al curso de Bézout para el estudio de la percusión, aplicando los resultados obtenidos en las colisiones entre cuerpos duros. Estos resultados eran igualmente válidos en los casos en que los cuerpos estuvieran unidos por medio de una varilla o tiraran uno de otro por medio de un hilo⁶¹. Partiendo de estas situaciones se llegaba a la conclusión de que las fuerzas de percusión no podían medirse mediante pesos –es evidente que aunque se aplique un peso a la cabeza de un clavo, este no penetrará en la madera, y sí lo hará con un martillazo, tanto más profundamente cuanto mayor sea la velocidad con que es golpeado. Pues bien, se llamaba fuerza de percusión “a la fuerza que puede hacer que los cuerpos se muevan”⁶², una definición excesivamente laxa porque no indicaba qué tipo de movimiento producía⁶³. Se aclaraba un poco más tarde que la fuerza de percusión no podía considerarse una presión. Bézout aprovechaba la diferencia entre percusión y presión para tratar la cuestión de las fuerzas muertas y vivas, siguiendo lo dicho por D’Alembert en su *Traité de Dynamique*.

3.2.1.5 Péndulos. Movimiento de oscilación. Movimiento circular. Movimiento de proyectiles.

El apartado correspondiente al movimiento por superficies curvas establecía una serie de resultados que se aplicaban a continuación a los péndulos⁶⁴, probándose la propiedad fundamental que demuestra cómo, para arcos de círculo pequeños, y en ausencia de

⁶¹ Así, dada la equivalencia entre el sistema formado por dos cuerpos suspendidos de los extremos de una polea con el de dos cuerpos ligados por un hilo y que tiran el uno del otro con velocidades opuestas, se podía calcular las velocidades que adquirirían cada uno de los cuerpos, Bails, *Elementos...*, IV, 149-150.

⁶² *Elementos* IV, 153.

⁶³ Bossut, en su *Traité élémentaire de mécanique et de dynamique*, 28-29, especificaba claramente las diferencias entre fuerzas de percusión y aceleratrices: “Pour éviter toute équivoque dans l’usage du mot *Force*, on pourroit appeler *Forces de percussion* ou d’*impulsion* les forces des corps qui se meuvent uniformément avec des vitesses finies, & conserver toujours le nom de *Forces accélératrices* ou *retardatrices* pour les forces de *Pressions* dont la nature est d’agir par des degrés insensibles comme nous venons de l’expliquer”. Las fuerzas de percusión eran las fuerzas vivas, y las aceleratrices o retardatrices, muertas; a las fuerzas muertas las llamaba igualmente “presión”, porque en cada instante solo podían producir o destruir una cantidad infinitamente pequeña de velocidad.

⁶⁴ Primero se demostraba que un cuerpo sin peso que se moviera a lo largo de una curva cualquiera tendría en todas las partes de la misma idéntica velocidad (se entiende que la velocidad se toma como escalar); a continuación, se analizaba el caso de cuerpo pesado, obteniéndose que, si el cuerpo descendía a lo largo de una curva en un plano vertical, su velocidad en cada punto sería igual a la que tendría si hubiera caído libremente desde la misma altura. Por último, que, llegado al punto más bajo de su trayectoria, donde la tangente a la curva fuera horizontal, subiría por un arco AB a la misma altura que aquella desde la que partió. Las demostraciones tenían en cuenta la gravedad y la geometría y propiedades de los arcos, que venían representados por figuras geométricas regulares, como la circunferencia o la parábola. *Elementos* IV, 170-175. En las demostraciones se consideraba exclusivamente la velocidad del cuerpo y la aceleración de la gravedad, que no se presenta como tal, sino como el aumento de velocidad que experimentaría un móvil en caída libre por segundo.

rozamiento, las oscilaciones son isócronas⁶⁵. Se pasaba inmediatamente al estudio del péndulo simple y a la fórmula de su periodo, deduciéndose que la diferencia en el número de oscilaciones de un mismo péndulo situado en parajes distintos de la Tierra, indicaba una gravedad dependiente de la latitud. De hecho, se subrayaba, la pesantez crecía del Ecuador a los Polos. Por otra parte, el péndulo simple facilitaba el cálculo del espacio recorrido por un móvil en el primer segundo de su caída: 15,09809 pies.

Fuerza central, fuerza centrípeta y fuerza centrífuga eran las definiciones previas necesarias para aventurarse en el movimiento circular, del que deducía sus características y la expresión de la fuerza central que obligaba al móvil a seguir en una circunferencia; aprovechaba Bails para explicar, mediante la composición de movimientos, la figura aplanada que adquiriría una masa fluida en rotación en torno a un eje y sometida simultáneamente a una fuerza central, aplicando el caso a nuestro planeta. La fuerza central en este caso sería la atracción y de su combinación con la fuerza centrífuga originaba una menor pesadez en el ecuador que en los polos y su disminución con la latitud⁶⁶.

Antes de entrar en el tema del movimiento de rotación, se trataba el movimiento de proyectiles y otros movimientos curvilíneos. Bails abordaba primero el caso de resistencia nula del medio, probando que la curva descrita era una parábola y, a continuación, obtenía las características del movimiento: su amplitud, el ángulo de amplitud máxima, el punto más alto de la curva, etc.

Para poder estudiar el movimiento de un cuerpo sometido a una fuerza central inversamente proporcional al cuadrado de la distancia –la fuerza newtoniana de atracción– se deducían las ecuaciones del movimiento general de un cuerpo sometido a tres fuerzas situadas en el mismo plano, una de ellas central. Este movimiento se descomponía en otros dos perpendiculares entre sí, según las direcciones x e y , y se expresaba por sendas ecuaciones diferenciales que ligaban las fuerzas con las aceleraciones a lo largo de x e y . Si solo actuaba la fuerza central, y esta era función del radio, se podía construir la curva que describiría el móvil, y de ello concluir varias propiedades del movimiento⁶⁷. La aplicación de las ecuaciones halladas a una fuerza

⁶⁵ Propiedad que se cumple también para curvas en las que el radio de la evoluta en el punto más bajo no es nulo. *Ibid.* 177. Esta propiedad viene demostrada en el *Cours* de Bézout, II, 117-120, pero tan solo enunciada en el volumen de Bails.

⁶⁶ *Elementos* IV, 192-195; Bézout, *Cours...*, II, 143-146.

⁶⁷ El sector andado en un tiempo t es proporcional al tiempo; las velocidades en los diferentes puntos de la curva, son en razón inversa de las perpendiculares bajadas desde el centro C de las fuerzas a las tangentes

central inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, daba, como resultado, trayectorias de secciones cónicas, según los valores de determinados parámetros. Sin tapujos de ningún tipo, aparecía en letras de imprenta que la atracción era un fenómeno universal de causa desconocida, del cual la gravedad terrestre no era más que un caso particular y que, dada la enorme masa del Sol en comparación con la de los planetas, estos describían en torno al astro rey, elipses cuyos ejes podían determinarse a partir de las ecuaciones, suponiendo que todas las fuerzas fueran coplanarias.

3.2.1.6 Movimiento de rotación.

El tratado abordaba después el movimiento de rotación y de los centros de percusión y oscilación. Hagamos un inciso antes de examinar el movimiento de rotación en torno a un eje. El problema, como sabemos fue resuelto por Leonhard Euler (1707-1783) a lo largo de un considerable número de años: en 1749 publicó *Scientia navalis*, donde estudió el comportamiento de un navío como el resultado de un movimiento de traslación y otro de rotación en torno a un eje que pasara por el centro de gravedad. En este tratado, Euler estableció por primera vez una versión, todavía tosca, de la ecuación del momento angular $M = I\alpha$; por la misma época relacionó el momento de las fuerzas que obligaban al cuerpo a rotar, con la velocidad angular y el momento de inercia respecto de un eje que pasara por el centro de gravedad y fuera perpendicular al plano del movimiento; en 1750 presentó en la Academia de Berlín un manuscrito –*Decouverte d'un nouveau principe de mécanique*, publicado en 1752– en el que aparece una primera versión de lo que se conoce como “ecuaciones de Euler”, referidas a un sólido en rotación alrededor de un eje instantáneo de rotación. En 1765 publicó *Theoria motus corporum solidorum seu regidorum*, con los resultados de los trabajos llevados a cabo durante este tiempo, en particular la deducción de las ecuaciones de la dinámica del sólido rígido respecto a los ejes principales de inercia, obtenidas ya en 1758, pero que habían quedado inéditas⁶⁸; y en 1775 dio a conocer las ecuaciones referidas a cualquier sistema de fijo de ejes (*Nova methodus motum corporum rigidorum determinandi*), si bien no estableció explícitamente la ecuación del movimiento que ligaba el momento de la fuerza con el momento angular. El movimiento de un cuerpo rígido había sido resuelto para ciertos casos particulares; en

en dichos puntos; la velocidad angular es recíprocamente proporcional al cuadrado de la distancia. Es decir, las expresiones matemáticas de las leyes de Kepler.

⁶⁸ Capecchi, *The Problem of the Motion of Solid Bodies...*, 333-338; J. E. Marquina, *et alii*, «Leonhard Euler and the Mechanics of Rigid Bodies», *Eur. J. Phys* 38 (2017). doi:10.1088/0143-0807/38/1/015001 [consulta: 3/08/2022]; Giulio Maltese, «On the Relativity of Motion in Leonhard Euler's Science», *Arch. Hist. Exact Sci.* 54 (2000), 319–348: 321-328. <https://rdu.be/cV7Rc>.

efecto, Huygens la había encontrado para el movimiento de oscilación de un sólido en torno a un eje fijo. Sin embargo, correspondió a Euler encontrar las ecuaciones generales de la dinámica de los cuerpos rígidos, en la que introdujo las seis componentes de lo que hoy llamamos tensor de inercia. Tal y como indica Clifford Truesdell, los tres problemas críticos y centrales en el desarrollo de la mecánica fueron la obtención de las ecuaciones del movimiento de cuerpos rígidos, las ecuaciones de un fluido perfecto y las ecuaciones de una barra elástica. Los tres fueron resueltos por Euler, que expresó la segunda ley de Newton en forma de diferencial vectorial y el principio del momento del momento, así como su aplicación al cuerpo rígido⁶⁹.

Llega ahora el momento de analizar el tratamiento de la rotación en el texto de Bails, que no se aparta de la obra de Bézout. El estudio del movimiento de rotación tiene, tanto en uno como en otro, un carácter instrumental, pues en realidad estaba destinado a obtener los centros de oscilación y de percusión en determinados casos. Se consideraba únicamente el giro de un sólido rígido en torno a un eje perpendicular al movimiento y que pasara por un punto C. Tras obtener la expresión de la velocidad angular como cociente entre el momento de la resultante y el momento de inercia respecto del eje de rotación, y teniendo en cuenta la relación entre la velocidad lineal y la velocidad angular, se podía calcular la distancia entre el centro de gravedad y el punto C. El momento de la resultante era lo que llamamos hoy en día momento angular o cinético, es decir el momento del momento lineal— pero dado que la fuerza se tomaba igual a mv , el momento de la fuerza coincidía con nuestro momento angular⁷⁰. Bails denominaba momento de inercia al momento angular y “esponente del momento de inercia” al momento de inercia, donde traduce “exposant” de Bézout por “esponente”; sin embargo, el *Traité de Mécanique* del abate Marie utiliza el término momento de inercia en el sentido que nos es conocido, indicándonos que se había normalizado la terminología⁷¹. Como vemos, la ecuación del movimiento de rotación se limitaba al caso en que la rotación era estable, pero no se mencionaban los ejes principales de inercia que ya Euler había introducido en su *Scientia navalis*, y que en el *Traité* del abate Marie —obra conocida de Bails, pues se encontraba en el inventario de su biblioteca— se estudiaban. Seguidamente se demostraba

⁶⁹ Clifford Truesdell, *Essays in the History of Mechanics*.

⁷⁰ Olvidando la notación vectorial, $\omega = L/I$. Recordemos que el momento o torque de una fuerza es el producto vectorial del radio vector por la fuerza, mientras que el momento cinético es el momento de la cantidad de movimiento. Al tomar la fuerza como la cantidad de movimiento, como es el caso de Bails, estas dos magnitudes resultan indistinguibles.

⁷¹ Marie, *Traité...*, 398.

el llamado hoy en día teorema de Huygens-Steiner, del que se deducía que el momento de inercia era mínimo cuando el eje pasaba por el centro de masas, siendo entonces la velocidad de rotación máxima⁷². Se dejaba para más adelante el examen del movimiento que adquiriría un cuerpo libre que sufriera un impacto en un punto distinto de su centro de gravedad G, a resultas del cual este se movería paralelamente a la dirección del impulso y con la velocidad comunicada por el mismo, mientras que las partes del cuerpo girarían alrededor de G como si este estuviera fijo, es decir, como si giraran respecto a un eje instantáneo de rotación. Pero antes se aplicaban los resultados anteriores a la obtención de los centros de percusión y de oscilación de diferentes cuerpos, necesitándose para ello los momentos de inercia, que se calculaban para ciertos sólidos conocidos.

El tratamiento de la rotación en la obra de Bails está al servicio de sus aplicaciones: cálculo de los centros de percusión y oscilación, y modificaciones que en la velocidad de rotación originaría la adición o sustracción de pesos. No era de esperar que figuraran las recién obtenidas ecuaciones de Euler, que no tenían una utilización inmediata y que requerían el uso de ecuaciones en derivadas parciales, pero se echa en falta que no se mencionaran los ejes principales de inercia, respecto a los cuales el movimiento rotacional era estable y más fácil de analizar. Marie, en su *Traité* estudiaba la rotación del sólido rígido respecto a ejes principales de inercia; en general, al menos para el lector de hoy en día, el tratamiento del abate Marie es mucho más directo⁷³. Bails debía conocer los resultados de Euler sobre el movimiento de sólidos rígidos, pues en su biblioteca se encontraba la obra de Johannes Fredericus Hennert titulada *Elementa universae Mechanices, quae Staticam, Phoronomiam, Dynamicam, ac motus mechanicam complectuntur* (Utrecht, 1768), en la que se presenta la dinámica euleriana del cuerpo en rotación, pero indudablemente no era oportuno ni conveniente trasladar esos desarrollos a un texto de carácter elemental destinado a ser utilizado en algunos centros de enseñanza. Las ecuaciones eulerianas no eran resolubles más que en un número limitado de casos,

⁷² El teorema de Steiner dice que el momento de inercia de un sólido rígido respecto de un eje de rotación que pasa por un punto O, es igual al momento de inercia respecto de un eje paralelo al anterior que pase por el centro de masas más el producto de la masa del cuerpo por la distancia entre los ejes.

⁷³ Bézout..., quatrième partie II, 346-360, estudiaba el movimiento de un cuerpo sometido a fuerzas cualesquiera aplicando el principio de que el movimiento se podía descomponer en el de traslación del centro de gravedad y de rotación en torno al mismo. Ese movimiento de rotación se descomponía a su vez según tres ejes perpendiculares y se llegaba a las ecuaciones generales del movimiento tras un largo proceso, concluyendo con la existencia de tres ejes de rotación: “il y a néanmoins toujours dans quelque corps que ce soit, au moins trois axes relativement auxquels ces équations peuvent avoir lieu; c’est à dire, trois axes dont chacun a cette propriété, qu’un corps qui aura commencé à tourner autout de l’un, persévérera à tourner uniformément autout de ce même axe”, 357. Esta parte del *Cours* no fue recogida por Bails; se trataba de una extensión de lo dicho anteriormente, generalizando los resultados, y el propio autor francés lo marcaba mediante la tipografía de las letras.

estaban expresadas en derivadas parciales, y no tenían una aplicación inmediata. Los destinatarios de la obra de Bails y de Bézout no poseían las herramientas matemáticas adecuadas para interpretarlas convenientemente, algo que estaba solo al alcance de matemáticos experimentados.

3.2.1.7 Movimiento en medios resistentes.

La siguiente sección estaba consagrada al movimiento en medios resistentes. Bézout discutía este apartado en los epígrafes dedicados a los choques, pues la teórica se basaba en el impacto del cuerpo sobre las partículas del fluido y la pérdida correspondiente de cantidad de movimiento que originaba en el sólido. Bails la colocaba tras el estudio del movimiento de rotación, pues, como decía, “Ya llega el caso de tomar en cuenta esta resistencia [la del medio] para dar completa, cuanto cabe, la teórica del movimiento”⁷⁴. Se comenzaba suponiendo un medio resistente inelástico, obteniendo que la resistencia experimentada por el cuerpo era proporcional al cuadrado de su velocidad, a la densidad del fluido y a la superficie de la sección perpendicular al movimiento. La misma resistencia experimentaba un cuerpo en reposo sobre el que impactara un fluido con la misma velocidad que en el caso anterior. Bails señalaba que no había un acuerdo generalizado sobre el coeficiente de proporcionalidad entre la resistencia y el cuadrado de la velocidad. Como la teoría se basaba en el choque, si el medio era elástico se aplicaban las propiedades estudiadas previamente en la teórica de los choques, y se concluía que la fuerza de la resistencia sería en este caso doble que la del anterior, aunque advertía de que la regla del choque no era en rigor exacta. La resistencia se relacionaba con el peso de un prisma cuya base fuera la sección del fluido y cuya altura fuera el doble de la que necesitaría un cuerpo pesado para adquirir la velocidad del cuerpo. Bézout y Bails reconocían que el coeficiente de proporcionalidad entre la resistencia y la velocidad era motivo de controversia tanto teórica como experimental, si bien parecía que la dependencia con el cuadrado de la velocidad estaba bien establecida por los experimentos⁷⁵. A partir de los resultados anteriores, se proseguía con el movimiento rectilíneo de los cuerpos pesados en medios resistentes, es decir, que no experimentaban

⁷⁴ *Elementos* IV, 264.

⁷⁵ Bézout, *Cours...*, quatrième partie II, 36, anunciaba también que “Quant aux surfaces & aux densités, les expériences de M. le Chevalier de Borda, font voir que les résistances ne leur sont pas exactement proportionnelles”.

cambios en la dirección de la velocidad⁷⁶. Bails intercalaba en su exposición el cálculo de la integral de ciertas funciones exponenciales que aparecían en los desarrollos matemáticos. Terminaba esta sección con la trayectoria seguida por un proyectil en medios resistentes, un contenido no obligatorio en el texto del matemático francés⁷⁷.

3.2.1.8 Fuerzas vivas.

Llegamos ahora a la cuestión de las fuerzas vivas que, como es bien sabido, ocasionó un acalorado debate entre partidarios y opositores⁷⁸. La conservación de la fuerza y su capacidad para modificar el movimiento eran cuestiones admitidas por los participantes en la polémica. No se había prestado mucha atención en España a esta “querelle”, mencionada por Jorge Juan en su *Examen Marítimo*, que para entonces estaba según D’Alembert resuelta. Bails se apartaba del curso de Bézout, que apenas se ocupaba del tema en un par de páginas y, como anticipaba en el *Prólogo*, acudió en este caso al jesuita vienés Karl Scherffer (1716-1783)⁷⁹. Bézout despachaba el asunto siguiendo lo dicho por D’Alembert en el *Discours Préliminaire* del *Traité de Dynamique*, y recordando los argumentos de Johan Bernouilli en su *Discours sur les loix de la communication du mouvement* (1724)⁸⁰, dando con ello concluida la polémica. Recordemos que la fuerza era un concepto oscuro y mal definido⁸¹, que admitía diferentes interpretaciones⁸². La controversia, que se prolongó hasta mediados del setecientos, radicaba en la forma en que debía medirse la fuerza: los cartesianos la expresaban como el producto de la masa por la velocidad, mientras que, para los seguidores de Leibniz, era el producto de la masa por el cuadrado de la velocidad. La cuestión quedó oficialmente zanjada por D’Alembert en su

⁷⁶ Bails prescinde de los epígrafes dedicados a los movimientos de los navíos, un tema indispensable para “les gardes du pavillon de la marine” y pasa directamente a las páginas 77-87 de Bézout..., *Cours*, quatrième partie II. Vuelve después a hacer un salto hasta la página 167 del Bézout, donde el autor francés trata el movimiento de proyectiles en un medio resistente.

⁷⁷ Bézout, *Cours*..., quatrième partie II, 167-172.

⁷⁸ Sobre la polémica de las fuerzas vivas, ver Pierre Costabel, «La signification d’un débat sur trente ans (1728-1758). La question des forces vives». *Cahiers d’Histoire de la Philosophie des Sciences* 8 (1983).

⁷⁹ Carl Scheffer, *Institutiones Physicae conscriptae in usum suorum Auditorium* (Viena: 1752). Bails, *Elementos*, IV, x, recomendaba una edición más moderna “que lleva mucha ventaja a la primera”. Scherffer era profesor de matemáticas y filosofía en Viena e introdujo el sistema newtoniano en sus cursos en 1753. La edición que menciona Bails es la de 1763. Carlos Sommervogel (ed.), *Bibliothèque de la Compagnie de Jesus* (Bruxelles: 1896), vol. VII, 768-772. Los argumentos sobre la fuerza viva se encuentran en el volumen primero, 182-209, en la edición de 1752.

⁸⁰ Bézout, *Cours*..., quatrième partie II, 18-20.

⁸¹ Así describe D’Alembert, en el *Éloge de Jean Bernouilli*, esta noción: “Le mot de *force* ne nous représente qu’un être vague dont nous n’avons point d’idée nette, dont l’existence même n’est pas trop bien constatée, et qu’on ne peut connoître tout au plus que par les effets”.

⁸² Como dice, simplificando, Danilo Capecechi, *The Problem of the Motion of Solid Bodies*..., 316, “When scientists tried to make the concept precise and to give a measure of the force, they oscillated among the following meanings (using the modern categories): force (f), work ($f \cdot x$), energy (mv^2 , $m|v|$), impulse ($f \cdot t$), power ($f \cdot v$), where x , v and t are respectively displacement, velocity and time”.

Traité de Dynamique, en cuyo discurso preliminar planteaba el fondo del asunto y la solución que lo resolvía: “toute la question ne peut plus consister que dans une discussion Métaphysique très futile, ou dans une dispute de mots plus indigne encore d'occuper des Philosophes”⁸³. Otras voces habían adelantado anteriormente esta misma afirmación, –Gravesande y Boscovic, por ejemplo– pero el crédito recayó en el enciclopedista. Para los historiadores y filósofos de la ciencia el desarrollo de la disputa no ha dejado de ser tema de investigación, pues involucraba diferentes concepciones de la fuerza y la materia, de su medida y de la metafísica subyacente; la “received view” que otorgaba a D’Alembert la conclusión del debate, ha sido revisada desde distintos puntos de vista en una abundante literatura⁸⁴. Reconociendo que el concepto de fuerza era confuso, D’Alembert entendía que en general era la propiedad de los cuerpos en movimiento de vencer los obstáculos que se les presentaban o de resistirlos, si bien no consideraba que fuera algo que residiera en el propio cuerpo. Veamos su razonamiento. Al movimiento se podían oponer tres tipos de obstáculos: invencibles, que anulaban de golpe todo el movimiento; con la resistencia estrictamente necesaria para cancelar el movimiento, como era el caso del equilibrio; y aquellos que terminaban neutralizándolo con el transcurrir del tiempo. La medida de la fuerza podía investigarse en los dos últimos casos. En el equilibrio entre dos cuerpos, las velocidades con que tendían a moverse habían de ser iguales, luego la fuerza venía medida por la cantidad de movimiento; sin embargo, en el movimiento retardado el número de obstáculos vencidos era como el cuadrado de la velocidad y, por tanto, la medida de la fuerza se debería hacer mediante la fuerza viva. Si se consideraba la fuerza tan solo por sus efectos, tanto la cantidad de movimiento como la fuerza viva podían tomarse como medida de la fuerza en el movimiento retardado; en este caso, si en lugar de tener en cuenta el número de obstáculos vencidos –fuerza viva–

⁸³ D’Alembert, *Traité de Dynamique* (1758), xxii. A pesar de que no pensaba mencionar en su obra la disputa de las fuerzas vivas, no quería pasar por alto que en ella se habían involucrado individuos tan prestigiosos como Leibniz, Johan Bernouilli o Mac-Laurin y “à laquelle enfin les écrits d’une Dame illustre par son esprit et par son savoir ont contribué à intéresser le Public”

⁸⁴ Un resumen de la polémica puede leerse en Capecchi, *The Problem of the Motion of Solid Bodies...*, 315-327.

se estimaba la fuerza por la suma de las resistencias, el resultado era la fuerza muerta mv ⁸⁵. En el fondo del asunto subyacía una diferente interpretación del término “fuerza”⁸⁶.

Para Bails, sin embargo, la cuestión requería algo con más fuerza demostrativa que la reducción del problema a una cuestión de palabras⁸⁷. No tenía duda de que la fuerza había de medirse por el producto de la masa por la velocidad, pues cuanto mayor era esta última, mayor era el efecto –como era evidente en la percusión, aunque Bails no habla aquí de ella. No le encontraba interpretación física al cuadrado de la velocidad, que era tan solo un “ente de razón”, una cosa imaginaria, un argumento que había sido también utilizado por otros. A lo largo de casi treinta páginas aportaba los argumentos de Scherffer con las figuras correspondientes.

Si la polémica había dejado de ser una cuestión candente, las fuerzas vivas no por eso habían sido enterradas: su conservación se había convertido en un principio dinámico que regía ciertos casos de movimientos. Bails toma del *Traité de Dynamique* de D’Alembert el planteamiento inicial del principio: se verifica en aquellos cuerpos que actúan sobre otros ya sea por medio de hilos o varas inflexibles, bien sea en los choques elásticos⁸⁸. El filósofo francés lo demostraba para distintos casos, incluido el choque elástico, pero Bails se limitaba a este último, haciendo un cálculo sencillo consistente en multiplicar las masas de los cuerpos por los cuadrados de las velocidades respectivas tras la colisión, y comprobar que el resultado era igual a esos mismos productos que antes del impacto.

3.2.1.9 Rozamiento.

Termina el tratado de Dinámica con el tema del rozamiento, enlazando así lógicamente con el tratado de estática, donde jugaba un papel importante en las máquinas. Bails compone su escrito mediante los textos de Bossut y de Bézout⁸⁹ que, como no podía ser

⁸⁵ Para aclarar la cuestión D’Alembert planteaba tres situaciones. En la primera, un cuerpo tenía tendencia a moverse, pero se lo impedía algún obstáculo; en la segunda, se movía con velocidad uniforme y, en la tercera, se consumía totalmente su velocidad al acabo de un tiempo. En el primer caso no se podía obtener una medida de la fuerza; en el segundo, el espacio recorrido se expresaba como vt , y era proporcional a la velocidad; en el tercero, el espacio recorrido era proporcional al cuadrado de la velocidad. Los tres efectos eran producto de una misma causa, lo que ponía en entredicho la proporcionalidad de los efectos y las causas. Si se proponía un mismo problema a los partidarios de una y otra fuerza, su solución, si estaba bien conseguida, daría idénticos resultados. *Ibid.*, xxii-xxiv.

⁸⁶ Gabriel Ciscar, en sus adiciones al *Examen maritime* (1793) de Jorge Juan, 144, explicaba de forma más sencilla que la fuerza viva era la medida cuando el efecto considerado era el espacio recorrido

⁸⁷ *Elementos* IV, 286: “Aunque cesó días esta especie de cisma matemática, no puedo menos de detenerme en probar ahora primero con sólidas, bien que encerradas razones, cuan fundada está la opinión que llevamos, para manifestar después cuan errados caminan nuestros contrarios, satisfaciendo plenamente a los más capciosos y ponderados de sus argumentos”.

⁸⁸ *Elementos* IV, 314; D’Alembert, *Traité...*, 252-253.

⁸⁹ Bossut, *Traité élémentaire de Méchanique Statique...*, 214-223. En, *Elementos* IV, 315-323. En Bézout, *Cours...*, II, 395-430, mientras que en el tomo correspondiente de Bails se trata en las páginas 323- 339.

de otra manera, enfocaban el problema del rozamiento de idéntica forma: la causa de la resistencia al movimiento era debida a las anfractuosidades de las superficies de los cuerpos. La teórica admitía que la fuerza de fricción era proporcional a la presión ejercida por un objeto sobre otro, pero el coeficiente de proporcionalidad dependía de los materiales en contacto y del estado de las superficies: se podía determinar mediante ciertas experiencias. Sin embargo, algunos físicos discrepaban sobre la proporcionalidad entre presión y rozamiento. Se descartaba que la fuerza de rozamiento dependiera de la extensión de las superficies en contacto. En fin, los experimentos no terminaban de ser concluyentes y la cuestión requería más investigaciones.

El volumen tenía dos últimas secciones en las que se examinaban algunos problemas de estática y dinámica. En concreto, las cuestiones dinámicas se reducían a la obtención de las curvas tautócrona, catenaria y braquistócrona, y a la demostración de algunas de sus propiedades. Como ya había adelantado en el *Prólogo*, el texto era de diferentes manos, pero en lo fundamental, provenía de las obras de Jakob y Johann Bernouilli.

3.2.1.10 La ciencia del movimiento en los *Elementos de Bails*.

En este breve análisis de la dinámica de Bails hay varios puntos a destacar en relación con los objetivos de la tesis. En primer lugar, la dinámica se presentaba como la ciencia del movimiento y se adscribía al ámbito disciplinar de las matemáticas aplicadas o ciencias físico-matemáticas. Newton había producido una conmoción anunciando su obra cumbre como “Principios matemáticos de la filosofía natural” y el camino andando desde entonces no había hecho sino afianzar el tratamiento matemático del movimiento local, único que era considerado por entonces por los filósofos modernos. En la filosofía natural escolástica el movimiento se entendía como aquello que producía un cambio, ya fuera de lugar, de aumento o disminución de la cantidad, de alteración de cualidades o de generación o corrupción; en su estudio las matemáticas no tenían papel alguno que jugar. La mecánica era una de las disciplinas matemáticas, pero tradicionalmente su estudio se reducía al examen de las máquinas, y estaba relacionada esencialmente con la noción de equilibrio. La dinámica o mecánica de Bails, poco tenía que ver con la maquinaria de la que hablaba Tosca, y nada con las especulaciones de la filosofía natural.

Cabe subrayar igualmente que la obra de Bails exponía los tres axiomas o leyes newtonianas y las concepciones del matemático inglés relativas al espacio y tiempo, además de presentar la dinámica del punto de masa. Pero Newton no había completado la mecánica, quedaban muchos problemas por resolver dimanados de la lógica propia de

la disciplina, que estaba en construcción, y de las nuevas exigencias de la tecnología. En cuanto al contenido propiamente dicho de los *Elementos*, conviene que hagamos algunas precisiones que nos sirvan de síntesis de los puntos a mi entender más relevantes: aunque se hable de fuerzas, estas no intervienen en los cálculos, se comportan como un concepto general pero sin sustancia física; el movimiento se estudia a través de las velocidades, representadas geométricamente mediante líneas; se expone y aplica el principio de D'Alembert, que convierte los problemas dinámicos en estáticos; se descompone la velocidad a lo largo de ejes perpendiculares entre sí para facilitar la obtención de leyes y fórmulas; se mencionaban las fuerzas vivas, su principio de conservación y la disputa sobre la medida de las fuerzas; y se aplica el principio euleriano del momento, en su forma más simplificada, al movimiento de rotación. Aunque algunas de las cuestiones estuvieran todavía bajo la lupa de la investigación y esperaran una formulación matemática adecuada acorde con los futuros diseños experimentales –casos, por ejemplo, del rozamiento o el movimiento en medios resistentes–, los contenidos de la obra de Bails estaban al día y su vigencia era comúnmente aceptada para los textos de enseñanza. La mecánica, en cuanto ciencia racional, no era una ciencia dogmática y, aunque existían discrepancias entre los geómetras –había diferentes aproximaciones a los mismos problemas–, y muchas cuestiones estaban sin resolver, el camino había sido trazado, primero por Newton y, más tarde, por todos los que habían ahondado y ensanchado la senda. Como buen militante en la orden de los copernicanos, tras demostrar mediante una fuerza inversamente proporcional al cuadrado de la distancia las leyes de Kepler y hacer profesión de fe en la atracción gravitatoria, daba por hecho que la única conclusión posible era el movimiento terrestre alrededor del Sol. En estos últimos años del siglo Newton era definitivamente una figura imprescindible del paisaje científico, y la mecánica de raigambre newtoniana un hecho en España.

Es indudable que el encargo de la Academia de San Fernando a Bails tenía como primer objetivo proporcionar a sus alumnos un buen texto de matemáticas, ya fueran puras o aplicadas; pero el interés de los consiliarios de la Academia no se circunscribía al recinto de la misma, sabían –lo sabía Jorge Juan, lo sabía el conde de Aranda que ya lo había intentado antes, lo sabía el Consejo de Castilla– que hacían falta obras escritas en castellano que se pudieran utilizar en distintos ámbitos educativos. Bails cumple su cometido y convierte sus *Elementos* en un conjunto de libros apropiados para la enseñanza en distintos niveles, de acuerdo con los conocimientos previos de los estudiantes, siempre que se procediera a una selección adecuada de los contenidos; pero también hace de sus

Elementos una obra enciclopédica a la que los estudiosos podían acudir para profundizar en algunos temas, o para consultar una bibliografía apropiada. Por otra parte, los lectores solapados que se conformaban con las treinta y seis páginas del *Prólogo*, tenían la oportunidad de acceder a una visión general del desarrollo que había experimentado la mecánica a lo largo del siglo, así como a la valoración que hacía Bails de los títulos de las obras que había recogido, en función de los diferentes públicos a los que estaban dirigidas –académicos, colegas, estudiantes, autodidactas, profesores y público general.

La mecánica de los manuales tenía una función propedéutica y de fundamentación de conocimientos esenciales para otras disciplinas, pero su principal objetivo era para Bails el de poder aplicarla a los problemas concretos que entraban dentro de su campo de operaciones. Es decir, utilizar los conocimientos teóricos en la resolución de cuestiones que facilitaban el trabajo y mejoraban las condiciones de vida de los seres humanos. La elección de los cursos del autor francés convenía a los propósitos del matemático español: estaban dirigidos a las enseñanzas técnicas de ciertos cuerpos militares, de ahí la insistencia en los cálculos de centros de gravedad, o de los momentos de inercia de diferentes cuerpos; se hacía un uso preferente de la geometría en las demostraciones y había contención en la aplicación del cálculo diferencial e integral; las numerosas láminas facilitaban la comprensión del texto, sobre todo cuando se trataban elementos tridimensionales; o la descripción de la teoría de las máquinas.

En resumen, este volumen incluía resultados y proposiciones actualizadas que habían sido enunciadas y demostradas hacía relativamente poco tiempo –recuérdese que las primeras indicaciones sobre los *Principia* de Newton tardaron décadas en aparecer en los escritos de los literatos españoles, por no hablar de la aceptación del sistema de Copérnico: el texto de Bails ponía a disposición de sus lectores un curso de dinámica tan moderno como el que se utilizaba en Francia, con un tratamiento esencialmente matemático, en el que jugaban un papel indispensable el cálculo diferencial e integral para los temas más avanzados. La mecánica que presentaba Bails era una ciencia altamente matematizada que indagaba satisfactoriamente en el comportamiento de los sólidos en movimiento y cuyos resultados tenían aplicaciones inmediatas de indudable interés para las necesidades tecnológicas de la época.

3.2.2 Algo más que Mecánica.

Una vez examinado el volumen correspondiente a la dinámica toca hacer un breve recorrido por aquellos que tratan de otras disciplinas que incluimos hoy en día en la física.

Empezaré por el volumen quinto, dedicado a la hidrodinámica, para continuar con la óptica, que se encuentra en el sexto, y terminar con la astronomía.

3.2.2.1 Hidrodinámica.

Bails llamaba hidrodinámica a la ciencia que estudiaba el equilibrio y el movimiento de los fluidos; en el primer caso, recibía el nombre de hidrostática y, en el segundo, de hidráulica. El *Prólogo*, como era habitual en el matemático, proporcionaba una bibliografía actualizada sobre la materia, e informaba de que el *Tratado* no era sino una traducción del *Traité élémentaire de Hydrodynamique* (París, 1771) de Charles Bossut, publicado en dos tomos en octavo. La elección de la obra del abate francés se justificaba por engarzar la teórica con los experimentos que el propio Bossut había realizado⁹⁰. Bails recogió en su *Prólogo* el espíritu que recorría el *Discours préliminaire* de Bossut, así como algunos de los resultados experimentales llevados a cabo por su autor. Las cuestiones relativas al movimiento de los fluidos, a diferencia de las pertenecientes a la hidrostática, no habían obtenido el consenso de los geómetras, cuyos planteamientos divergían entre sí. Bails no entraba en los fundamentos que habían orientado los trabajos de Newton, Daniel y Johann Bernouilli y D'Alembert, pero daba indicaciones de las críticas y reparos que mutuamente se habían dirigido; Bossut describía con mayor detalle los intentos llevados por todos ellos y por Euler para encontrar las leyes que regían el movimiento de los fluidos, pero advertía de que las ecuaciones en derivadas parciales finalmente encontradas, no daban una imagen real de lo que ocurría en la naturaleza⁹¹. Bails seguía a Bossut en cuanto a la necesidad de lograr una teoría que mejorase las anteriores y que resolviese adecuadamente el mejor aprovechamiento de las aguas. Para ello había que recurrir a métodos analíticos y a los ensayos experimentales. Era esta una cuestión sobre la que los hidráulicos italianos habían escrito importantes obras; Bails daba una relación de ellas, tomada seguramente de la *Nuova raccolta d'Autori che trattano del*

⁹⁰ El título completo de la obra de Bossut rezaba. *dans lequel la théorie et l'expérience s'éclaircissent ou se supplémentent mutuellement*.

⁹¹ Bossut, fiel seguidor de D'Alembert, participó activamente en la polémica entre este y Jean-Charles Borda (1733-1799), originada por las objeciones que el segundo realizó a los fundamentos teóricos del enciclopedista. Las ecuaciones en derivadas parciales no podían resolverse más que en unos pocos casos particulares, por lo que tomó fuerza la orientación experimental. En el segundo volumen de su *Traité* de 1771, Bossut daba cuenta de las numerosas experiencias que había realizado, mientras que en el primero recogía los métodos teóricos d'alembertianos. Alexandre Guilbaud, «La «République des Hydrodynamiciens» du 1738 jusqu'à la fin du 18E siècle», *Dix-huitième siècle*, 40 (2008), 173-191, <https://doi.org/10.3917/dhs.040.0173>.

motto dell'acque (Parma, 1766), obra en seis tomos en 4^o⁹². Bossut, años más tarde, dio un extracto de esta obra en su segundo volumen del *Traité théorique et expérimentale d'hydrodynamique* (París, 1787), incluyendo el séptimo tomo, que había sido publicado en 1768. Bails concedió un lugar importante a los trabajos de los sabios italianos en su *Prólogo*.

El volumen 5 sigue, como se ha dicho el texto de Bossut, pero intercala elementos de otras obras. Así, reproduce los experimentos sobre la incompresibilidad del agua, que no aparecen en la obra del abate. El primero está tomado de la Academia de Cimento⁹³; del segundo, nos dice el propio Bails, que se debe a Francisco Domenico Michelotti (*sic*)⁹⁴. Añade además una sección que no figura en la obra de Bossut: se trata del *Método para medir las aguas corrientes sin instrumento alguno*, resumen de lo expuesto por Michelotti en su *Sperimenti idraulici*⁹⁵.

La hidrostática de Bossut presentaba un gran número de experimentos que justificaban las propiedades del equilibrio de fluidos. Para el abate, la hidrostática era una ciencia cuyos resultados se obtenían en gran medida de la práctica experimental, pero, una vez obtenidas las leyes mediante pruebas y ensayos, su aplicación permitía resolver matemáticamente una gran cantidad de problemas⁹⁶. La hidráulica comenzaba estudiando el problema de la descarga. Para Bossut, enfervorizado discípulo de D'Alembert, el método más riguroso para establecer una teoría del movimiento de los fluidos era el que había proporcionado su maestro, aplicando el principio de equilibrio que lleva su

⁹²Aunque no he visto que figurara en su biblioteca, es muy posible que Bails conociera esta obra, pues sus seis tomos se encuentran en la BNE. Otros títulos que menciona eran más recientes: *Dissertazione Idrodinamica* (Mantova, 1775) del P. Gregorio Fontana y, del mismo autor, *Delle altezze barometriche* (Pavía, 1775); J. A. Luc, *Recherches sur les modifications de l'Atmosphère* (Ginebra, 1772); Giuseppe Toaldo, *Della vera influenza degli astri, delle stagioni, e mutazioni di tempo* (Padova, 1770); Antonio Mario Lorgna, *Memorie intorno all'acque correnti* (Verona, 1777). La memoria de Toaldo que ganó el premio de la Sociedad Real de Montpellier sobre la aplicación de la meteorología a la agricultura, fue traducida al español por Vicente Alcalá-Galiano, a la sazón Secretario de la Sociedad Económica de Segovia, ciudad en la que se imprimió en 1786. ¿Manejaba realmente Bails las obras que cita? El listado que ofrece Inmaculada Arias, en *Ciencia e Ilustración...*, nos ofrece la solución: excepto el de Toaldo, todos los libros reseñados formaban parte de la biblioteca del matemático catalán.

⁹³El experimento está descrito en *Saggi di naturalis esperienze fatte nell'Accademia del Cimento* (Firenze, 1766), en la sección correspondiente a «Esperienze in torno alle compressione dell'acqua», CLXXXVII-CCII. El aparato que figura en la obra aparece reproducido en el tomo de Bails.

⁹⁴Francesco Domenico Michelotti, *Sperimenti idraulici principalmente diritte a confermare la teorica, ed a facilitare la pratica del misurare le acque correnti*, II (Torino, 1771), 10-11.

⁹⁵*Ibid.*, 169-199. Esta sección se encuentra en el tomo V de los *Elementos* V, 435-460.

⁹⁶Bails intercala en alguna ocasión teoremas ya enunciados y demostrados en el volumen 4. De este modo, la lectura del volumen que ahora consideramos podía realizarse con independencia de lo ya explicado en la Dinámica. Un ejemplo de ello lo encontramos en la página 88 de la hidrostática, donde se expone de nuevo el teorema de Huygens-Steiner ya estudiado anteriormente.

nombre⁹⁷. Sin embargo las fórmulas obtenidas por los grandes geómetras no resolvían las cuestiones prácticas, por lo que había que conformarse con obtener de las experiencias algunas leyes, que serían menos generales, pero que bastarían para los problemas más corrientes⁹⁸.

Tanto en el problema de la resistencia, como en el resto de su obra, Bails no se apartaba *Traité* de Bossut. Suprimía, eso sí, ciertos párrafos en los que el abate presenta una breve relación de los estudios teóricos y experimentales llevados a cabo por diversos autores. Bails se limitaba a remitir a la bibliografía correspondiente⁹⁹. Bossut optaba por la “*Théorie ordinaire de la percussion des fluides*”, es decir una teoría de impacto en la que el fluido estaba formado por un conjunto de partículas dotadas de una determinada velocidad que, al chocar con un obstáculo, perdían parte de su cantidad de movimiento¹⁰⁰: la resistencia total era la suma de las resistencias que experimentaban cada una de las partículas individuales. Bossut reconocía las carencias de la teoría, pero, dado que no se había encontrado ninguna totalmente satisfactoria y que la que exponía dejaba realizar

⁹⁷ “Il (D’Alembert) considère à chaque instant le mouvement actuel d’une tranche, comme composé du mouvement qu’elle avoit dans l’instant précédent, & d’un mouvement qu’elle a perdu: les loix de l’équilibre entre les mouvemens perdus, lui donnent les équations qui représentent le mouvement du fluide”, Bossut, *Traité...*, I, xiv.

⁹⁸ El propio D’Alembert reconocía que la teoría de los fluidos, a diferencia de la de los sólidos, tenía necesariamente como fundamento los principios que la experiencia proporcionaba, destacando como fundamentos de su teoría el principio de la igualdad de presión en todas las direcciones sobre cualquier partícula de un fluido sometido a la gravedad. De este principio deducía la propiedad de los fluidos de mantener su superficie plana. D’Alembert, *Traité de l’équilibre et du mouvement des fluides. Pour servir de suite au Traité de Dynamique* (Paris, 1744), vi-xii.

⁹⁹ Julián Simón Calero, *The Genesis of Fluid Mechanics (1640-1780)* (Dordrecht: Springer, 2008), 5 considera que la mecánica de fluidos se desarrolló a lo largo de dos líneas de actuación que llama, respectivamente, el problema de la resistencia y el problema de la descarga; el primero analiza los efectos de una corriente fluida sobre un cuerpo sumergido en él y, el segundo, la evacuación de fluidos a través de tubos o de depósitos. Hemos adoptado su terminología. Bossut trata independientemente ambos problemas, como lo hicieron la mayoría de los autores de la época; la teoría de la resistencia la denomina percusión, mientras que da el nombre general de hidráulica al problema de la descarga. La construcción y maniobra de navíos y la aplicación de la acción de los fluidos al movimiento de las máquinas centraban la búsqueda de soluciones teóricas y experimentales al problema de la resistencia; la distribución de las aguas caía dentro del problema de la descarga. La *Introducción* de Simón Calero ofrece una perspectiva resumida de la génesis y evolución de la hidrodinámica, 5-41; el resto de la obra desmenuza cronológicamente, con profundidad y rigor, las contribuciones de los distintos autores a la mecánica de fluidos durante el periodo considerado.

¹⁰⁰ La teoría del impacto fue establecida por Newton, pero no podía aplicarse a los líquidos, ya que asumía choques individuales de partículas que actuaban sin interacciones con las demás. Los experimentos casaban mal con la teoría, desarrollada posteriormente mediante el análisis diferencial por otros matemáticos –Fatio de Duillier, L’Hôpital, Jakob y Johann Bernoulli–, pero las observaciones ponían tercamente en cuestión su validez. Nuevos progresos se hicieron en las décadas siguientes, en las que se abandonó progresivamente la teoría del impacto que, a pesar de sus reconocidas debilidades, siguió siendo utilizada por distintos autores ante la falta de una alternativa. Los trabajos de D’Alembert y Euler le dieron el golpe de gracia. El estudio histórico del problema de la resistencia y del problema de la descarga en el siglo XVIII puede seguirse en la obra de Simón Calero citada, en la que se exponen los fundamentos y resultados matemáticos, así como la orientación experimental que se intensificó en la década de los sesenta, en la que tuvieron un papel destacado el propio Bossut, Charles Borda (1733-1799) y Frederick Chapman (1721-1808).

cálculos bastante acertados en las máquinas movidas mediante corrientes de aire o de agua, se conformaba con ella, pues era suficiente para el nivel de su texto. Tras una serie de aplicaciones de la teórica¹⁰¹, el abate se adentraba en las experiencias que había llevado a cabo él mismo para comprobar las relaciones entre la resistencia, la superficie impactada, el cuadrado de la velocidad y el cuadrado del seno del ángulo de incidencia. Según los datos recabados en los experimentos, el coeficiente de la fuerza de resistencia estaba entre 1 y 2, se cumplía la proporcionalidad en el choque perpendicular, pero no en el oblicuo, en el que el efecto del ángulo de incidencia no observaba la regla de su cuadrado¹⁰².

Para Bails –lo había repetido en varias ocasiones– las matemáticas adquirirían todo su sentido cuando se aplicaban a aquellos asuntos que mejoraban la vida de los seres humanos. Los conocimientos de hidráulica jugaban un papel primordial en la regulación de la corriente de los ríos, en la distribución de las aguas, en la construcción de canales, en los sistemas de conducción del agua, en el diseño y ejecución de las máquinas impelidas por los fluidos. Los instrumentos se habían convertido en aliados indispensable de las ciencias de la naturaleza. Bossut proporcionaba respuestas a estas inquietudes que el matemático español compartía con el abate. La siguiente sección del volumen V trataba de los modos de aprovechar la acción de un fluido para mover una máquina, en particular,

¹⁰¹ Bossut obtenía que la resistencia era directamente proporcional a la superficie, al cuadrado de la velocidad del fluido y al cuadrado del seno del ángulo de incidencia, que era el resultado habitual de los tratados de hidráulica, *Traité...*, II, 298-304. Hallaba la relación entre la resistencia perpendicular a un plano inmóvil y la resistencia oblicua a un plano que se trasladara paralelamente a sí mismo. Bastaba pues conocer la primera para poder saber los demás casos, para lo que echaba mano de la tabla que Pierre Bouguer había insertado en su *De la Manœuvre de Vaisseaux ou Traité de Méchanique et Dynamique* (París, 1757), 185, en la que daba ya calculado el impulso del agua sobre una superficie de un pie cuadrado que era golpeada perpendicularmente. Para otros fluidos era necesario saber su densidad en relación a la del agua. Tras la exposición de la teoría se analizaba su aplicación a diferentes casos. No tenía sentido en una obra de carácter elemental introducir los desarrollos de D'Alembert y Euler que conducían a ecuaciones del movimiento en derivadas parciales.

¹⁰² Bossut, *Traité...*, II, 321-328; *Elementos* V, 482-490. Bossut continuaba la sección dando cuenta resumida de las experiencias realizadas por otros autores como Mariotte, S'Gravesande, Chevalier de Borda. Los resultados de Borda indicaban que la teoría ordinaria debería ser abandonada, pero “si on proscriit la méthode proposée, que mettra –t –on à sa place? Quelle théorie exacte dans les principes offrira en même temps des calculs allez simples, pour que les résultats en puissent être appliqués à la pratique? Voilà la grande difficulté qu'on n'a pas encore pu lever & qui vu l'état d'imperfection où est l'analyse, est vraisemblablement insoluble, à cause du grand nombre d'éléments qu'il faudroit faire entrer dans le probleme, & qui le rendent comme intraitable. Il a beaucoup exercé & exerce encore les Géomètres. Donnons une idée générale des recherches qu'ils ont publiées sur ce sujet”, 333. Procedía entonces a exponer a grandes rasgos las aportaciones de Newton, Daniel y Johann Bernouilli, D'Alembert y Euler, para concluir que el resultado obtenido por el enciclopedista, conocido como la paradoja de D'Alembert, era inadmisibile, y que la pérdida de movimiento del fluido se ocasionaba por algún otro factor distinto de la presión: la teoría de la resistencia de fluidos era todavía muy deficiente y, para perfeccionarla, había que fundamentarla en muchos experimentos realizados con meticulosidad. Mientras tanto, la teoría ordinaria se podía aplicar en la práctica.

las ruedas hidráulicas y los molinos de viento¹⁰³. Unas pocas páginas sobre el movimiento de los fluidos elásticos, cuya teoría estaba todavía muy inmadura, servía de introducción a la sección final del tomo, en la que se describían la máquina neumática y las bombas, junto con otros instrumentos –barómetro, termómetro y bomba de vapor¹⁰⁴. La máquina neumática estaba descrita con detalle en los *Elementos*, pero no así en la obra de Bossut pues, como decía el abate, era bien conocida por todos.

3.2.2.2 Óptica.

El volumen correspondiente a la óptica se publicó en 1781 y, como es habitual en Bails, comenzaba con un *Prólogo* que anunciaba su contenido, los autores que había utilizado en su composición y la bibliografía relevante en el estudio de la óptica. El autor justificaba que la astronomía no fuera inmediatamente después de la dinámica, como en principio parecería lo apropiado, ya que los movimientos celestes se regían por las leyes de aquella; sin embargo, dado que la observación astronómica dependía de los instrumentos ópticos y de algunas propiedades de la luz, consideraba que la óptica debía preceder a la astronomía. Advertía, sin embargo, que no pensaba entrar en disquisiciones y argumentaciones sobre la naturaleza de la luz, en si esta consistía en partículas emanadas de un cuerpo luminoso o era una materia de gran sutileza impelida en todas las direcciones por el foco de luz; esto era asunto de la “porfía o temeridad” de los físicos¹⁰⁵. Bails, con esta frase, parece poner distancia entre los matemáticos y los físicos, que aquí imagino que identifica con los filósofos. Dado que podía considerarse que los rayos de luz eran líneas físicas, correspondía a la geometría pura ocuparse de la mayoría de cuestiones ópticas, dejando de lado las relacionadas con sus propiedades físicas. La obra que iba a servir de guía a su escrito era *A compleat system of Opticks* (Cambridge, 1738), y su autor, Robert Smith (1689-1768), pero no en la versión original, sino en la francesa. En 1767 se publicaron dos traducciones del tratado de Smith: *Traité d’Optique* (Brest, 1767) y *Cours complet d’optique* (Avignon, 1767), debida al P. Esprit Pezenas (1692-1776), ambas con

¹⁰³ Bails olvida a veces que no es el autor de los experimentos descritos por Bossut y traduce los párrafos correspondientes en primera persona: “La rueda de que me valí para esto, era de otra construcción que la precedente”, “En ambos casos me valí de la rueda que representa la figura”, *Elementos* VI, 517, 520, respectivamente.

¹⁰⁴ El orden de exposición de Bails no sigue siempre el de Bossut. En concreto, esta parte se encontraba en el tomo primero del *Traité*, en las páginas 75-140.

¹⁰⁵ *Elementos* VI, ii. He de hacer notar que, en la primera edición, que es la que manejo, se pasa de la página 121 a la 222. En realidad, es un error de imprenta. Las páginas correspondientes al intervalo 122-128 se han impreso como 222-228.

numerosas adiciones que daban cuenta de los desarrollos producidos desde la publicación de Smith. De estas dos obras confeccionó Bails la suya.

Dado el carácter esencialmente geométrico de este volumen, solo me centraré en algunas cuestiones físicas, como la distinta refrangibilidad de los colores que componen la luz blanca. Este apartado, traducción del *Traité d'optique*, de 1767¹⁰⁶, tiene el interés de que transcribe una selección de experiencias de Newton sobre los colores según figuraban en la obra original de Robert Smith¹⁰⁷. El traductor de la obra se tomó el trabajo de sustituir las remisiones a la edición inglesa de la *Óptica* de Newton, por las de la versión francesa debida a Pierre Coste (1668-1747)¹⁰⁸. Además de sus propias adiciones, que figuraban como notas al pie, colocó las de Smith, que estaban al final de la obra, en los lugares a los que hacían mención; Bails las incorpora al cuerpo principal de su texto. Una traducción de una traducción –y utilizando además la edición francesa de Coste. Bails sabía inglés, ¿cómo es que no fue directamente a la obra de Smith? Él mismo nos lo aclara en el *Prólogo*: desde 1738, año de publicación del tratado inglés se habían realizado muchos adelantos que, tanto Duval le-Roi como Pezenas, habían añadido en su traducción, cada uno siguiendo su propio criterio, ahorrando a Bails el tener que espigar entre los escritos más modernos¹⁰⁹. Dejemos en este punto la cuestión, así como la más sabrosa de la autoría de los traductores/*traditores*. Ya que no a través del propio Newton, al menos a partir de sus epígonos se presentaba al público español su teoría de los colores casi directamente del original.

3.2.2.3 Astronomía.

El tratado de astronomía se recoge en dos volúmenes –el séptimo y el octavo. En el primero se expone la astronomía matemática y, en el segundo, la astronomía física. Los dos tomos estaban ya impresos en 1775, pero no llegaron al público hasta unos años más tarde, una vez muerto Bails. En la *Advertencia* que figura en el primero de ellos, la

¹⁰⁶ *Ibid.*, 134-182; Smith, *Traité...*, 175-213.

¹⁰⁷ “To make this popular treatise more compleat, I have added Sir Isaac Newton's theory of colours, described in his own words as near possible and proved by his own experiments”, Robert Smith, *A compleat System...*, I, 70.

¹⁰⁸ Coste tradujo la segunda edición inglesa de *Opticks* y de ella se hicieron a su vez dos impresiones: la primera, en Amsterdam en 1720; la segunda, en París en 1722. Es a esta última a la que remite el *Traité d'optique*, traducido por Duval-Leroi, que es el que sigue Bails en este apartado. La responsabilidad de la edición de 1722 fue confiada a Pierre Varignon, que solicitó al propio Newton el diseño del grabado que encabezaría los volúmenes previstos. Jean-François Baillon, «Retraduire la Science. Le cas de l'Optique de Newton, de Pierre Coste (1720) à Jean-Paul Marat (1787)», en Pascal Duris (dir.) *Traduire la science: hier et aujourd'hui* (Pessac: Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine, 2008), 69-88: 69-72.

¹⁰⁹ “Porque entre los dos precioso de lo que estaba esparcido en varios escritos modernos, los cuales, a no habernos ahorrado su diligencia este trabajo, nos hubiera sido forzoso buscar y registrar”, *Elementos* VI, xv.

Academia fernandina explicaba que los achaques de Bails lo habían obligado a permanecer en la cama la mayor parte de su vida, y le habían impedido terminar la tarea: faltaba corregir las láminas, realizar el listado de erratas y escribir los prólogos¹¹⁰. Por ello, el *Prólogo* insertado en el tomo séptimo era el mismo que el de la última edición del tercer tomo de los *Principios de matemáticas*.

3.2.2.3.1 Astronomía observacional.

Comienza el *Prólogo* con la traducción de las primeras trece páginas del *Discours préliminaire* de la *Histoire de l'Astronomie ancienne depuis son origine jusqu'à l'établissement de l'Ecole d'Alexandrie* (Paris, 1775), de Jean Sylvain Bailly (1736-1793); Bails menciona a este autor en el *Prólogo*, pero no indica que esos párrafos fueran tomados de Bailly. En este discurso se consideraba que el conocimiento de lo que sucedía en los cielos se basaba primeramente en la observación y registro de las posiciones de los astros, a partir de las cuales se extraían consecuencias sobre sus movimientos y regularidades para, finalmente, descubrir sus leyes y explicar los fenómenos pasados y venideros¹¹¹. La segunda parte del *Prólogo* se dedicaba a las tareas de los astrónomos y recoge los primeros párrafos de los *Méthodes d'observer* de la *Histoire de l'astronomie moderne*¹¹².

En este tomo séptimo se estudiaban los movimientos de los astros desde un observador situado en el centro de la Tierra. Bails se basaba en la segunda edición de la *Astronomie* (1771) de Jérôme Lalande¹¹³, de la que traducía directamente la mayor parte de los

¹¹⁰ En la *Advertencia* se lee: “Y así aunque los dos expresados tomos están impresos desde el año de 1775, como consta por una nota que Bails puso en la segunda edición del tomo primero de esta obra, no han podido publicarse por esperar su Autor una ocasión oportuna, en que aliviado de sus males pudiese dedicarse con alguna tranquilidad a añadirles el prólogo, sacar sus erratas, ordenar las láminas, y hacer en sus figuras las muchas correcciones que necesitaban, que era lo único que les faltaba; y que sin embargo nunca pudo poner en ejecución. Pero la Academia que tanto se interesa en la instrucción nacional, no ha omitido diligencia ninguna después del fallecimiento del citado Bails, para que el público empiece a disfrutar unos libros que tantos años ha desea”.

¹¹¹ El *Discours* de Bailly continuaba con la utilidad que tenían los conocimientos astronómicos para la agricultura, el calendario, la cronología la geografía y la navegación. En relación a las supersticiones ligadas a la aparición de los cometas, Bailly recordaba que en *Les pensées diverses*, Pierre Bayle (1647-1706) había combatido “avec toutes les ressources de l'érudition et toutes les armes de la dialectique” los miedos que estos fenómenos ocasionaban, pero que eran los descubrimientos astronómicos los que con más eficacia habían luchado contra los prejuicios, xii. Bails, que había realizado una traducción literal de esas primeras páginas, no menciona para nada esas frases de Bailly en favor del filósofo francés. Es posible que no quisiera arriesgarse a sufrir una investigación del Santo Oficio, al que duramente había atacado Bayle en sus escritos. Sin embargo, el *Dictionnaire historique et critique* era bien conocido en España, aunque estaba en el *Índice* de libros prohibidos.

¹¹² Jean Sylvain Bailly, *Histoire de l'astronomie moderne* (Paris, 1779), II libro séptimo, *Des méthodes d'observer*, 279-283.

¹¹³ Jérôme Lalande, *Astronomie* (Paris, 1771), en tres volúmenes. La primera edición es de 1664, en dos volúmenes. Bails utiliza la segunda edición, ampliada y revisada por el astrónomo francés, porque, por

contenidos. También tomaba párrafos enteros de las *Leçons élémentaires d'Astronomie Géométrique et physique* de La Caille¹¹⁴. En general, Bails prescindía de aquellos contenidos relacionados con la historia de la astronomía, tan caros a Lalande, que salpicaba su narración con escogidas citas literarias en diversos idiomas. La exposición de Bails no seguía estrictamente el orden del tratado francés; así, por ejemplo, el tratado de Bails se iniciaba con unos *Preliminares* que explicaban las operaciones básicas en el sistema sexagesimal, y seguían con los elementos de la trigonometría plana y esférica y las propiedades de la elipse. Lalande, sin embargo, colocaba esta sección al final del tomo tercero y último de su obra, extendiéndose más que Bails en los triángulos esféricos, pero sin realizar un estudio de la elipse. Esta distinta disposición de la materia puede estar relacionada con la metodología que propone Lalande en su *Preface* para el aprendizaje de la Astronomía. Lalande dirigía su obra a un público general, al que quería dar cuenta de los frutos del trabajo de los astrónomos, reivindicando de este modo su labor y las ventajas prácticas que del estudio de la astronomía se derivaban. Su *Astronomie* era, según decía, una obra elemental, introductoria y abreviada, que pretendía no desalentar a sus lectores, en los que reconocía diferentes aptitudes y capacidades, por la dificultad de la materia. El método que le parecía más adecuado para ello, y que era el que había seguido en su obra, consistía en pasar de largo sobre las cuestiones de poca importancia y, sin embargo, detenerse en aquellas que eran realmente importantes. Recomendaba al lector familiarizarse con lo que le era cercano, comprender bien los distintos artículos y, si no disponía de tiempo, leer primero las secciones resaltadas al margen de las páginas, dejando para una segunda revisión las que requerían matemáticas avanzadas, que se distinguían por un menor tamaño de letra. Para facilitar la comprensión del texto, asociaba la historia de la astronomía a los principios de esa ciencia. Como Bails no llegó a preparar el prólogo de su tratado, desconocemos si habría hecho alguna recomendación sobre la forma de abordar la obra, pero es evidente que una introducción tan matemática como la

ejemplo, al tratar la refracción astronómica, *Elementos...*, VII, 123-130, sigue el tratamiento del volumen segundo de la edición de 1771, 678-682, que difiere del que se realiza en el segundo tomo de la primera edición. Dice Lalande al respecto: “C’est la règle trouvée par M Bradley peu de temps avant de sa mort, mais qui n’avoit été ni publiée ni démontrée avant la première édition de mon Ouvrage; elle s’est trouvée assez bien d’accord avec les observations [...] Cette démonstration de la règle de Bradley, que le P. Boscovich déduit des notions les plus simples du mouvement, est la plus élégante & la plus simple qu’on eût pu désirer”, II, 682.

¹¹⁴ Nicolas-Louis La Caille (1713-1762), *Leçons élémentaires d'Astronomie Géométrique et physique* (Paris, 1746). Por ejemplo, los primeros párrafos de la sección dedicada a las estrellas fijas provienen de las *Leçons*, 35 y ss.

de Bails podía disuadir a muchos de iniciarse en los tratados astronómicos¹¹⁵. Lalande, por otra parte, estructuraba los contenidos en libros, mientras que Bails planteaba un texto organizado en grandes secciones sin numeración que se desarrollaba en proposiciones separadas por títulos explicativos en cursiva. Las veinte láminas de Bails contienen figuras tomadas de Lalande, pero al alterar el curso de los contenidos, tenían otra disposición. Tanto la tipografía, como el espaciado, las láminas y el diseño de página están muy cuidados en los *Elementos*, que resultan por ello de lectura más relajada que el texto de Lalande. A diferencia del astrónomo francés, que solo lo hace en las definiciones, en los *Elementos* se utiliza la cursiva para distinguir las definiciones y resultados principales.

A pesar del calificativo de elemental que Lalande daba a su obra, muchos de sus apartados no entraban en esa designación, pues eran excesivamente técnicos y no podían interesar más que a los especialistas. Por otra parte, algunas de las secciones requerían conocimientos matemáticos que no estaban al alcance de un público general. A mi entender, Lalande no puede evitar tener presentes a sus colegas y, en consecuencia, ofrece un texto que no le presente como un simple aficionado o un mero divulgador. Cabe preguntarse por los motivos que llevaron a Bails a elegir la obra del astrónomo francés. Bails tenía a su disposición las *Leçons Élémentaires d'astronomie géométrique et physique* de La Caille, una obra que los jesuitas del Colegio Imperial habían adoptado en su día para impartir sus enseñanzas. El libro de la Caille seguía siendo utilizado en Francia, de hecho, en 1780 se publicó la cuarta edición, con notas del mismo Lalande. Hubiera sido seguramente también una elección acertada. Desconozco los motivos de Bails para inclinarse por la *Astronomie* de Lalande, y para dedicar dos tomos a esta materia. Ciertamente la astronomía era una disciplina que tenía una larga tradición en España, y era cultivada tanto por aficionados como por expertos –piénsese, por ejemplo, en los encargados de los trabajos en el Observatorio de Cádiz. La carencia de un compendio actualizado que pudiera ser utilizado, tras una selección apropiada de los contenidos, en diferentes contextos de circulación del conocimiento puede estar detrás de la selección de Bails, pero no era la única opción posible. No quiero entretenerme más en un asunto que me desvía del objetivo que persigo: analizar la obra de Bails como vehículo y expresión de la recepción de la física matemática en el país.

¹¹⁵ La Caille, en sus *Leçons élémentaires d'Astronomie Géométrique et physique* comienza con un Tratado preliminar sobre trigonometría esférica, y puede que ese modelo se ajustara a los objetivos de Bails.

3.2.2.3.2 El sistema de Copérnico.

En el libro primero del original francés, dedicado a los principios de la esfera, se introducía la atracción gravitatoria para explicar que los antípodas mantenían los pies sobre la Tierra y la cabeza en el aire. Bails traducía puntualmente este epígrafe y aprovechaba la presencia de la atracción para introducir el sistema del mundo de Copérnico, asunto que Lalande dejaba para el libro V. Al ser todavía problemática en España la defensa del sistema copernicano, la rotundidad con que Bails lo aborda, excluyendo cualquier mención a los restantes, –lo que no hace Lalande, que expone el de Ptolomeo, el de los egipcios y el de Tycho Brahe– resulta sorprendentemente audaz. Manifiesta de este modo que es el único que vale la pena considerar, y que es tenido por el verdadero sistema de la naturaleza por muchas naciones ilustradas de Europa. De todos modos, se cura en salud, con un punto de ironía, al añadir: “Pero yo, receloso de que se me dé en cara con que me está prohibido ser tan arrojado o tan crédulo, me contentaré con proponerle sencillamente, y si añado después los argumentos con que se han dejado preocupar a su favor algunos Filósofos, es con la mira no más de hacer patente cuan fundada va la autoridad de los hombres en atajar lo que llama demasías de la razón humana”¹¹⁶.

¿Cuáles son las razones de los copernicanos para preferir el movimiento terrestre a la inmovilidad de nuestro globo? En primer lugar, respecto del movimiento diurno, la analogía con los restantes planetas y con el Sol, que giran sobre sus ejes; no menos importante es la facilidad con que explica el movimiento de la esfera celeste, y de todos los astros que en ella se encuentran, así como el aumento de la fuerza centrífuga en el Ecuador que retrasa el movimiento pendular. En cuanto al movimiento anual, primero prueba, a partir de observaciones astronómicas, que la órbita de la Tierra alrededor del Sol abraza las de Mercurio y Venus, y es abrazada por la de los planetas exteriores. A continuación, justifica, como él mismo dice “geométricamente”, mediante las leyes de Kepler y la acción conjunta de una fuerza rectilínea y otra centrípeta, que la Tierra no ocupa el centro de los movimientos planetarios¹¹⁷. Esta explicación, basada en las órbitas

¹¹⁶ *Elementos* II, 90.

¹¹⁷ *Elementos* VII, 95-107. Así lo explica Bails: “Si, un cuerpo se mueve en la dirección de una recta AZ dada de posición, y es impelido al mismo tiempo de una fuerza centrípeta dirigida al punto inmóvil S, colocado fuera de la expresada recta, la línea que el cuerpo trazará será curva, cóncava hacia S, y estará en un plano inmóvil que pasa por la recta AZ, y el punto S. Las áreas comprendidas entre cualesquiera porciones de dicha curva, y las rectas tiradas al centro S, tendrán unas con otras la misma razón que los tiempos que gastare el cuerpo en andar dichas porciones”, 99. Más adelante demuestra que, si se dan las condiciones anteriores, el cuerpo “es animado de una fuerza centrípeta dirigida a dicho punto S”, página

de los planetas y en las leyes del astrónomo alemán, no figura en el libro de Lalande, que fundamenta su explicación directamente en la teoría de la gravitación universal. Como puede advertirse, Bails aduce en defensa del sistema de Copérnico las observaciones astronómicas y las leyes de Kepler, admitidas por todos los astrónomos, y nada dice de las razones físicas que implicaba la ley de gravitación universal. No contento con los argumentos esgrimidos, Bails pasa a refutar los invocados por los que custodiaban la inmovilidad de la Tierra, dedicando una sección particular a los basados en las Escrituras y a la condena de la Iglesia¹¹⁸. En 1775, año de la impresión del texto, el posicionamiento a favor de la teoría heliocéntrica podía ser todavía fuente de inconvenientes y problemas, pero nada impedía, mientras no se hiciera una declaración radical sobre su realidad, que se afirmara el mejor ajuste del sistema copernicano con los fenómenos observados, que el de los otros sistemas.

Bails, como se ha dicho, no suele traducir las descripciones que hace Lalande sobre la historia de la astronomía o de algunos de sus descubrimientos. Sin embargo, cuando habla del movimiento de los planetas alrededor del Sol, hace una excepción y reproduce las observaciones de Brahe y de Kepler que llevaron a este último a postular las órbitas elípticas¹¹⁹. Bails subrayaba que las trayectorias de los movimientos planetarios, sus características, se habían obtenido mediante observaciones astronómicas, y que la causa de aquellos residía en la atracción gravitatoria: “Esta conclusión que Keplero aplicó después a todos los planetas, se verifica en todos con igual puntualidad; es una consecuencia de la atracción general de los cuerpos, es hoy día regla general que *los seis planetas primarios trazan elipses cuyo focus está en el centro del Sol*”¹²⁰. A pesar de que en este tomo séptimo Bails evita mencionar la atracción planetaria como causa de los

101. Finalmente, establece que “Las fuerzas que desvían los planetas primarios de la dirección rectilínea, y los mantienen en sus órbitas, no se dirigen hacia la tierra sino hacia el sol”, 102.

¹¹⁸ Al respecto dice: “No hay ninguna decisión formal de la Iglesia contra el sistema Copernicano. Verdad es que la Congregación de los Cardenales Inquisidores dio un Decreto con fecha de 5 de Marzo de 1616 contra las Obras de Copérnico, Zúñiga y Foscarini, y otro contra Galileo, con fecha de 2 de Junio de 1633, sentenciándole a abjurar el error del sistema de Copérnico. Pero esta sentencia no le califica de herejía; solo declara que es sospechoso, y esto no prohíbe su justificación. Se tuvo por conveniente prohibirle para atajar los inconvenientes que en aquellos tiempos podían resultar de consentir sobrada libertad a los ingenios. Pero siempre ha sido lícito aun en Roma admitirle como hipótesis, y lo mismo podrán hacer todos los que tuvieren por más seguro este camino”, *Ibid.*, 116-123. Esta, parte correspondiente al sistema copernicano, está fuertemente inspirada en Lalande, *Astronomie*, I, 529-541, aunque mucho más reducida; de hecho, el entrecorillado anterior está tomado directamente de la obra francesa, sustituyendo el nombre latino de Diego de Zúñiga –Didacus Astunica– que en ella figura por el español del fraile agustino, defensor del sistema heliocéntrico en su obra *In Job commentaria* (1584).

¹¹⁹ *Elementos* VII, 392-402.

¹²⁰ *Elementos* VII, 403. La cursiva es del autor.

fenómenos observados, en algunos momentos, como acabamos de ver, anticipa lo que vendrá después en el volumen octavo¹²¹.

3.2.2.3.3 Astronomía física.

Dejemos la astronomía geométrica para adentrarnos en la astronomía física, de la que se ocupa el volumen octavo de los *Elementos*. El *Prólogo* no es tampoco en este caso de la mano de Bails, pero su autor era plenamente consciente de que el matemático pretendía estudiar la causa de los fenómenos descritos en el volumen anterior¹²². Para el responsable de esta *Introducción* el principio de atracción había dejado de ser controvertido por entonces. Los adelantos en el campo de las matemáticas habían permitido que determinados fenómenos que parecían contradecir la ley gravitatoria fueran finalmente explicados en el marco de esta: el problema de los tres cuerpos, las desigualdades en el movimiento de la Luna, las perturbaciones a las que daban origen las conjunciones de Júpiter y Saturno o la precesión de los equinoccios. Los Bernouilli, McLaurin, Clairaut, Euler, D'Alembert eran los nombres que asociaba a los avances de las ciencias matemáticas. El tomo octavo no solo exponía la astronomía física, abordaba igualmente elementos de cronología, elementos de geografía, elementos de gnomónica y elementos de música. Nos centraremos en las secciones correspondientes a la astronomía y haremos alguna incursión en la geografía.

3.2.2.3.2.1 Atracción universal.

Tras una parte introductoria en la que Bails presentaba algunas leyes del cálculo y de la dinámica que luego iba a utilizar posteriormente¹²³, se entraba de lleno en las secciones

¹²¹ Así, refiriéndose a la nutación dice: “Para que se entienda mejor lo que acerca de este punto llevamos ánimo de declarar, prevenimos, y lo probaremos a su tiempo, que todos los planetas se atraen unos a otros, siendo mayor el efecto de esta atracción, con tal que no varíen las demás circunstancias, cuando el planeta atraído está a menor distancia del planeta atrayente”, *Ibid.*, VII, 267. La nutación era, en efecto, debida principalmente a la influencia gravitatoria de la Luna sobre la Tierra. La historia del descubrimiento por Bradley de la nutación es relatada por Bails con cierto detalle, siguiendo por supuesto a Lalande: es uno de los pocos casos en los que el matemático español hace una descripción del desarrollo del proceso que llevó a establecer ese nuevo movimiento de la Tierra, que la despojaba una vez más, de su tenaz quietud.

¹²² “Hasta aquí nos hemos ceñido a la exposición de los fenómenos celestes, determinando los tiempos en que se nos han de manifestar, sus variaciones y demás circunstancias que los acompañan. Ahora nos empeñamos en un asunto, si no más vasto, mucho más dificultoso por lo menos, que abraza investigaciones de suma elevación; nos proponemos señalar las causas de todas las apariencias celestes”. *Elementos* VIII, *Prólogo*, 1.

¹²³ Los temas que trata respecto al cálculo son la potencia de un binomio, ecuaciones trigonométricas –en cuya resolución sigue a Clairaut en su *Disertación sobre la teórica de la Luna*– cálculo de primitivas de funciones, cuadratura de curvas, superficies y volúmenes de cuerpos de revolución, remitiendo, en su caso, a los tres primeros volúmenes, que por entonces estaban impresos, aunque no publicados. *Elementos* VIII, 5. Bails hacía uso de estas nociones preliminares inmediatamente, pues, si en el tomo séptimo Bails había tratado las anomalías verdadera, media y excéntrica sin recurrir al cálculo diferencial, ahora procedía a

dedicadas a la atracción gravitatoria. Esta parte del volumen se guiaba esencialmente, al igual que el anterior, en la *Astronomie* de Lalande, pero Bails agrupaba los distintos epígrafes en los que el astrónomo francés hacía uso de la atracción en una única sección, poniendo así de relieve los fundamentos físicos de los movimientos celestes. Para empezar, Bails defendía no solo la posibilidad de la atracción, sino también su necesidad, aportando una serie de pruebas que ratificaban la fuerza gravitatoria. Dado que los cuerpos celestes se movían en espacios vacíos –una petición de principio que el matemático no se dedicaba a examinar¹²⁴–, no podían recibir impulso alguno que les comunicara movimiento. Por eso algunos filósofos habían postulado una tendencia, atracción o gravitación mutua que supliera la causa impelente. Sin embargo, esta atracción había sido rechazada por muchos, debido a su similitud con las cualidades ocultas de los escolásticos. No había razón para ello, decía Bails, porque no había que atribuir la causa de la pesantez a la atracción, sino mirarla como un hecho, como un fenómeno producto quizás de un fluido sutilísimo¹²⁵, cayendo en una contradicción evidente con lo afirmado anteriormente sobre los espacios vacíos.

A continuación Bails disertaba sobre la posibilidad de que la atracción fuera una propiedad de la materia y sobre si era necesaria para explicar los fenómenos o era tan solo un artificio para justificar hechos que tenían otra explicación. Los argumentos que aducía estaban tomados de la “Discussion métaphysique de l’attraction” del *Discours sur les differentes figures des astres* (Paris, 1742), de Maupertuis, y de algunos párrafos de “De la résistance des Milieux & de l’existence du Vuide” de las *Institutions newtoniennes ou Introduction à la philosophie de M. Newton* (París, 1747) de Pierre Sigorgne (1719-1809), aunque, en este caso, Bails no desvelaba su fuente.¹²⁶ La conclusión final era que la

obtener las expresiones analíticas de la anomalía verdadera y media, en función una de otra. Véase *Elementos* VIII, 27-36 y Lalande, *Astronomie* III, 492-499. Como expresaba Lalande, “Les calculs de l’attraction & ceux où l’on fait usage des anomalies ou des rayons vecteurs, exigent que ces quantités soient exprimées analytiquement, ainsi que M. Clairaut l’a fait dans sa théorie de la lune: voici les formules qu’il a données pour cet effet, mais dont il n’a pas publié les calculs”, 492.

¹²⁴ “Si los cuerpos celestes se movieran en un espacio lleno de algún fluido, estaría aniquilado días ha su movimiento. Es, pues, preciso hagan sus revoluciones en un espacio vacío”, *Elementos* VIII, 37.

¹²⁵ *Elementos* VIII, 38.

¹²⁶ El punto principal del capítulo de Sigorne era demostrar que el pleno cartesiano era incompatible con los movimientos de los astros y que, sin el vacío, no subsistirían. Para ello se basaba en la sección VII del libro segundo de los *Principia* newtoniano que versaba sobre “el movimiento de fluidos y la resistencia de proyectiles”. Bails, que en ningún momento nombraba a Newton, ni las fuentes de su argumentación, cerraba así su discurso demostrando la necesidad del vacío y, por tanto, la imposibilidad de la impulsión como causa de los movimientos celestes. Por si no bastaba para ratificar la existencia de la atracción con lo dicho hasta entonces, Bails, siguiendo de nuevo a Sigorgne y a Maupertuis, aportaba dos pruebas de que su admisión explicaba tanto la gravedad de los cuerpos como los movimientos planetarios. Respecto a la primera cuestión, su argumento se basaba en que la velocidad igual de caída de los cuerpos en el vacío no

gravedad no era producto de empuje alguno, y que la atracción residía en todos los cuerpos materiales¹²⁷. La atracción gravitatoria no era desconocida por aquella época en España y se explicaba en algunos centros de enseñanza, pero Bails proponía algo más que considerarla como meramente instrumental: era una propiedad de la materia posible y necesaria. Teniendo en cuenta el poco predicamento que habían tenido en el país la física cartesiana y sus torbellinos, la disertación en favor de la atracción, sustentada en los argumentos aportados en contra de los vórtices vertiginosos, resultaba no solo extemporánea, sino también inadecuada en un texto como los *Elementos*.

Una vez justificada la atracción cabía exponer los factores de los que dependía la fuerza gravitatoria. Por un lado, de las masas de los cuerpos, pero también de la distancia entre ellos. Lalande suministraba de nuevo la demostración de que la fuerza gravitatoria dependía del inverso del cuadrado de la distancia, así como la justificación de los epígrafes siguientes: masa de los planetas deducidas de la fuerza atractiva, movimiento elíptico de los planetas, desigualdades que causan las atracciones mutuas, desigualdades producidas por las atracciones recíprocas sobre el movimiento de los cuerpos celestes, movimiento de los ápsides, movimiento de los nudos y precesión de los equinoccios¹²⁸.

3.2.2.4 Geografía.

El tratado de geografía se ocupaba de la figura y magnitud de la Tierra, del cálculo de la longitud en cualquier punto de la superficie terrestre y del flujo y reflujo del mar, que proporcionaba, como dice el autor, una prueba más de la gravitación general. Respecto a la cuestión del tamaño y forma de nuestro planeta, Bails ponía primero al lector en antecedentes, describiendo la medición de Picard entre París y Amiens realizada en 1669, cuyo resultado hubiera proporcionado el radio terrestre, caso de ser la Tierra perfectamente esférica. La experiencia del péndulo de Richer había dado a conocer que “la Tierra daba vueltas alrededor de su eje”¹²⁹—afirmación tajante que no necesitaba ya

podía ser explicada, ni por la presión de un fluido, ni por los torbellinos cartesianos. Si la caída de los cuerpos fuera producida por el empuje de un fluido, el efecto dependería de la superficie del objeto considerado y, así, una masa de oro, por ejemplo, pesaría más si estuviera dividida en partículas. En cuanto a los torbellinos, Sigorne exponían varias dificultades: si el torbellino se moviera paralelamente al ecuador, los cuerpos caerían hacia el eje terrestre y no al centro; si se considerara un torbellino esférico, con el que los neocartesianos intentaban demostrar que el cuerpo iría hacia el centro, la composición de fuerzas daría un resultado igual al anterior. Sigorne se extendía un poco más refutando la propuesta de Leibniz que prescindía de la fuerza centrífuga. La imposibilidad de cuadrar la hipótesis de los torbellinos cartesianos con las leyes de Kepler la tomaba Bails del «Système des Tourbillons pour expliquer le mouvement des Planetes, et la pesanteur des corps vers la Terre» contenido en el *Discours* de Maupertuis.

¹²⁷ *Elementos* VIII, 65-68

¹²⁸ Lalande, *Astronomie* III, 525-637.

¹²⁹ *Elementos* VIII, 270.

de añadir la apostilla de hipotética—, y de ahí Huygens había deducido el aplanamiento polar. Bails detallaba el método utilizado para medir los grados de la Tierra en distintas latitudes, y los resultados obtenidos por las expediciones de Maupertuis y Godin. Como no hacía sino traducir párrafos enteros de Lalande¹³⁰, no mencionaba la contribución de Juan y Ulloa a la medida del grado de meridiano en las cercanías del ecuador, pese a que, con toda seguridad, estaba bien familiarizado con las labores realizadas por los marinos españoles, dada su amistad con Juan. Se extendía después en el cálculo de las dimensiones de una elipse conocidos dos grados de la misma, procedimiento que facultaba para determinar el achatamiento polar. Ya se ha visto, en el capítulo dedicado a las *Observaciones* de Jorge Juan, las divergencias entre las medidas obtenidas en las dos expediciones y el valor teórico del aplanamiento. Lalande intentaba en su obra armonizar los resultados de forma que dieran un valor cercano al pronosticado por la teoría de la atracción, es decir, $1/230$. Sin embargo, las correcciones eran mayores que los límites de error admitidos en las observaciones, por lo que se podía deducir que, o bien la Tierra no tenía la forma de un elipsoide de revolución, o bien que era más heterogénea en densidad que lo previsto, algo que anunciaba también el hecho de que la disminución de la gravedad caminando hacia el sur fuera mayor de lo esperado. Lalande, utilizando una hipótesis astronómica de Bouguer, obtenía un aplanamiento polar de $1/179$ ¹³¹. Que Lalande incluyera en su libro sus propias deducciones es comprensible, pero que Bails las tradujera y las incorporara a sus *Elementos*, no parece convenir con la intención de la obra, más cuando no introducía al lector, como lo hacía Lalande, en el *quid* del problema: las discrepancias en la elipticidad según los resultados de los tres grados considerados.

En sus dos tomos dedicados a la Astronomía, Bails justificaba sin ningún tipo de cautela el sistema de Copérnico. Confirmaba la existencia de la fuerza gravitatoria mediante la perfecta concordancia entre las observaciones de los movimientos celestes, el flujo y reflujo de los mares, la precesión de los equinoccios, la nutación, la gravedad terrestre y la forma achatada de nuestro planeta, con la explicación proporcionada matemáticamente por la atracción. La fuerza newtoniana tomaba una expresión definida que se podía manejar.

¹³⁰*Ibid.*, 101-111.

¹³¹*Ibid.*, 115-126.

3.2.2.5 Astros, fluidos, colores y nuestro globo bajo la batuta newtoniana.

Como acabamos de ver, los avances en ciertas disciplinas matemáticas –hidrodinámica, hidráulica, óptica, astronomía y geografía– dependían en gran medida de las observaciones y de los ensayos experimentales; la dinámica, sin embargo, era una ciencia altamente matematizada y madura. Los instrumentos, las máquinas, los modelos y las experiencias jugaban un papel esencial en el movimiento de fluidos y en los problemas de descarga y resistencia; al mismo tiempo, la teoría de fluidos se había aplicado con éxito a la invención de diferentes instrumentos, cuyo uso y descripción se presentaba al final del volumen correspondiente: las máquinas hidráulicas, aprovechando la fuerza del agua; el barómetro, el termómetro, las bombas y, en particular, la “bomba de fuego”, de la que se afirmaba que “Esta máquina es una de las más portentosas que han inventado los hombres. Todo su efecto consiste en la acción alternativa del vapor de agua y la presión de la atmósfera, combinada con las resistencias que se han de superar”¹³². Mediante el conocimiento de las leyes de la óptica y el perfeccionamiento en la construcción de espejos y lentes se habían mejorado instrumentos que tenían tanto un uso científico, como divulgativo o de entretenimiento¹³³: cámara oscura, linterna mágica, anteojos comunes, microscopio simple, microscopio solar, telescopios: todos ellos venían descritos, representados y desmenuzados. Se ofrecía igualmente una serie de instrucciones sobre el pulimento de vidrios y espejos. Estas secciones de los volúmenes quinto y sexto tenían una vertiente práctica, pues su estudio podía resultar de utilidad a constructores de instrumentos, a los encargados de sus reparaciones, a los demostradores de física experimental, a los aficionados autodidactas, a los encargados de la gestión de las aguas o a los constructores de canales.

Si la *Dinámica* de Bails era un texto perfectamente equiparable a los que se utilizaban en otros países, lo mismo puede decirse de los volúmenes que acabamos de revisar. Presentaban una ciencia puesta al día, y compendaban aquello que se consideraba bien establecido en el campo de las ciencias físico-matemáticas. No es que se hubiera dicho la última palabra en estas cuestiones, Bails era bien consciente, y así lo transmitía, de que

¹³² *Elementos* V, 586.

¹³³ La utilidad de los instrumentos ópticos no se reducía al estudio de los fenómenos astronómicos, también en la anatomía se habían realizado avances importantes y “por cifrarlo todo en una palabra, ha hecho inesperados y maravillosos progresos toda la ciencia de la naturaleza. Pero en medio de tan serias tareas no se ha desdeñado la Óptica de idear varias representaciones, que más tienen de curiosas y divertidas que de útiles; ya para agradecer al hombre los adelantamientos que debe a su aplicación, ya para que le sirvan de descanso y recreo en los afanes con que los promueve”, *Elementos* VI, ii. El factor lúdico no es desdeñable para nuestro matemático.

quedaba todavía mucho por averiguar. El objetivo de los *Elementos* no consistía en exponer los trabajos más recientes sobre estas materias, ni tampoco las distintas teorías que pugnaban por resolver los problemas. Esas informaciones podían encontrarse en textos más avanzados, o en las publicaciones científicas reconocidas. Tampoco se buscaba que fuera una obra original; a diferencia de Lalande o de Bossut, el matemático catalán no era un especialista en ninguna de esas disciplinas, y no realizaba aportaciones propias. La publicación de los *Elementos* estaba encaminada a contar con un texto en castellano que cubriese distintas ramas del conocimiento matemático, de forma que sirviera, tanto para aprender los conceptos básicos, como para ampliar los ya consolidados, y que, al mismo tiempo, pudiera ser utilizado como obra de referencia.

En los volúmenes que brevemente he revisado, he querido poner de relieve aquellas cuestiones más relacionadas con las teorías newtonianas. La teoría de los colores y la gravitación universal están presentes en la óptica y la astronomía, así como la cuestión de la figura terrestre y del flujo marítimo. Los avances realizados desde la publicación de las dos obras fundamentales del matemático inglés encuentran también su lugar en los *Elementos*; no podía ser de otra forma, y la obra rinde tributo a las figuras más reconocidas en estas facultades. Por otra parte, el sistema de Copérnico queda plenamente reivindicado en el texto de Bails, que prescinde del recurso a su condición hipotética. Jorge Juan hubiera quedado satisfecho: el reino es newtoniano.

4. La autoría de los *Elementos de Matemáticas*.

Es evidente que el proyecto de Bails no podía consumarse mediante una simple traducción: no había en el mercado editorial extranjero ninguna obra que abarcase todas las disciplinas que integraban los *Elementos*. Unos tratados absolutamente originales hubieran supuesto un titánico esfuerzo para cualquiera que hubiera querido culminar la misión encomendada. El trabajo de selección y traducción de textos, organización de los contenidos, elaboración de los índices, colocación de las láminas y escritura de los prólogos, es asignable sin lugar a dudas a Bails. Las obras que traduce, y las que cita, estaban en su biblioteca y las había estudiado y entendido. En nada se parece su labor a la de los autores que recortaban de aquí y de allá, sin saber muy bien lo que decían y sin tener una visión de conjunto. La formación en Francia de Bails y sus contactos en París con D'Alembert –que ocupa un lugar de privilegio en la *Dinámica* del matemático español–, fueron seguramente determinantes a la hora de inclinarse por los autores franceses.

Si nos fijamos en el volumen dedicado a la mecánica y a la estática, es obvio que en gran medida sigue, tanto en los contenidos como en su disposición, el *Cours* de Bézout, pero los tratados de mecánica para usos educativos eran muy parecidos y, por supuesto, enfocaban de forma muy similar, sino idéntica, los principales resultados y sus demostraciones, incluyendo a menudo las mismas figuras explicativas. Hojeando las obras del abate Bossut o del abate Marie (1738-1801), recomendadas por Bails, puede observarse que coinciden en la mayoría de los aspectos. Los manuales se parecían unos a otros, como hoy en día no hay diferencias significativas entre los libros de texto de matemáticas o física general. La acusación que algunos le han hecho de ser un mero traductor, no tiene en cuenta el efecto positivo que sus *Elementos* tuvieron en la depauperada edición española de obras de matemáticas. Los *Elementos* llevaban a la esfera pública los conocimientos sancionados y autorizados por la comunidad científica.

Hemos visto que, aunque en cada tomo sigue a un autor principal, siempre intercala algunos otros que le parecen más adecuados o que amplían la materia. La simple tarea de acomodar las figuras procedentes de distintas obras a su texto, era ya fatigosa. El seleccionar, estructurar y organizar los contenidos siguiendo el propio designio, entraña una toma de postura sobre cuál debía de ser el orden lógico de la exposición¹³⁴. Las consideraciones metodológicas que subyacen en los *Elementos*, pero que Bails apenas apunta, merecerían por si solas un estudio separado, al que habría que incorporar informaciones más aquilatadas sobre los destinatarios, las demandas de la sociedad española al respecto y las tradiciones docentes. Bails pretende que su obra sea algo más que un manual destinado a las instituciones de enseñanza o un compendio que facilite a sus usuarios la búsqueda de conocimientos. Como buen ilustrado, destina también sus *Elementos* a propagar abiertamente las doctrinas que habían marcado los senderos de las ciencias físico-matemáticas: los axiomas o leyes newtonianas del movimiento, la atracción gravitatoria como fuerza universal, el movimiento de los planetas, el sistema de Copérnico; podía haber prescindido de estas secciones y, sin embargo, les da una extensión y énfasis considerable.

Es en los prólogos donde radica la huella más personal del autor. En ellos expone su concepción de las ciencias matemáticas: son herramientas que facilitan las tareas y mejoran las condiciones de vida de los seres humanos. Pero no es una visión estrictamente utilitaria y a ras de tierra: para realizar nuevos descubrimientos, para lograr máquinas más

¹³⁴ Son especialmente notorios los cambios que realiza en los tomos de Astronomía respecto a los de Lalande.

eficientes, para construir instrumentos más perfeccionados, para canalizar y distribuir las aguas o corregir los defectos visuales, es necesario averiguar las propiedades y las leyes que rigen los distintos fenómenos, y conocerlas a fondo, para así aplicarlas adecuadamente. Su actitud es más bien funcional, y poco dada a involucrarse en cuestiones especulativas o debatibles¹³⁵. Bails nos informa de los autores que ha consultado, de sus preferencias a la hora de inclinarse por ciertas líneas de investigación: la dinámica de D'Alembert, por ejemplo, o los autores italianos en el tratamiento de las corrientes de agua. Resultaría ciertamente interesante realizar un estudio exhaustivo de las fuentes de Bails, pero esta cuestión desborda completamente el marco de esta tesis.

El tratado de Bails fue sin lugar a dudas el más completo de los publicados en España a lo largo del siglo y con estas palabras, en las que brilla la modestia, se lo hace saber a sus lectores: “bien que podemos asegurar que es el mejor de cuantos conocíamos y conocemos hasta el día de hoy. Hablaríamos de él con menos satisfacción, si no fuese obra ajena [...] si damos a entender que lleva suma ventaja a los demás [tratados], no es tanto con la mira de preocupar al público a favor de nuestra elección, cuanto por realzar, en demostración de gratitud, el mérito de su autor”¹³⁶.

5. La proyección pública de la obra de Bails: Principio de matemáticas y *Elementos de Matemáticas*.

Difícilmente puede tomarse como manual los *Elementos*, su extensión, profundidad y variedad de disciplinas tratadas no los hacían aptos para los cursos diseñados en las distintas instituciones de enseñanza; aun así, algunos de sus volúmenes fueron adoptados como textos oficiales en algunas de ellas; es el caso de los Reales Estudios de San Isidro, sustituyendo al parecer a los *Elementa matheseos* de Wolff¹³⁷, y el del Seminario de Nobles de Vergara. En las universidades se optó preferentemente por los *Principios*,

¹³⁵ Un ejemplo: “Aunque son privativos de la luz los fenómenos que en la Óptica consideramos, prescindimos no obstante de su esencia; porque a nosotros no nos importa saber si consiste en corpúsculos emanados del cuerpo luminoso, o en una materia difundida en todas partes, bien que de increíble sutileza, impelida del cuerpo luminoso hacia todas las direcciones”, *Elementos* VI, ii.

¹³⁶ *Elementos* IV, iv.

¹³⁷ Luis Español González, Juncal Manterola Zabala, «Antonio Gregorio Rosell y Viciano (ca. 1748-1829): Instituciones matemáticas (1785)», *Cuadernos dieciochistas*, 22 (Salamanca: Ediciones de la Universidad de Salamanca: 2021), 133-169: 140-141. En 1795 se encargó a algunos profesores del Colegio Militar de Artillería de Segovia valorar la sustitución de los *Elementos* de Bails por el curso de Francisco Verdejo. Los artilleros resolvieron ser conveniente el cambio de manual, por parecerles más sencillo y apropiado para los alumnos de los Reales Estudios; sin embargo no se siguió esa recomendación y el texto de Bails continuó como manual en los Reales Estudios, Juan Navarro Loidi, *Don Pedro Giannini o las matemáticas...*, 255.

mucho más manejables¹³⁸, La Escuela de Matemáticas creada en el seno de la Real Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País también se decantó por los *Principios* como manual oficial, si bien Luis Rancaño de Cancio, nombrado profesor de la Escuela en 1784, utilizó igualmente en sus lecciones los *Elementos*¹³⁹. Algunos de sus volúmenes fueron manuales obligatorios en las Academias de Bellas Artes y Escuelas de Dibujo, también en el Real Colegio de San Telmo de Sevilla y en la Academia Militar de Matemáticas de Barcelona¹⁴⁰. Al menos el primer tomo de los *Elementos* se utilizó como manual hasta finales del XIX, como atestigua la página que reproducimos del ejemplar custodiado en la Biblioteca Nacional. Los *Elementos*, en su conjunto, forman una obra enciclopédica más apta para la consulta y ampliación de conocimientos que para figurar como libro de texto en los currículos de las instituciones de enseñanza. El *Cours* de Bézout diferenciaba claramente la materia obligatoria del curso, de la que era optativa para el lector. No lo hace así Bails, que deja a los profesores la facultad de seleccionar lo más adecuado para sus alumnos y a los estudiosos, la de profundizar en aquellos temas de su interés.

La obra de Bails fue apreciada por sus contemporáneos, y también sometida a juicio. Tadeo López Aguilar dice de ella que no se halla “hasta el presente en nuestro idioma otra Obra general digna de aprecio sobre las Matemáticas que la de Don Benito Bails”, para añadir a continuación que, sin embargo, no contenía los tratados que tenían que ver con el arte militar¹⁴¹. El ingeniero francés Pedro Henry dirigió su crítica a los *Principios de Matemática*, a los que se suele referir como el “Compendio” de Bails, en su *Discurso de abertura de los Reales Estudios de Matemáticas del Colegio de San Hermenegildo de Sevilla*, del que era primer catedrático de Matemáticas¹⁴². Consideraba que en ellos la mecánica estaba tratada con poca extensión y profundidad y, por ello, había publicado sus *Consideraciones físico-matemáticas sobre diferentes puntos de mecánica e hidráulica*

¹³⁸ Mariano Peset, José Luis Peset, *La Universidad Española (siglos XVIII y XIX). Despotismo Ilustrado y Revolución Liberal* (Madrid: Taurus, 1974), 246.

¹³⁹ Arenzana Hernández «Algunos aspectos de la evolución de los saberes en Aragón en el siglo XVIII», en *Ciencia, Técnica y Estado...*, 279-301: 298-299.

¹⁴⁰ Navascués, «Estudio...», 67.

¹⁴¹ Tadeo López, x-xi, en Sigaud, *Elementos de Física Teórica y Experimental I*.

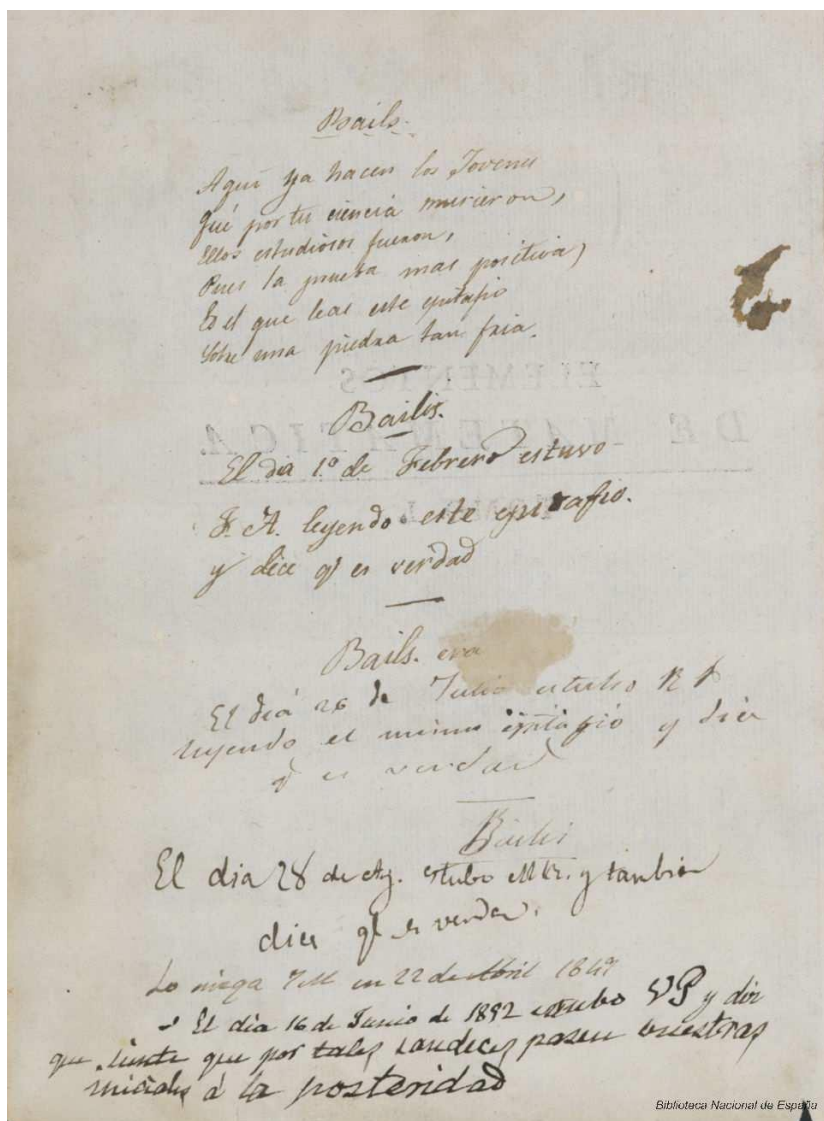
¹⁴² Pedro Henry fue un ingeniero francés que ocupó la primera cátedra de matemáticas, de las dos dotadas por la Sociedad patriótica de Sevilla, desde 1780 a 1793. Autor de una especie de suplemento a los compendios de Benito Bails y Juan Justo García titulado “*Consideraciones físico-matemáticas sobre diferentes puntos de mecánica e hidráulica*” (Sevilla 1789), en sus enseñanzas utilizó el cálculo infinitesimal y conocimientos actualizados de física. Véase Antonio Durán Guardado, Guillermo Curbera Costello, «Quinientos años de Matemáticas en Sevilla...y algunos menos en la Universidad», en Manuel Castillo Martos (coord.), *Historia de los estudios e investigación en Ciencias de la Universidad de Sevilla* (Sevilla: Universidad de Sevilla, 2005), 75-144: 92-96.

(Sevilla 1789), que servía como suplemento al de Bails para los alumnos del tercer curso. En su obra trataba del rozamiento, de los choques, de la rotación, de los péndulos y del movimiento de los cuerpos en medios resistentes, “haciendo en esta parte el cotejo de dos célebres sistemas, el de Newton y el de Jorge Juan”¹⁴³. El *Discurso* fue reproducido en el *EMDLE* del 10 de enero de 1791. En el *Prólogo* a sus *Consideraciones*, Henry explicaba que durante el primer año de su actividad docente en Sevilla había seguido el sistema de dictado, pero las incomodidades que sufrían los alumnos, al tener que tomar notas, le había determinado a utilizar alguno de los tratados que estuvieran escritos en español. Tras desechar los *Elementos* de Bails por su extensión, y el tratado de Carlos Le Maur por su profundidad¹⁴⁴, se decidió por los *Principios* de Bails (1776), y por lo que llamaba el “compendio” de Juan Justo García, que seguramente se trata de los *Elementos de Aritmética, Álgebra y Geometría* (Madrid, 1782). Henry, como comentaba en el *Prólogo*, introdujo algunos temas ausentes en el compendio de Bails, como el estudio de choques, las fuerzas centrales y sus aplicaciones, el movimiento parabólico, los péndulos y algunas curvas, haciendo uso extensivo del cálculo diferencial. Sus discrepancias con Bails residían fundamentalmente en el tratamiento de la fuerza de rozamiento. En la hidráulica, Henry se extendió en el análisis de las teorías de Newton, Euler y Jorge Juan sobre la presión ejercida sobre un sólido inmerso en un fluido incomprensible y la resistencia que oponía el fluido; también abordó el movimiento en medios elásticos, algo que no aparecía en el *Compendio*. Demostraba conocer la obra de Euler y de Jorge Juan, los trabajos del constructor sueco Federico Henry de Chapman, los experimentos de Mariotte, los resultados del abate Bossut y el tratado de Benjamin Robins anotado y comentado por Euler. Su crítica se dirigía fundamentalmente contra Jorge Juan¹⁴⁵.

¹⁴³ *EMDLE*: 10/I/1791, 40.

¹⁴⁴ Supongo que se refiere a los *Elementos de Matemáticas Puras* (Madrid: Ibarra, 1778), escrito en 1762, que no incluyen el cálculo diferencial e integral pero cuyo análisis algebraico y de series es más farragoso. Su *Tratado de dinámica* permaneció inédito.

¹⁴⁵ Pedro Henry, *Consideraciones...*, 98.



6. Filosofía natural, ciencias físico-matemáticas y física experimental.

En el último tercio del XVIII convivían en los distintos centros de enseñanza disciplinas o materias identificadas en los planes de estudio bajo el nombre de matemáticas, filosofía natural y física experimental¹⁴⁶. Se ha visto en el capítulo correspondiente al Seminario de Nobles de Madrid. Los *Elementos* de Bails proporcionaron un texto en castellano que recogía, tanto los desarrollos elementales que se habían producido en las matemáticas puras, como los relativos a las aplicadas; la primera parte del *Examen marítimo*, publicado unos años antes, era, hasta la aparición de la obra de Bails, el único tratado de mecánica

¹⁴⁶ La organización del conocimiento en agrupaciones estructuradas que pongan de manifiesto un orden, una estructura y unas relaciones, ha sido objeto de tentativas diversas a lo largo de la historia. En el siglo XVIII hubo diversas propuestas de clasificación, siendo quizás las más conocidas la de Chambers y la de la *Encyclopédie* de Diderot. Véase *The Cambridge History of Science* Parte II, 241-462, donde se ofrece una panorámica de las distintas ciencias en el setecientos.

accesible en vernácula. En física experimental no se contó hasta finales de siglo con más obra que la del abate Nollet¹⁴⁷; la filosofía natural se impartía en latín y, pese a las órdenes del Consejo de Castilla para que los claustros universitarios redactaran manuales de filosofía, solo se llegó a publicar la *Philosophia ad usum scholae FF. Minorum S. Francisci capuccin. Provinciae utriusque Castellae accommodata* (Madrid: Ibarra, 1777), de Francisco Villalpando (1740-1797). Si hemos de juzgar la calidad de estas disciplinas en España por la producción literaria, el veredicto no puede ser favorable. Es indicativo, sí, pero no constituye una prueba concluyente: , hay que introducir otros elementos en la ecuación.

6.1 Filosofía natural y física experimental.

Los cambios experimentados en los principios y métodos aplicados al estudio de la naturaleza se reflejaron en la filosofía natural, que constituía una disciplina académica diferenciada de las ciencias físico-matemáticas y de la física experimental. Ya se ha visto que durante la etapa jesuítica del Seminario de Nobles se incorporaron secciones dedicadas a las máquinas o a la hidrostática que no figuraban en los manuales tradicionales, como el de Berni. El texto de Villalpando iba más allá y, aunque trataba cuestiones como los principios del cuerpo natural –materia y forma–, o el continuo, seguía en general la línea marcada por los manuales de Musschenbroek. De hecho, el índice de su *Philosophia* no se diferencia prácticamente del de *Introductio ad Philosophiam naturalem* (Leiden, 1762)¹⁴⁸, si bien incluía un tratado sobre el cuerpo humano y otro de cosmografía, ausentes en las obras del holandés. La exposición del capuchino, sin embargo, conservaba la metodología escolástica: planteaba una cuestión, presentaba las distintas soluciones adelantadas por los filósofos desde la antigüedad, aducía objeciones contra ellas, y argumentaba a favor de las tesis que defendía. Villalpando establecía como reglas de filosofar las tres primeras de Newton, y añadía una

¹⁴⁷ En 1787 se inició la publicación de la traducción al castellano de *Éléments de physique théorique et expérimentale* (Paris, 1777) de Joseph Aignan Sigaud de la Fond realizada por Tadeo López Aguilar en seis volúmenes en 4º, con el título *Elementos de física teórica y experimental* (Madrid: Ibarra: 1787-1792). La obra original francesa estaba compuesta por cuatro volúmenes en 8º, que se transformaron en manos del ingeniero español en seis y de un tamaño mayor, en 4º. El traductor completó el curso con la descripción de las máquinas y modo de hacer los experimentos; la meteorología, el sistema del mundo y las causas física de los fenómenos celestes.

¹⁴⁸ El índice de esta obra publicada tras el fallecimiento de Musschenbroek es prácticamente idéntico al de los *Elementa Physicae conscripta in usus académicos*, que conoció numerosas ediciones. Según Germán Zamora Sánchez, *Universidad y filosofía moderna. Labor reformista de Francisco de Villalpando (1740-1797)* (Salamanca:Ediciones Universidad de Salamanca, Istituto storico dei Cappuccini (Roma), 1989), 143-150. Villalpando se inspira en sus tratados de filosofía natural en Musschenbroek, en la edición de Genovesi, y en Jacquier, con alguna que otra mención a Saguens y Nollet.

cuarta relativa al cuidado y precisión con que debían realizarse los experimentos; tomaba como leyes del movimiento las newtonianas, admitía la atracción universal y se adhería al sistema de Copérnico¹⁴⁹. El texto hacía un uso muy reducido de las matemáticas, que servían fundamentalmente para expresar ciertas leyes mediante fórmulas elementales y proporcionar ejemplos numéricos. La función de los experimentos era la de demostrar los principios¹⁵⁰: no se concebían como instrumentos de indagación o descubrimiento; Villalpando apoyaba sus razones en numerosos descubrimientos, citando normalmente las fuentes y nombrando a los autores. Las diferencias con la física experimental no eran, en este caso, tanto de fondo como de presentación y metodología: el texto de Villalpando era dialéctico y argumentativo, mientras que los de física experimental tenían en general un carácter demostrativo y apodíctico, aunque sin la fuerza concluyente de las matemáticas. El manual de Villalpando estaba formado por cuatro volúmenes: el primero era un tratado preliminar de matemáticas para el uso de los que fueran a seguir la física; el segundo trataba de la lógica y la dialéctica; el tercero entraba en el terreno de la física general y la física particular, y cerraba la obra el tomo dedicado a la metafísica. El curso de matemáticas abarcaba desde la aritmética al cálculo diferencial e integral. Pese a la imposición del Consejo para que se adoptara en los seminarios capuchinos y en aquellos centros donde no se siguiera el Jacquier o la física de Musschenbroek, la mayor parte de las universidades, y la misma orden capuchina, hicieron caso omiso de la exigencia gubernativa.

Si en las universidades se tardó en sustituirse la filosofía natural por la física experimental, no ocurrió lo mismo en otros centros de enseñanza. Ya se ha visto en el capítulo anterior que, en el Seminario de Nobles de Madrid, mientras estuvo a cargo de los jesuitas, la física experimental formó parte del plan estudios. Guijarro Mora, sin embargo, considera que el primer establecimiento en el que se llevó a cabo una instrucción que contemplaba la física experimental en toda su amplitud, fue el de los Reales Estudios de San Isidro¹⁵¹. Su plan de estudios de 1770 mantenía la cátedra de

¹⁴⁹ “Unde moderatione ac sensu præfato & ab initio stabilito Copernicano systemati adhærebimus”, Villalpando, *Philosophia ad usum scholæ*..., 332. Los temas expuestos por Villalpando relativos a la física general son los siguientes: principios de los cuerpos y atributos de estos; el vacío; el continuo y su divisibilidad, lugar, tiempo y movimiento; movimiento uniforme y acelerado; composición y descomposición de movimientos; caída libre de los cuerpos y gravedad; fuerzas vivas; movimiento pendular; elasticidad y atracción; fuerzas centrales y leyes de atracción; colisiones; mecánica y estática; electricidad. En la sección de física particular trataba los elementos aire, agua y fuego; la luz; elementos de cosmografía, meteoros, cuerpo humano y de la generación.

¹⁵⁰ “Experimenta in Physicis sunt demonstrandi principia”, *Ibid.*, 5.

¹⁵¹ Guijarro Mora, *Los instrumentos*..., 81-156, distingue dos etapas en la incorporación de la física

matemáticas y creaba la de física experimental, adjudicada a Antonio Fernández Solano (1744-1823), y prescindía de cualquier mención a la filosofía natural. Tampoco figura ésta en el Plan de Estudios de 1785 del Seminario de Nobles madrileño¹⁵². El tan socorrido *Exercicio público de física experimental* de Carlos Gimbernát y Grasot del año 1787 ha servido para conocer el programa de la disciplina que, al igual que en el caso de Villalpando, sigue el de la obra de Musschenbroek anteriormente citada¹⁵³. Las pequeñas diferencias residen en la colocación del capítulo relativo a la electricidad en la parte de física particular, y la inclusión en esta misma parte de una sección sobre los cuerpos celestes. El curso impartido en los Reales Estudios se basaba en la obra de Musschenbroek, pero, como apunta Guijarro Mora, algunos capítulos procedían de otros textos más modernos, pues incluían resultados que no aparecían en la *Introductio* del holandés¹⁵⁴. Hay que tener en cuenta que la obra original de Musschenbroek estaba redactada en latín, y que Sigaud de la Fond la había traducido al francés en 1769 bajo el título de *Cours de physique expérimentale et mathématique* –cambio de título que el traductor justifica por ser, en su opinión, más apropiado y, podemos suponer, para distanciarse del vocablo “filosofía”. Evidentemente, no se utilizaba estrictamente texto alguno como manual, pues la física experimental se impartía en castellano y, al no haber en este idioma más que las *Lecciones* de Nollet, el cambio de orientación de la disciplina obligaba ineludiblemente al profesor a elaborar los contenidos del curso. La enseñanza tenía una fuerte componente experimental –Gimbernát se ofrecía a acreditar con experimentos “al arbitrio de los concurrentes” aquellas “verdades” que en el programa venían señaladas con un asterisco.

experimental en los Reales Estudios de San Isidro. La primera corresponde a la de Fernández Solano, desde su nombramiento en 1771 hasta 1783, cuando cesó en sus actividades en dicho centro; durante ese periodo se ocupó fundamentalmente de completar el gabinete de física, formado inicialmente por los instrumentos procedentes del Colegio Imperial y del Colegio de los jesuitas en Salamanca, y ampliado mediante la construcción y adquisición de nuevo instrumental. En la segunda etapa, iniciada con Joaquín Fernández de la Vega, el acento se puso en las actividades docentes, que se desarrollaban con demostraciones prácticas, atrayendo a un mayor número de alumnos que en los primeros años de transición.

¹⁵² *Plan de estudios y habilidades que por ahora se tienen y enseñan en el Real Seminario de Nobles de esta Corte* (Madrid: Ibarra, 1785).

¹⁵³ Carlos Gimbernát y Grasot. *Exercicio público de física experimental, que tendra en los Estudios Reales de esta Corte don Carlos Gimbernát y Grasot, asistiendole don Joaquin Gonzalez de la Vega, profesor interino de la misma Facultad en ellos, el dia 16 de julio por la mañana a las 9 y por la tarde a las 5* (Madrid: Alfonso Lopez, 1787).

¹⁵⁴ Guijarro Mora, en *Los instrumentos...*, 99, sostiene que la segunda parte del *Ejercicio*, la relativa a la física particular, fue elaborada en parte siguiendo los *Elemens de Physique théorique et expérimentale* (París, 1777) de Joseph Aignan Sigaud de la Fond (1730-1810). He comprobado que, por ejemplo, Gimbernát habla del flogisto, teoría que fue propuesta por Johann Becher en 1767, cuando ya había fallecido Musschenbroek.

De lo dicho hasta ahora, se desprende que el texto de física de mayor influencia en el último tercio del XVIII fue la *Introductio* de Musschenbroek, al menos en cuanto a los contenidos asignados a la disciplina. Fijémonos en que el título habla de “filosofía natural”, por lo que podía ser adoptado sin necesidad de realizar experimentos y es lo que de hecho hicieron algunas universidades que, en general, no disponían de maquinaria ni de instrumentos, ni tampoco de profesores versados en la práctica experimental. ¿Qué caracterizaba, pues, a la física experimental en cuanto a los asuntos tratados? Siguiendo el índice de la *Introductio*, tenemos: reglas de filosofar, que eran las de Newton; cuerpos, sus atributos y propiedades; el vacío, el lugar y el tiempo; movimiento, fuerzas, percusión; gravedad; maquinaria; rozamiento; composición de movimientos; movimiento pendular; fuerzas centrales; electricidad y magnetismo; la virtud atractiva; de los fluidos y del equilibrio entre sólidos y líquidos; de los elementos; de la luz, la visión y los colores; de los meteoros. Este programa es el que se seguía en el Colegio Andresiano de Valencia en filosofía natura¹⁵⁵, añadiendo la cosmografía, y es el que se contemplaba en el *Ejercicio* de Gimbernat, en el que se prescindía de las reglas de filosofar y de las leyes del movimiento newtonianas. La demarcación entre física experimental y filosofía natural viene marcada, de entrada, por el idioma, e inmediatamente después, por el nombre que se da a la disciplina, pero, fundamentalmente, por la exposición de la primera mediante experiencias que establecen relaciones cuantitativas entre variables.

La física experimental, con el paso de los años, incorporó igualmente los avances realizados en la química¹⁵⁶, con la que compartía áreas comunes. Las fronteras entre una y otra se irán afianzando paulatinamente, pero todavía se considerará durante un tiempo, y por algunos, que la química forma parte de la física¹⁵⁷, en cuanto esta última se toma como equivalente de la filosofía natural. Oigamos a Sigaud de la Fond: “Cette science [

¹⁵⁵ *Theses philosophicae et mathematicae publice propugnandae a D. Iuliano Baquero et Ruizcolino cler. phil. bac. et coll. andres. alumn.* Praeside Ioanne Baptista Noguera professore valentino in Valentina Academia die xiii. mensis Iulii, anno MDCCLXXV. Hora 9. Matut.

¹⁵⁶ Sigaud, *Éléments de Physique...*, I, xxix, dice, por ejemplo: “J’ai considéré le feu comme principe des corps, c’est à dire, dans un état de combinaison, & comme libre ou dégagé de toute combinaison. [...] On y trouvera l’explication d’un phénomène bien singulier, & qui a occupé pendant long temps les recherches des plus célèbres Chymistes; à savoir, l’excès de poids qu’on remarque dans les chaux métalliques. J’ai donné une idée des opinions qui ont été les plus accréditées, & j’ai cru devoir m’en tenir à celle qui fait dépendre cette augmentation de poids, de l’absorption de l’air dans l’acte de calcination”. Diferencia, por tanto, entre físicos y químicos, pero, como puede observarse, incluye la calcinación en su física experimental.

¹⁵⁷ Una primera aproximación a las fronteras entre física experimental y química, en Antonio García Belmar, José Ramón Bertomeu Sánchez, «Spanish chemistry textbooks during late 18th century», en Mordechai Feingold, Víctor Navarro Brotóns (eds.), *University and Science in the Early Modern Period* (Dordrecht: Springer, 2006), 241-257:248-249. Los autores tienen en cuenta los libros de texto como elementos que establecen los contornos de las disciplinas.

Física] embrasse donc toutes les connoissances qui appartiennent à l'Histoire Naturelle & celles qui sont du ressort de la Chymie: celles-ci ne sont, à proprement parler, que deux parties essentielles de la Physique”¹⁵⁸. No hay una concepción única sobre lo que se debe entender por física: para Sigaud, es la filosofía natural que se transforma en filosofía experimental, aunque no le dé ese nombre; en cambio para Musschenbroek, la historia natural y la química quedan fuera del ámbito de la física, criterio que comparte Nollet¹⁵⁹. Juan Andrés i Morell (1740-1817) engloba, al igual que Sigaud, todas las ciencias de la naturaleza dentro de la física¹⁶⁰. Lo cierto es que la química se había ido emancipando desde hacía tiempo de la física, y adquirido unas características propias¹⁶¹: en el título de los tratados figuraba el nombre de química, se practicaba en laboratorios específicos que se distinguían del gabinete de física o de la sala de máquinas, y tenía cátedras propias¹⁶². Sin embargo, todavía tenemos algún testimonio de que en 1790 se consideraba que no era sino física particular, ¿pensando que de este modo se la redimía de su pasado?¹⁶³. Recordemos que durante el último cuarto del siglo XVIII se crearon en España diversos

¹⁵⁸ *Ibid.*, I, 2.

¹⁵⁹ Sigaud, *Ibid.*, I, 3, reconocía que, si bien la fisiología, la historia natural y la química estaban comprendidas dentro de la física “en cuanto trataban de los cuerpos naturales”, se iba produciendo una creciente especialización que obligaba a nombrar a sus practicantes con mediane términos diferenciados: “Ces branches d'une même science sont néanmoins isolées & séparées les unes des autres, à cause de la difficulté de réunir en un même corps de doctrine la vaste étendue des connoissances que chacune d'elles renferme, & si le Physicien est obligé de restreindre son travail & d'abandonner au Naturaliste, au Chimiste & au Médecin le soin de traiter chacune de ces branches importantes de la Physique, il ne doit cependant point ignorer ce qu'elles renferment de plus intéressant & de plus relatif à l'objet de ses recherches.

¹⁶⁰ “y para no multiplicar divisiones abrazaremos bajo el nombre de aquella [Física] todas las ciencias que toman por objeto el examen de los cuerpos naturales; y dejando la astronomía, y las otras partes de las matemáticas mixtas, que pueden pertenecer a la física, comprenderemos en este libro no sólo los estudios que suelen entenderse bajo el nombre de física, sino también la química, la historia natural, y la medicina, que realmente no son más que partes diversas de la física, y que todas juntas forman una física completa”, Juan Andrés i Morell, *Origen, progresos y estado actual de toda la literatura* (Madrid: Sancha, 1784-1806)) VIII, 198. Esta obra es la traducción realizada por el hermano del jesuita, Carlos Andrés, de la obra publicada en italiano, en ocho tomos, *Dell'origine, progressi e stato attuale d'ogni letteratura* (Parma: Stamperia Reale, 1782-1799)

¹⁶¹ El *Diccionario de Autoridades* definía la voz “chimica” como “Arte de preparar, purificar, fundir, fijar y coagular, y a veces de transmutar los metales, minerales y plantas para los usos al hombre necesarios”. Desde 1726, fecha de publicación del *Diccionario*, la química había ampliado notablemente sus métodos y su campo de acción.

¹⁶² Por ejemplo, en el Real Seminario Patriótico de Vergara se dotó una cátedra de Física Experimental, regentada inicialmente por François Chavaneau, y una cátedra de Química, a cargo de Louis Proust.

¹⁶³ “Adoptamos este nombre por prevalecer su uso; pero verdaderamente es impropio: debe llamarse hoy Física particular, así por no limitarse ya esta ciencia a la extracción de los zumos de las plantas, que obligó a los antiguos a llamarla chimia, como por ocuparse toda en asuntos de la más sana y más delicada física que se conoce en el día”, Examen de Matemáticas, Fortificación militar, Física General y Química, que ha de tener el Seminarista Don Ignacio María Porcel y Aguirre, cadete de Reales Guardias Españolas en los exámenes generales de la R.S.P.B., [...] bajo la dirección de Don Gerónimo Mas, profesor de matemáticas sublimes en el R. Seminario Patriótico Bascongado (Vitoria: Baltasar de Manteli, 1790), xiv. <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000041273&page=1>. [Consulta 12/08/2022]

establecimientos orientados al estudio de la química y su enseñanza¹⁶⁴. En 1775 se fundó la Cátedra de Química del Real Seminario Patriótico de Vergara, costeada por el Ministerio de Marina y gestionada por la Sociedad Vascongada de Amigos del País. El químico francés L. B Proust (1754-1826) fue el primer ocupante de la cátedra, en la será sustituido por François Chavaneau (1754-1842). Tampoco Chavaneau permaneció mucho tiempo en Vergara, ya que su descubrimiento de la purificación del platino lo llevó a dirigir el recién creado Laboratorio del Platino y la cátedra de Mineralogía de Indias en 1787. Ese mismo año, el Ministerio de Hacienda estableció la Cátedra de Química aplicada a las Artes, centro docente al frente de la cual nombró a Domingo García Fernández, quien solicitó ser eximido de la docencia para poder dedicarse a otras tareas encomendadas por el Ministerio, siendo sustituido por Chavaneau. Igualmente por esas fechas, el Ministerio de Estado fundó el Real Laboratorio de Química, del que se ocupará Pedro Gutiérrez Bueno.

Juan Andrés concibe la física en un doble aspecto: como ciencia de la naturaleza y como estudios específicos –“los estudios que suelen entenderse bajo el nombre de física”– e incluye en estos últimos “las otras partes de las matemáticas mixtas, que pueden pertenecer a la física”. La palabra “física” parece tener distintas acepciones: como término general se identificaba con la filosofía natural, que trataba de todos los entes naturales; como término específico, tan solo se ocupaba de los elementos y fenómenos inorgánicos en cuanto eran extensos, tenían movimiento y eran susceptibles de reducción matemática.

6.2 Matemáticas y física

Las delimitaciones entre matemáticas aplicadas y física estaban mejor perfiladas en aquellas disciplinas que, por ejemplo, pertenecían al ámbito de la ingeniería, tanto militar como civil, o a la náutica. No ocurría lo mismo con la dinámica, cuyos avances en el estudio del movimiento, incluidos los de los graves, pasaron a ser recibidos y anexionados en los textos de física. El “método matemático”, que utilizaba el cálculo diferencial e integral estaba plenamente admitido como el que mayores adelantos había proporcionado a las ciencias físico-matemáticas, y se aplicaba en esas disciplinas; por el contrario, los textos de física experimental solían prescindir de las matemáticas avanzadas y “demostraban” mediante artilugios las propiedades de la teoría del movimiento o de los

¹⁶⁴ José Ramón Gago Bohórquez, «La enseñanza de la química en Madrid a finales del siglo XVIII», *Dynamis*, 8, 1984, 277-300; José Ramón Bertomeu Sánchez, Antonio García Belmar, «Pedro Gutiérrez Bueno (1745-1822), los libros de texto y los nuevos públicos de la química en el último tercio del siglo XVIII», *Dynamis*, 21, 2001, 351-374.

graves. Aquellas obras que incluían los cuerpos celestes en su exposición no tenían más remedio que incidir en la concordancia entre las observaciones y las teorías que las explicaban matemáticamente, haciendo hincapié en su capacidad predictiva. El revuelo causado por el título de los *Principia*¹⁶⁵—y el ataque de los sectores más tradicionales contra la incursión de las matemáticas en el estudio de la naturaleza— se había mitigado, más bien olvidado: las matemáticas estaban plenamente legitimadas en la investigación de los fenómenos naturales, pero estos no eran siempre reducibles a ecuaciones: el diseño experimental, el perfeccionamiento de los instrumentos, la búsqueda de una mayor precisión y exactitud en la ejecución de los experimentos y la comprobación de hipótesis tenían un papel imprescindible en el proceso de desentrañar los mecanismos de la naturaleza. Incluso en ciencias como la mecánica, tan matematizada, el rozamiento y otros asuntos requerían de la práctica experimental. La noción de que la física general era una disciplina matemática o que, recíprocamente, ciertas ciencias matemáticas formaban parte de la física, se iba convirtiendo en una apreciación común. Lo expresa de este modo Joseph Matamoros: “Porque es de advertir que todas las ciencias que vulgarmente se llaman matemáticas mixtas o físico-matemáticas no son otro que tantas partes de la física”¹⁶⁶. La mecánica, sí, era una ciencia físico-matemática, pero en los Reales Estudios se la llamaba también física: “Siendo indispensable el Álgebra y la Geometría sublime para penetrar a fondo la buena Mecánica, o mejor Física”¹⁶⁷. Y si acudimos de nuevo a Juan Andrés: “Los descubrimientos de la mecánica, de la hidrostática y de gran parte de la astronomía, [...] no son más que conocimientos de leyes y de fenómenos de la naturaleza que pertenecen a la física general; y los grandes nombres de Bernouilli, Maupertuis, Clairaut, Eulero, d'Alembert, y tantos otros famosos geómetras entonces alabados, podrían tener aquí lugar para coronar gloriosamente la lista: de los físicos [...] La matemática se va uniendo más y más a la física, y ahora el álgebra, la geometría y toda

¹⁶⁵ No solo el título de Newton era provocador, también su concepción de la geometría: “Se funda, pues, la *Geometría* en la práctica mecánica y no es otra cosa que aquella parte de la *Mecánica universal* que propone y demuestra con exactitud el arte de medir”, Newton, prefacio del autor a la primera edición de los *Principios matemáticos de la filosofía natural*, 97-98. La mecánica racional, que procedía mediante demostraciones exactas, se asimilaba a la geometría, mientras que las artes manuales, que procedían con poca exactitud, formaban propiamente la mecánica.

¹⁶⁶ «Voto particular del Doctor Fr. D. Joseph Matamoros, catedrático de filosofía», *Plan de estudios de la Universidad de Valencia presentado por el Claustro general de catedráticos*, Valencia, 1772, 56, en Salvador Albiñana, *La universidad de Valencia y la Ilustración en el reinado de Carlos III* (Valencia: Universitat de València: 1986), III, 56.

¹⁶⁷ *Exercicio de Matemáticas que ha de tener en los Reales Estudios de esta Corte D. Agustín de Betancourt y Molina, Teniente del Regimiento de la Orotava en la isla de Tenerife: dia 9 de julio, a las 10 de la mañana; presidiendole D. Antonio Rosell Viciano, Catedrático de Matemáticas en los mismos Reales Estudios* (Madrid: Joaquin Ibarra, 1780), 1.

la matemática pura tiene por objeto la matemática física, y consagra todos sus esfuerzos al mayor adelantamiento de la misma”¹⁶⁸. Aunque Juan Andrés incluye en el tomo séptimo de su obra la mecánica entre las ciencias matemáticas, subraya a menudo las relaciones entre física y geometría¹⁶⁹.

Las diferencias iniciales entre la física y las ciencias físico-matemáticas que trataban del movimiento residían esencialmente en su tratamiento: a base de experiencias en la primera y mediante el recurso al análisis en las segundas; esto no quiere decir que no se utilizaran las matemáticas en la exposición de la física general, o que no se tuviera que acudir a experiencias en la investigación de los fenómenos ligados al movimiento. El programa asignado a la mecánica –entendiendo que engloba la dinámica y la estática– viene resumido en esta declaración que se lee al inicio del *Ejercicio de Matemáticas* de Agustín de Betancourt: “a ellas pertenece la doctrina de los movimientos uniforme, acelerado y retardado, de la composición y descomposición de las potencias que los producen, del centro de gravedad de los sistemas, de su rotación, del movimiento de los cuerpos que insisten sobre superficies, de la oscilación de los péndulos, de la percusión y presión de los cuerpos duros y elásticos, y de las máquinas simples”. Es el índice del libro primero del *Examen marítimo*, que es el texto en que se basaban las clases en los Reales Estudios en aquella época. Si nos fijamos en el *Ejercicio* de Carlos Gimbernat a excepción de los epígrafes correspondientes a las propiedades y atributos de los cuerpos y a la atracción gravitatoria, podemos comprobar que, en distinto orden se tratan prácticamente los mismos temas: movimientos, potencias o fuerzas, caída de graves, maquinaria, movimientos compuestos, oscilación pendular, fuerzas centrales, elasticidad y percusión; en cuanto al movimiento de fluidos, que no se trata en el ejercicio de Betancourt, podemos comprobar que se corresponde con ciertos epígrafes de la hidrostática y de la hidrodinámica: presión de los fluidos, salida por orificios, equilibrio de sólidos sumergidos en fluidos.

¹⁶⁸ Andrés i Morell, *Orígenes...*, VIII, 284-285 y 293.

¹⁶⁹ Por ejemplo, “Y así de varios modos, con físicas y geométricas demostraciones, se daba esplendor a la mecánica, y con las resoluciones analíticas de tantos problemas mecánicos se introducía en ella el espíritu analítico”, *Ibid.*, VII, 363. El subrayado es mío. Juan Andrés considera que los avances en la mecánica en el siglo XVIII se debieron fundamentalmente a Euler, por utilizar el análisis en la resolución de los problemas, destacando su tratamiento de la dinámica del sólido rígido. Juan Andrés muestra su admiración por el maestro suizo con estas palabras: “deberá ser tenido por el verdadero maestro del movimiento de rotación” Tomo VII, 365-370. Como rival en el trono de la mecánica coloca a D’Alembert, 371. Si bien Juan Andrés celebra el grado de perfección alcanzado por la mecánica analítica de Lagrange, no oculta que quedan muchos problemas dinámicos por resolver, y que el análisis y las especulaciones de los géómetras son insuficientes si no se tienen en cuenta los hechos, si no se realizan atentas observaciones, si no se multiplican las experiencias, si no revierten en aplicaciones útiles.

Los nuevos contenidos de las matemáticas y de la física fueron delineando los contornos de estas disciplinas académicas que, a resultas del incremento de volumen de conocimientos teóricos y prácticos y de la especialización derivada de ello, se habían ido desgajando de sus respectivos árboles comunes, en un proceso que culminaría años más tarde. Como dice Antonio Viñao, las disciplinas académicas cambian sus contenidos, sus denominaciones, acotan espacios de poder que son gestionados por ciertos individuos y comunidades; los procedimientos de selección del profesorado, la formación requerida a los candidatos y los méritos que se contemplan como preferentes, contribuyen a la estructuración de los conocimientos en disciplinas¹⁷⁰. De su análisis de los procedimientos de selección de los catedráticos de Matemáticas y de Física Experimental de los Reales Estudios de San Isidro destaca la creciente profesionalización de opositores y censores, puesta de manifiesto en su formación y en los méritos alegados por los primeros¹⁷¹. Las Matemáticas que, a diferencia de la Física Experimental, eran unas disciplinas cultivadas tradicionalmente, con mayor o menor fortuna, en los diversos centros de enseñanza –universidades, academias militares, seminarios de nobles, los Reales Estudios – contaban con profesionales, llamémoslos así, de perfiles más acusado que los que optaban a las cátedras de física experimental.

7. La enseñanza de la Física a fines del setecientos.

Un excelente vehículo de introducción de los nuevos saberes son las actividades de enseñanza, en las que se transmiten y acomodan normativamente teoría y prácticas. Las instituciones educativas constituyen por tanto un primer observatorio de la situación de la física experimental y de las ciencias físico-matemáticas. Examinemos algunas de ellas.

¹⁷⁰ Antonio Viñao, «Por un análisis socio-cultural de la élite intelectual y académica: los profesores y bibliotecarios de los Reales Estudios de San Isidro (1770-1808)», *Bulletin Hispanique*, vol. 97 1 (1995), 299-315: 302-303.

¹⁷¹ Hubo cuatro oposiciones a cátedras de matemáticas entre 1770 y 1796 y un total de 27 candidatos, de los cuales se conoce la profesión de 16: la mayoría habían ejercido funciones docentes, bien privadamente, bien en distintos establecimientos educativos; solo tres eran militares, pero no profesores. Los catorce titulados universitarios se habían formado en la facultad de Artes; los restantes, en academias militares o en otras instituciones acreditadas, o se habían formado por cuenta propia. Los censores eran, igualmente en su mayoría, profesores de la materia. En cuanto a los opositores de Física Experimental, más de la mitad de ellos eran profesores y, al menos cinco, graduados en medicina. La primera cátedra fue ganada por Antonio Fernández Solano, médico, cirujano de la Armada y profesor interino de Matemáticas y Física Experimental en el Real Colegio de Cirugía de Cádiz, del que había sido alumno. La segunda, tras cesar Fernández Solano, fue conseguida por su sustituto interino, Joaquín González de la Vega, también médico, que contaba con una amplia experiencia en las prácticas experimentales. «Disciplinas académicas y profesionalización docente: Los Reales Estudios de San Isidro (1770-1808)», en Ève-Marie Fell, Jean-Louis Guereña (dir.), *L'Université en Espagne et Amérique latine du Moyen Âge à nos jours* (Tours: Presses universitaires François Rabelais, 1998), 303-323. <https://books.openedition.org/pufr/5982?lang=es> [Consulta: 10/IX/2022].

En el último tercio del siglo XVIII, la física experimental y las matemáticas se incorporaron a los Planes de Estudio de determinados centros educativos. Las matemáticas eran disciplinas académicas tradicionales –las universidades, por ejemplo, contaban con cátedras de matemáticas, aunque algunas de ellas no tuvieran titular a su cargo, o no se impartiera la materia–, pero sus contenidos habían sufrido transformaciones de calado, tanto en el caso de lo que se llamaba “geometría” como en las conocidas como matemáticas mixtas. Las novedades y desarrollos que había traído el siglo no fueron integradas en los cursos universitarios hasta muy adelantada la centuria, y solo en algunos establecimientos de los jesuitas y academias militares se impartían con cierta extensión y profundidad. El Seminario de Nobles de Madrid fue pionero en la implantación de la física experimental. Contaba para ello con un profesor formado en el extranjero y con un equipamiento adecuado. No ocurría lo mismo en otras instituciones: se carecía de personal capaz y bien instruido, y no se disponía de gabinete de máquinas e instrumentos, por no mencionar las reticencias a modificar el ordenamiento de los ancestrales estudios universitarios o las rutinas arraigadas en la instrucción de los militares. Más vitalidad y entusiasmo mostrarán las nuevas entidades surgidas de la reunión de individuos en sociedades científicas y academias, y un impulso renovador recorrerá los antiguos centros jesuíticos, ahora gestionados por la administración civil.

7.1 Reales Estudios de San Isidro.

Ya se ha visto que en los Reales Estudios de San Isidro se habían dotado dos cátedras de matemáticas y una de física experimental. Según Guijarro Mora, las disciplinas matemáticas se impartían en dos cursos: en el primero, se llegaba hasta la trigonometría; en el segundo, se estudiaba la geometría analítica, las secciones cónicas y el cálculo diferencial e integral en la parte correspondiente a las matemáticas puras, y dinámica, estática, hidrostática e hidrodinámica en las secciones de matemáticas aplicadas¹⁷². Inicialmente se utilizó para las matemáticas puras el texto de Wolf –*Elementa matheseos universae*¹⁷³; más tarde, hasta la adopción de la obra de Bails, las enseñanzas se impartieron con los materiales elaborados por Antonio Rosell, profesor de la asignatura; se publicaron en 1785 con el título de *Instituciones matemáticas*, pero no abarcaban sino una pequeña parte del primer curso. En matemáticas aplicadas se seguía el *Examen*

¹⁷² Guijarro Mora, *Los instrumentos...*, 93-95.

¹⁷³ Se dice explícitamente en el *Ejercicio de matemáticas* de D. Pedro Vicente Giner, realizado el cuatro de julio de 1773 y presidido por Antonio Rosell, 38.

marítimo, lo que requería un buen conocimiento del cálculo, sin el cual era muy difícil acceder al texto base. El programa de este segundo año era realmente apretado, y solo los alumnos más brillantes podían seguirlo sin dificultad. En física experimental se utilizaban el curso de Musschenbroek, y el Sigaud, pero las prácticas experimentales, dice Guijarro, se realizaban siguiendo a Nollet y S'Gravesande¹⁷⁴.

7.2 Seminario de Nobles de Madrid.

El Seminario de Nobles de Madrid se encontraba en una situación lamentable cuando en 1770 se hizo cargo de su dirección Jorge Juan. Estaba prácticamente sin alumnos y quedaban pocos profesores¹⁷⁵; no había profesor de física experimental ni maquinista que mantuviera el gabinete; el observatorio astronómico estaba a medias construido, y así permaneció pese a las peticiones de los sucesivos directores. A solicitud del marino se nombró director de la sala de matemáticas a Francisco Subirás y Barra (?-1783), cargo en el que permaneció hasta 1783. Subirás se había formado en el Seminario de Cordelles con Tomás Cerdà, y poseía, al parecer una magnífica formación matemática y física; había sido impulsor primero y director después, de la Conferencia físico-experimental de Barcelona. En el Seminario impartió también física experimental durante los primeros años. Pese al interés por proporcionar una sólida formación matemática a los alumnos, la respuesta de los discentes no fue precisamente entusiástica. El Plan de Estudios de 1785, elaborado bajo la dirección de Antonio de Angosto, contemplaba un abanico amplio de materias, e incluía las matemáticas y la física experimental¹⁷⁶. Para el estudio de las disciplinas matemáticas, que incluían explícitamente las directamente relacionadas con la profesión militar, se programaban cuatro años “para solo entender y manejar los libros de esta Facultad”¹⁷⁷. Solo los alumnos avanzados en matemáticas podían cursar la física experimental, que era opcional; según Peset, en el manuscrito del Plan se establecía que el texto fuera el de Musschenbroek anotado por Antonio Genovesi, que tuvo un gran predicamento como manual en España. Por Tadeo López sabemos que se creó y se dotó

¹⁷⁴ Guijarro Mora, *Los instrumentos...*, 98-101.

¹⁷⁵ Sobre el Seminario, tras la expulsión de los jesuitas, José Luis Peset, «Ciencia, nobleza y ejército en el Seminario de Nobles de Madrid (1770-1788)», en *Mayans y la Ilustración* (Ayuntamiento de Oliva: 1982), 510-533.

¹⁷⁶ *Plan de estudios y habilidades que por ahora se tienen y enseñan en el Real Seminario de Nobles de esta Corte* (Madrid: Ibarra, 1785), 14. https://books.google.es/books?id=ol0uwNTp36AC&printsec=frontcover&hl=es&source=gb_s_gbs_ge_summa_r_r&cad=0#v=onepage&q&f=false [Consulta: 3/10/2022). Además de las primeras letras, para los que lo necesitasen, la oferta se completaba con latín, poética y retórica, lógica y metafísica, filosofía moral y derecho de gentes, historia, geografía, inglés, francés, griego, hebreo, baile, música, esgrima y equitación. No todas eran obligatorias.

¹⁷⁷ *Ibid.*, 6.

una cátedra de física, y que se compraron instrumentos que completan el gabinete¹⁷⁸. Peset pone de manifiesto que la física experimental no tenía estimación alguna entre los internos del Seminario, como tampoco en general el estudio de las ciencias; las medidas para favorecer en la carrera militar a los seminaristas, las facilidades de acceso al Seminario de caballeros americanos y de hijos de oficiales del ejército, la incorporación de los cadetes de Caballería de Ocaña, las rebajas de las pensiones, no se tradujeron en un Seminario renovado y activo en las actividades científicas.

7.3 Universidades. El caso de la Universidad de Valencia.

La universidad española se incorporó lentamente y con reticencias manifiestas, cuando no con animadversión, a los cambios demandado por la incipiente sociedad ilustrada. Los primeros pasos de los reformistas se encaminaron a debilitar primero, y suprimir después, los antaño poderosos colegios mayores universitarios¹⁷⁹. En el proceso de reforma de las enseñanzas universitarias se propusieron cambios metodológicos, la adopción y elección de manuales que incorporaran las nuevas aportaciones, el nombramiento mediante oposición de los catedráticos y la designación de los cargos directivos universitarios. Las universidades habían permanecido ancladas en un tiempo pasado y numerosas voces a lo largo del XVIII clamaron por su puesta al día¹⁸⁰. En los propios centros universitarios se

¹⁷⁸ Habla de las iniciativas tomadas por Floridablanca: “como son la creación de una nueva Cátedra en el Real Seminario de Nobles, para la instrucción de la esclarecida juventud que se educa en él; la de mandar construir para el mismo fin una exquisita y abundante colección de máquinas, superiores a aquellas que se han empleado hasta ahora; y finalmente la de agregar al uso del propio Seminario otra insigne serie de instrumentos astronómicos y físicos, trabajados por los más célebres y hábiles Artífices en los años de 1778 y 1779, iguales en todo a los que sirven en la demarcación de límites de la América Meridional; para que por todos medios se facilite la enseñanza y perfección de la Astronomía Física, no menos que la de la misma Física experimental”, en Sigaud de la Fond, *Éléments de Physique...*, Dedicatoria, vi

¹⁷⁹ Sobre la reforma de las universidades y de los planes de estudios es un clásico, *La Universidad Española (siglos XVIII y XIX). Despotismo y Revolución Liberal* de Mariano y José Luis Peset, autores de otros muchos trabajos relacionados con este tema. Salvador Albiñana dedicó su tesis doctoral a la Universidad de Valencia en el siglo XVIII, *La universidad de Valencia y la Ilustración en el reinado de Carlos III* (Valencia: Universitat de València: 1986). Antonio Álvarez de Morales ha tocado el tema en *La Ilustración y la Reforma de la Universidad en la España del siglo XVIII* (Madrid: Instituto Nacional de Administración, 1988). Ya se ha citado la obra de Germán Zamora Sánchez, centrada en la Universidad de Salamanca, donde estudia las discusiones claustrales en torno a las modificaciones de los planes de estudio y la adopción de manuales actualizados. Antonio Ten Ros centra en la universidad valenciana sus artículos «Un intento de renovación científica en la universidad del siglo XVIII. La cátedra de Química en la Universidad de Valencia», vol. 5, 8-9 (1982), 133-148, y «La física experimental en la Universidad española de fines del siglo XVIII y principios del XIX: la Universidad de Valencia y su Aula de Mecánica y Física experimental», *Llull* 6 (10-11) (1983), 165-190.

¹⁸⁰ Feijoo, por ejemplo, proponía la sustitución del dictado por el uso de manuales, la introducción de nuevas materias –Física, Astronomía, Botánica, Historia Natural– y la creación de la figura del “examinador”, que sería el encargado de evaluar la capacidad de los alumnos para seguir los estudios universitarios, y estaría nombrado por el poder real. Feijoo, es bien sabido, propugnaba la intervención del Estado en el gobierno de las universidades. Véase Álvarez de Morales, *La Ilustración...*, 54-56.

produjeron iniciativas reformistas, conscientes algunos claustrales del estado lastimoso en que se encontraba su *alma mater*. La incorporación de la física experimental en sustitución de la Filosofía natural, que se impartía como parte de la Filosofía, fue uno de los caballos de batalla de los partidarios de la modernización universitaria. Un primer intento se dio en la facultad de medicina de la universidad de Salamanca, donde en 1766 el claustro salmantino debatió la propuesta, rechazada prontamente, de que se utilizara para la formación de los futuros galenos los *Elementa physicae conscripta in usus academicos* de Musschenbroek según la edición napolitana de 1751¹⁸¹. Los planes de estudio demandados a las distintas universidades por el Consejo a partir de 1770 se guiaron por la moderación y la tradición. Es el caso de la propuesta del Claustro de la Universidad de Valencia de 1772, que no se llegó a aprobar: la física general y particular, si nos atenemos al voto particular del catedrático Joseph Matamoros, se impartiría siguiendo el método aristotélico. En efecto, Matamoros denunciaba la inutilidad y oscuridad de los libros de Aristóteles y propugnaba “el verdadero método de filosofar”, que era el newtoniano, basado en la observación y la experimentación. Matamoros reconocía que se necesitarían máquinas e instrumentos, pero podía subsanarse su carencia mediante las estampas y dibujos de los textos¹⁸².

Esta situación no era del agrado del gobierno, que propugnaba la elaboración y la utilización de textos nacidos de las propias universidades: la decisión del Consejo de Castilla de 28 de enero de 1778 instaba a los claustros universitarios a promover las medidas necesarias para la formación de cursos completos en todas las disciplinas, y en particular de filosofía. En esta materia se debía huir de posiciones partidistas favorables a cualquiera de los sistemas y en especial a los de las Escuelas; se pedía que se evitaran cuestiones inútiles, y que se tomaran como ejemplos los escritos de Genovesi y Verney en lógica y metafísica, y de Musschenbroek en física. No estaban en general preparados los claustrales de las distintas universidades para llevar a cabo esa empresa, y de hecho

¹⁸¹ El proyecto renovador, que incluía igualmente seguir en metafísica a Condillac y en la lógica a Heineccius, fue finalmente rechazado y no se plasmó en el plan de la universidad de 1770, que optaba por mantenerse fiel a la filosofía peripatética y proponía al Consejo la obra del dominico Antonio Goudin (1639-1695), *Philosophia iusta inconcussa tutissimaque divi Thomae dogmata logicam, physicam, moralem et metaphysicam quatuor tomis complectens*, que tuvo numerosas ediciones. El fiscal Campomanes aceptó que Goudin fuera interinamente el manual durante tres años, pero se advirtió a la universidad de que tenía que dar a luz un texto apropiado, recomendando que se basara en Heineccius y Port-Royal en lógica, Malebranche y Genovesi en metafísica, y Musschenbroek en física. Sobre los estudios de Filosofía en la Universidad de Salamanca, véase Zamora Sánchez, *Universidad y filosofía moderna...*, 17-92.

¹⁸² Albiñana, *La Universidad de Valencia...*, III, 53-61.

no se llegó a aprobar ningún texto. Ante esta situación, el Consejo, como ya se ha dicho, ordenó que los cursos de filosofía se impartieran siguiendo el de Villalpando, aunque la efectividad real de la medida fue escasa. Algunas universidades, como la de Valencia, se atuvieron al párrafo que indicaba que la Orden afectaba a aquellas que no cursaran por el Jacquier o el Musschenbroek, de lo que cabe deducir que, por entonces, uno de estos dos textos funcionaba como manual en la facultad de Artes¹⁸³.

La física experimental logró figurar en los Planes de Estudio de la universidades españolas, aunque su implantación progresó con desigual fortuna. Un caso singular es el de la Universidad de Valencia, dónde se reguló su enseñanza de acuerdo con las directrices del Plan Blasco de 1787. A cargo de la materia se nombraría un catedrático de Mecánica y Física experimental, al que competiría la enseñanza de las ciencias físico-matemáticas –Estática, Dinámica, Hidrostática, Hidrodinámica, Óptica, Catóptrica, Dióptrica y Perspectiva–siguiendo el primer tomo del *Examen marítimo* de Jorge Juan y las *Lecciones de Óptica* del abate La Caille; se haría cargo igualmente de la explicación de las máquinas y la realización de experimentos. Se dotaron fondos para la compra de instrumentos y se creó la plaza de maquinista para el manejo, conservación y reparación de los aparatos¹⁸⁴. La confección de instrumentos y el diseño de las prácticas experimentales se guiaron por las obras de S’Gravesande, Musschenbroek y Nollet; el gabinete se incrementó con las compras de las colecciones de ciertos personajes, a la muerte de estos¹⁸⁵. Los impulsos renovadores venían de antes: a mediados de siglo se adoptó el *Compendium* de Tosca como texto de Filosofía, un poco más tarde se cambió a los de Fortunato de Brixia y, ya en 1774, se implantó el Jacquier, que el Plan Blasco conservará en la facultad de Artes¹⁸⁶. El Plan Blasco establecía igualmente la existencia de dos catedráticos de Matemáticas, encargados de impartir la materia en dos cursos: en el primero se enseñaría la matemática elemental –aritmética, álgebra hasta las ecuaciones de segundo grado, geometría con las primeras nociones de secciones cónicas, trigonometría plana y la aplicación de estos conocimientos a la medición mediante el uso

¹⁸³ Véase Zamora Sánchez, *Universidad y filosofía moderna...*, 187-283.

¹⁸⁴ Ten, «La física experimental ...», 167.

¹⁸⁵ En concreto, Ten, *Ibid.*, 188, menciona *Physices Elementa Mathematica Experimentis Confirmata sive Introductio ad Philosophiam Newtonianam* de S’Gravesande; *Compendium Physicae Experimentalis Conscripsum in usos académicos*, de Musschenbroek; *Leçons de Physique Expérimentale* y *L’art des expériences* de Nollet. En este mismo artículo, se ofrece una relación de las máquinas e instrumentos con que terminó contando el gabinete de la universidad, 178-186.

¹⁸⁶ Albiñana, *La Universidad de Valencia...*, I, 469-502.

de instrumentos; en el segundo se abordaba la matemática superior, utilizando las *Lecciones de Matemáticas* de La Caille con las notas del abate Marie¹⁸⁷.

7.4 Colegio de San Hermenegildo de Sevilla.

En el *Discurso* de Pedro Henry que se ha comentado en un epígrafe anterior tenemos una muestra de la aceptación de la mecánica newtoniana. Henry señala que, ya sin cautelas, la teoría gravitatoria estaba introducida en los planes de estudio del centro. En algunos de sus discursos anteriores había subrayado la necesidad y utilidad de las Matemáticas en el ámbito de la astronomía, de la arquitectura civil, militar y naval, e incluso de lo que se conocía como “Ciencias Naturales”. Daba por sentado que su público conocía la ley de atracción, que aceptaba la inmensidad del espacio, y la existencia de soles con sus sistemas planetarios, todos gobernados por las fuerzas gravitatorias. En su *Discurso*, Henry explicaba que en el aula se enseñaría el cálculo infinitesimal, cuya invención atribuía a Newton, y remitía a su “Filosofía natural”—así denominaba a los *Principia*—en la que se hallaban “repetidas pruebas de la elegancia y fecundidad del nuevo método”¹⁸⁸. Mac-Laurin, los Bernouilli, el marqués de Hospital y Leibniz, y posteriormente Clairut, Euler, Moivre, Fontaine, La Grange, La Place o D’Alembert, y algunos otros, habían ampliado las posibilidades del cálculo para resolver problemas que se habían resistido a los métodos anteriores. Henry estaba desde luego al tanto de los avances realizados en el campo de las matemáticas y enumeraba algunos de ellos: las ecuaciones en diferenciales parciales y su integración, debidas a D’Alembert, los inicios del cálculo de variaciones y los progresos en este campo de Euler, Lagrange y Laplace, o la determinación con la mayor exactitud de la posición en cada instante de nuestro satélite. Esta última cuestión resultaba fundamental para precisar la longitud en el mar, un aspecto que merecía destacarse en Sevilla, estrechamente vinculada a la navegación. Henry mencionaba otros problemas que habían sido resueltos por los matemáticos del siglo, como el de las irregularidades lunares o el de los tres cuerpos. Recordaba los muchos quebraderos que habían dado hasta que se encontraron las soluciones, pues se había llegado a pensar que “el sistema de la atracción recíproca de los cuerpos en razón directa de sus masas, e inversa del cuadrado de sus distancias, hallado por Newton y verificado en todos los

¹⁸⁷ *Plan de Estudios aprobado por S.M. y mandado observar en la Universidad de Valencia* (Valencia: Benito Monfort, 1787), 5-7. Las *Leçons Élémentaires de Mathématiques*, de Nicolas-Louis de la Caille se publicaron por primera vez en 1741 y de la obra se hicieron varias reimpresiones y una nueva edición, ampliada por el abate Joseph François Marie.

¹⁸⁸ EMDLE: 10/I/1791, 37.

planetas, padecía una excepción en la luna”. Sin embargo, continuaba, los trabajos de Clairaut, seguidos después por los de Euler, Lagrange y Laplace, habían terminado por eliminar las dudas, ya que, “de estos trabajos resulta verificarse en todas sus partes el sistema de la atracción en el modo en que lo dio Newton, sin que se ofrezca ni una observación que no sea una nueva confirmación de él: debiéndose esta certeza en que estamos del sistema astronómico, a la perfección a que han llegado los cálculos, y señaladamente el infinitesimal”¹⁸⁹.

8. Las ciencias físicas al servicio del desarrollo económico: su aplicación a la industria y el comercio.

Margaret C. Jacob sostiene que, a finales del setecientos, el vínculo entre conocimiento científico y desarrollo industrial estaba plenamente asimilado entre los emprendedores que iniciaron la transformación de la economía británica¹⁹⁰. La introducción de cambios innovadores en los modos de producción –utilización de maquinaria, aprovechamiento de la energía hidráulica, sustitución del carbón vegetal por el coque en la fundición de metales, aplicación de la máquina de vapor a la minería, el transporte y a la fabricación de manufacturas, –condujeron a lo que se ha llamado “primera revolución industrial”. Un factor decisivo fue sin duda la nueva mentalidad científica de la que se habían ido imbuyendo ciertos sectores de la sociedad, unida a un espíritu emprendedor que era consecuencia de la confianza adquirida en la capacidad para someter los fenómenos naturales y en el abandono de métodos tradicionales obsoletos. Un número creciente de individuos había podido acceder a los nuevos conocimientos y prácticas mediante cursos, charlas y demostraciones mecánicas. La extensión de la educación tomó distintas formas, y se canalizó a través de medios variados, desde el estudio de libros científicos o la lectura de los extractos aparecidos en la prensa a la pertenencia a sociedades o academias. La ciencia formaba parte integrante de la cultura, entendida en sentido amplio¹⁹¹, y se expresaba en variopintas manifestaciones, según sus públicos y sus fines: memorias académicas, manuales de enseñanza, lecciones prácticas, construcción de instrumentos y artilugios, inclusión en espectáculos y entretenimientos, mejoras en el rendimiento de la tierra, diseño de procesos artesanales o fabricación de máquinas. La aplicación de esos

¹⁸⁹ EMDLE: 10/I/1791, 38, 39.

¹⁹⁰ Margaret C. Jacob, *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution* (Philadelphia: Temple University Press, 1988), 137: 178.

¹⁹¹ Tal como la define el *Diccionario de la Lengua*: “Conjunto de modos de vida y costumbres, conocimientos y grado de desarrollo artístico, industrial, en una época, grupo social, etc.

conocimientos y de los recursos materiales a nuevos productos, nuevos procesos de fabricación, nuevas máquinas, nuevos utensilios y aparatos, dio lugar a invenciones de enorme impacto económico y social. La *technè*, tonificada por los saberes aprendidos, analizada y desmenuzada mediante el análisis y la observación, puesta a prueba en ensayos metódicos, era igualmente en el setecientos una expresión de la ciencia¹⁹².

Las condiciones políticas, sociales y culturales españolas no eran iguales a las que había en el Reino Unido. Pero existía el convencimiento entre las élites ilustradas de que la ciencia moderna era un factor dinamizador de la economía y del comercio. El ejemplo del desarrollo alcanzado por otros países estaba bien presente en los planes reformistas tanto de la Administración del Estado como de los particulares. En consecuencia, se enviaban pensionistas al extranjero, se contrataban técnicos foráneos, se ejecutaban planes de espionaje tecnológico e industrial. En los siguientes apartados se examinan fugazmente dos instituciones, asentadas en sus respectivos territorios, que ilustran la percepción de que la ciencia tenía un papel importante que jugar en la modernización de las producciones agrícolas, mineras e industriales españolas¹⁹³.

8.1 Real Seminario patriótico vascongado.

El Seminario de Vergara surgió de la iniciativa de la Real Sociedad Vascongada de Amigos del País, cuyo antecedente se encuentra en la tertulia de los “Caballeritos de Aizcoitia”, formada inicialmente por Xavier María de Munibe e Idiáquez, conde de Peñaflorida, Ignacio Manuel de Altuna y Joaquín María de Eguía y Aguirre, Marqués de Narros. La Sociedad, fundada en 1764, tenía como objetivo desarrollar la agricultura, la industria y el comercio y fomentar las artes y las ciencias, contribuyendo al crecimiento de la economía local. La instrucción de los afiliados era uno de los instrumentos empleados para esos fines, así como el intercambio de noticias, experiencias o propuestas de mejoras relativas a los propósitos de la Sociedad. Estos trabajos de los socios eran expuestos en las reuniones reglamentadas en los estatutos, y se recogían en las memorias correspondientes. En

¹⁹² Agustín Nieto - Galan, en *Los públicos de la Ciencia. Expertos y profanos a través de la historia* (Madrid: Marcial Pons, 2011), 205-242, recuerda el papel de los artesanos en la configuración de la ciencia moderna, y destaca las contribuciones de personajes como James Watt (1736-1819), o Nicolás Leblanc (1742-1806) al avance científico. Como dice, “Se trataría, pues, de una cultura técnica compleja y flexible, que no encajaría demasiado con rígidas categorías de separación entre ciencia y técnica, academia y taller, pero que poco a poco ocupó con gran éxito la esfera pública de todos los rincones de Europa”, 222.

¹⁹³ El aumento de la producción agrícola e industrial, el incremento de la población, el desarrollo de las manufacturas y la limitación de las trabas a los intercambios comerciales dieron lugar a la expansión de la economía en el setecientos, manifestándose este desarrollo con mayor potencia en la segunda mitad del siglo, aunque con apreciables desigualdades territoriales. Véase Gonzalo Anes y Álvarez de Castrillón, «La economía española en el siglo XVIII», en Enrique Fuentes Quintan (dir.) *Economía y economistas españoles 3. La Ilustración* (Barcelona: Galaxia Gutenberg. Círculo de Lectores, 2000), 91-184.

1771 el rey le otorgó el privilegio de añadir a su título la palabra “Real”, tomándola bajo su patronazgo. Las labores docentes y de investigación se consolidaron con la fundación del Real Seminario Patriótico en 1777.

Las actividades de la Sociedad tenían una clara orientación utilitaria, en la que la ciencia era un elemento indispensable para sustituir los métodos artesanales, menos eficientes, por otros más productivos. Las enseñanzas estaban dirigidas a la formación de “sujetos hábiles para las carreras y profesiones de inmediata utilidad al Estado con relación al país en que se establece”¹⁹⁴. Además de la instrucción en las primeras letras, para aquellos que lo necesitasen, los estudios generales comprendían Religión, Lengua castellana, latina y francesa, Humanidades, Matemáticas y Física experimental, más música y danza; junto a estas enseñanzas se impartían otras específicas, como Comercio, Ciencias subterráneas y metalúrgicas, y Química¹⁹⁵.

Mineralogía, Metalurgia y Química fueron sin duda las que alcanzaron mayores éxitos, favorecidas por la elección del profesorado, la creación de cátedras de Química y Mineralogía, y la dotación y puesta en marcha del Laboratorio Químico. Baste recordar el descubrimiento del wolframio y el procedimiento de maleabilidad del platino. Sin embargo, el perfeccionamiento y modernización de las enseñanzas científicas no se tradujo en un mayor interés y dedicación por parte de los colegiales, de los que solo una parte siguió los cursos de estas disciplinas. El primer profesor de Física fue un joven François Chavaneau que marchó ocho años más tarde a la Corte con el encargo de dirigir el Laboratorio de la platina, tras el éxito alcanzado en Vergara en la purificación del platino. El programa de Física de Chavaneau era semejante al de Musschenbroek, con el añadido de la cosmografía y astronomía física, en las que se daba por supuesto la validez del sistema de Newton. Chavaneau se hizo cargo igualmente de la cátedra de Química, que hasta 1780 había ocupado Louis Proust. La partida de Chavaneau, junto con la de Fausto Elhuyar, provocó que quedaran desiertas las cátedras de Física, de Química y de Ciencias metalúr-

¹⁹⁴ Así se dice en la presentación de la Escuela Patriótica, que se convertirá al poco tiempo en el Real Seminario. No pretendía ser un Colegio o Seminario más, sino que se ordenaba como un centro de formación práctico, sin olvidar los fundamentos y nociones generales de una buena educación. Leandro Silvan, *Los estudios científicos en Vergara a fines del siglo XVIII* (San Sebastián: Biblioteca Bascongada de los Amigos del País, 1953), 38.

¹⁹⁵ Según *Noticia abreviada del Real Seminario patriótico vascongado: Idea general* (1777?): “Se enseñan 1. la doctrina cristiana por el catecismo Diocesano y por el de Fleuri. 2. lectura, escritura, aritmética y gramática castellana. 3. rudimentos de latinidad. 4. versión y composición latina. 5. humanidades, poética y retórica. 6. Geografía. 7. matemáticas. 8. física, historia natural y química. 9. ciencias subterráneas y metalurgia. 10. dibujo”.

<https://liburutegibiltegi.bizkaia.eus/bitstream/handle/20.500.11938/79609/b11151262.pdf>.

gicas durante un tiempo, hasta que en 1789 se nombró a Gerónimo Mas, a la sazón profesor de Matemáticas del Seminario, para impartir igualmente las clases de Física y Química, materias en las que se había formado en París a expensas de la Sociedad. El programa de estudios de Mas comprendía tres años de matemáticas, con un apéndice de física general; le seguían dos años de física particular, que consistía esencialmente en química –gases, nueva nomenclatura de Lavoisier, texto de Fourcroy– y, en el segundo curso, los reinos vegetal y animal¹⁹⁶.

Disponemos del programa de uno de los exámenes públicos realizados en Vergara en 1790¹⁹⁷. En el envés de la portada, figuraba como lema la frase, “His principiis via sternitur ad majora. Newtonus de Quadraturis curvarum”, que atestigua el compromiso del Maestro de Matemáticas con los métodos newtonianos y la aceptación plena de los mismos¹⁹⁸. El cadete, en la dedicatoria al duque de Osuna, hacía una relación de los estudios que había seguido: aritmética, geometría, trigonometría plana, álgebra, con sus aplicaciones, secciones cónicas, cálculo diferencia e integral, estática, dinámica, fortificación y chimia “según la doctrina moderna de los Académicos Franceses Lovoysier (sic), Fouroy, Berthollet, y Morveau”. En la *Introducción* se decía que el texto seguido en matemáticas era el de Benito Bails, “por ser la nata de cuanto han escrito estos Autores, como por parecernos la más conforme a las ideas de Institución del R. Seminario Patriótico Bascongado”¹⁹⁹ y, ya en el listado de las proposiciones que se iban a exponer, se concretaba que el texto era “la obra grande” de Bails, excepto en las secciones cónicas, tomadas de La Caille. En la fortificación se seguía a Lucuce²⁰⁰, y la mecánica se explicaba mediante el *Examen marítimo*.

Siendo importantes las actividades docentes del Seminario, por cuanto pretendían la formación de capital humano, no son menos significativos los trabajos realizados por los

¹⁹⁶ La información de los párrafos anteriores ha sido extraída de Silvan, *Los estudios científicos...*, 45-129.

¹⁹⁷ *Examen de Matemáticas, Fortificación militar, Física General y Chimia, que ha de tener el Seminarista Don Ignacio María Porcel y Aguirre, cadete de Reales Guardias Españolas en los exámenes generales de la R.S.P.B., en los días 15 y 16 de julio; y en las juntas generales de la R.S.B. en Bilbao, día 2 de agosto a las 10 de la mañana. Baxo la dirección de Don Gerónimo Mas, profesor de Matemáticas sublimes en el R. Seminario Patriótico Bascongado* (Vitoria: Baltasar de Manteli, 1790). <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000041273&page=1>. [Consulta 12/08/2022]

¹⁹⁸ La frase de Newton es en realidad “Et his via sternitur ad maiora” y cierra el *Tratado de cuadraturas*.

¹⁹⁹ Los autores a los que se refiere son los nombrados unas frases antes: D’Alembert, Euler, Jorge Juan, Bouguer, los Bernouilli, La Grange, La Caille, Bézout, Bossut, Gherli, Simpson, Emerson, Muller. En, *Examen de Matemáticas, Fortificación militar...*, x.

²⁰⁰ Debe de referirse a los *Principios de fortificación que contiene las definiciones de los términos principales de las obras de Plaza y de campaña, con una idea de la conducta regularmente observada en el Ataque y Defensa de las Fortalezas. Dispuestas para la instrucción de la Juventud Militar* (Barcelona: Tomás Piferrer, 1772).

socios, encaminados a la mejora de las técnicas productivas de los sectores más relevantes para la economía de las provincias vascongadas: ensayos agrícolas mediante la importación de semillas extranjeras y utilización de abonos, renovación de la ganadería ovina, dotación de premios para los mejores procedimientos industriales relacionados con la metalurgia del hierro, análisis de aguas minerales, estudio de la mina de Somorrostro, etc. Instrucción científica y aplicación de la ciencia van de la mano en la Sociedad vascongada, que reconoce el valor de una y otra en la explotación de los recursos naturales.

8.2 La Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona²⁰¹.

En 1764, un grupo formado por dieciséis individuos, la mitad de los cuáles eran médico o boticarios, se reunió en Barcelona para formalizar una sociedad que recibió el nombre de “Conferencia físico-matemática experimental”. El objetivo de los socios era instruirse en la teoría y práctica de la física experimental, adquiriendo para ello los instrumentos necesarios mediante las aportaciones monetarias de cada uno de ellos. El recién nombrado Director, el bachiller en leyes Francisco Subirás, impartiría el curso, basándose en el *Essai de Physique* de Musschenbroek; las máquinas fueron, al parecer, encargadas a artesanos locales. El *Discurso* inaugural de Subirás ensalzaba lo que llamaba el “verdadero método de filosofar”, basado en la contemplación de la naturaleza, la utilización de instrumentos y las demostraciones geométricas, y abominaba del metafísico discurso de Aristóteles²⁰². Subirás daba su diagnóstico y su remedio a la situación catastrófica que percibía en el país: la nueva física era desconocida en España; sus avances y desarrollos desdeñados; y los inventos que procuraban progreso y crecimiento económico ignorados. Todo ello se traducía en decadencia de las artes, de las manufacturas, la navegación, el comercio y la agricultura. El remedio estaba en la instrucción de la juventud en las ciencias físicas, el abandono de las disputas escolástica y la valoración de las artes mecánicas. La utilidad de la física, tanto matemática como experimental, ocupaba varios párrafos de la alocución: no solo se valían de estas ciencias los cuerpos militares para llevar a cabo sus numerosas funciones, también las Artes –es decir, todos los oficios artesanos, desde la arquitectura a telares, la fabricación de instrumentos o los preparados de colores o tintes – sacaban un buen provecho de ellas; los beneficios que resultaban del conocimiento de

²⁰¹ Este epígrafe se basa en José Iglesias Fort, *La Real Academia de Ciencias Naturales y Artes en el siglo XVIII, Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, tercera época, Volumen XXXVI. 1 (Barcelona: Ariel, 1964), y Nieto-Galan, Roca Rosell (coords.), *La Reial Acadèmia de Ciències ...*

²⁰² «Conferencia Physica. Discurso leído por el Dr. D. Francisco Subirás en la primera sesión particular el día 18 de enero de 1764», en Nieto - Galan, Roca Rosell (coord.), *La Reial Acadèmia de Ciències...*, 339-353: 340.

la física alcanzaban igualmente al ejercicio de la profesión de teólogos, los abogados o médicos. Recuerda este panegírico al realizado por Nebot en su juicio a la *Física moderna, racional y experimental* de Andrés Piquer. La química, por otra parte, tan necesaria a la práctica médica, no era sino una ciencia puramente física. El modesto programa de la Conferencia se limitaba inicialmente a un “Curso Physico-matemático experimental” en el que se seguiría a Musschenbroek²⁰³, “conformándonos con sus Instrucciones o Ensayos físicos, por ser las más claras y metódicas”²⁰⁴. Entre los requisitos que se exigían a los “conferentes” para seguir el curso estaba estar algo puestos en matemáticas, sin las cuales no se podían demostrar las proposiciones mecánicas.

En 1766 la Conferencia obtuvo la protección del monarca y pasó a llamarse Real Conferencia físico-experimental, dotándose de nuevos estatutos y ampliando su radio de acción a las matemáticas y a las ciencias naturales. Se organizó en ocho secciones o direcciones: Álgebra y Geometría; Estática e Hidrostática y Meteorología; Electricidad, Magnetismo y otras atracciones; Óptica; Pneumática y Acústica; Historia Natural; Botánica; Química. Los cursos se abrieron a oyentes externos, y se asignó a determinados conferentes las labores de docencia. Pasados cuatro años, se reestructuró la Conferencia, que tomó el nombre por Real Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona, denominación que de la que se terminó suprimiendo el adjetivo de “naturales”, quedando desde entonces como Real Academia de Ciencia y Artes de Barcelona (RACAB). A las ocho Direcciones anteriores se añadió la de Agricultura²⁰⁵, con unas funciones bien definidas que se materializaron en memorias, dictámenes e informes relacionados con el incremento de la productividad de las tierras. Otra novedad importante fue la regulación del “Académico Artista”, título dado a los conferentes de la RACAB que hubieran sido admitidos por sobresalir en alguna invención de maquinaria o proceso ventajoso, realizar trabajos artesanales delicados o introducir métodos útiles en la producción de manufacturas. La incorporación de estos socios se enmarcaba en una concepción de la

²⁰³ El *Essai de Physique* de Musschenbroek es el texto que se asigna habitualmente a este curso de la Conferencia Físico-matemática experimental. Dicha obra figura en los estantes de la biblioteca de la institución. Sin embargo, Iglesias Fort cuestiona esta asignación en la nota al pie 2 de la página 66, pues en los Estatutos se decía que, en los experimentos, “se seguirían los mejores métodos con arreglo a los de la *Tentamina Experimentorum* de Pedro van Musschenbroek”, obra en dos volúmenes publicada en 1731

²⁰⁴ *Ibid.*, 351.

²⁰⁵ Al parecer funcionaba esa dirección antes de la mención explícita en los nuevos estatutos. Pascual Bernat trae a colación que se añadió a los estatutos de la Real Conferencia un párrafo en el que se manifestaba la voluntad del rey a este respecto. En este trabajo de Pascual Bernat se hace una valoración crítica de la incidencia que tuvieron los trabajos de la RACAB en el ámbito de la agricultura catalana, con sus luces y sombras. «La Direcció d’Agricultura de la Reial Acadèmia de Ciències Naturals i Arts de Barcelona (1766-1808)», en, *La Reial Acadèmia de Ciències...*, 245-266: 247-248.

actividad científica que no desdeñaba las aportaciones de los técnicos y artesanos, al contrario, las consideraba parte integrante del desarrollo que promovían las ciencias. Muchos eran maquinistas y constructores de instrumentos, algunos de reconocido prestigio, como Juan González i Figueres (1731-1897), que se encargó de las máquinas de la Academia y construyó un buen número de piezas para los gabinetes de la misma; otros eran torneros, relojeros, arquitectos, pintores, tejedores, fabricantes de mármoles artificiales, fabricantes de paños o vidrieros²⁰⁶. Dentro de la institución colaboraron a veces las dos categorías de socios en el diseño y fabricación de ciertos instrumentos. Por ejemplo, José Valls construyó dos termómetros, siguiendo las instrucciones del Dr. Salvà y Campillo²⁰⁷.

Los trabajos científicos de los socios en el siglo XVIII han quedado recogidos en los *Discursos y Memorias* leídos entre 1771 y 1800; el listado cronológico reunido por Iglesias, así como la idea sucinta que proporciona de esos textos, son una muestra de las actividades e intereses de los académicos, y del entusiasmo con que suplían a menudo las carencias de su formación²⁰⁸. Aprendían de sus lecturas, de las conversaciones que probablemente mantenían entre ellos, de las explicaciones de sus compañeros, y posiblemente de las habilidades de los socios artesanos. Agricultura, botánica, historia natural y meteorología fueron los temas más frecuentes, y los de física, electricidad y maquinaria, los más relevantes. Son importantes las memorias dedicadas a la construcción y utilidad de los pararrayos, leídas por Antonio Junglà, y las de Francisco Salvà, sobre el galvanismo y su aplicación a la telegrafía sin hilos. Otras presentaban nuevos modelos y mejoras de máquinas, o trataban de hidráulica, o de la necesidad de uniformar las medidas de áridos. Muchas no eran sino exposiciones de ciertos temas de matemáticas o mecánica extraídas probablemente de las clases o de los manuales manejados: obtención de centros de gravedad, cálculo del empuje de las bóvedas, explicación de las fuerzas centrales o del rozamiento de los cuerpos, análisis del origen y progreso de la disputa sobre las fuerzas viva y muertas, modo de hallar la longitud del mar, estudio de los efectos de la gravedad o alcance de proyectiles. La descripción de diversos instrumentos y fenómenos ópticos tampoco eran ajenas a los intereses de los socios. Abundaban las memorias relacionadas con las características geofísicas y

²⁰⁶ Sobre los “Académicos-Artistas”. Carles Puig-Plà, «Els primers socis-artistes», en Rosell, *La Reial Acadèmia de Ciències...*, 287-309.

²⁰⁷ Iglesias Fort, *La Real Academia de Ciencias Naturales...*, 200-201.

²⁰⁸ *Ibid.*, 236-290.

botánicas del territorio, así como sobre las peculiaridades de sus producciones agrícolas y mineras. La química tenía un buen representante en Antonio Martí y Franqués.

Las actividades de la Academia, proyectadas inicialmente en provecho de sus miembros, se desplegaron más tarde hacia su entorno: cursos de matemáticas abiertos al público, promoción de una cultura científica, elaboración de informes en respuesta a consultas planteadas por particulares, encargos oficiales, publicación de algunas de memorias consideradas de interés, colaboraciones en la prensa local y la prensa madrileña –por ejemplo, Francisco Salvà en el *Memorial Literario*, como se verá en el próximo capítulo anterior, aplicación de la ciencia a la mejora de cultivos como la vid e invención y perfeccionamiento de maquinaria. La RACAB no se distinguió en esta primera etapa por sus logros científicos, que no podían ser sino modestos y voluntariosos si se tiene en cuenta el contexto social y cultural del que formaba parte, pero es evidente que la orientación que quiso dar a su labor estaba en la línea de la de las academias provinciales existentes en otros países, favoreciendo una ciencia experimental que colaborara al desarrollo económico mediante el estudio de los recursos naturales y la capacitación de los recursos humanos.

9. Las ciencias físico-matemáticas al servicio del Estado.

La “militarización de la ciencia en España” se ha convertido en una locución feliz que ha conseguido hacerse un hueco permanente en la historiografía del siglo XVIII español²⁰⁹; es imposible hablar de la ciencia en el setecientos sin que antes o después nos veamos obligados a echar mano de esa expresión que sintetiza, con gran economía de medios, la política científica de la monarquía borbónica. Naturalmente esta afirmación reclama de inmediato al menos un par de salvedades: en primer lugar, no se puede hablar de un plan bien estructurado de promoción de la investigación y del conocimiento científico, que contara con los factores y adhesiones necesarias para llevarlo a cabo; ni cuyas líneas de actuación gozaran de la continuidad indispensable para materializarse en realizaciones concretas; sabemos que los proyectos pocas veces terminaron cumpliéndose de acuerdo con los designios de sus promotores que, sujetos a las oscilaciones provocadas por las

²⁰⁹ Para Antonio Lafuente y José Luis Peset, en «Militarización de las actividades científicas en la España ilustrada», 127-148, la militarización de la ciencia no se restringe a las diversas resoluciones conducentes a la formación científica de los oficiales del Ejército y de la Armada y al fortalecimiento tecnológico y estratégico de los cuerpos militares; se manifiesta igualmente en las misiones de espionaje industrial, el tutelaje de pensionados en el extranjero, la prioridad dada a algunas disciplinas científicas sobre otras –cirugía, geografía y matemáticas–, la producción de manufacturas y, en general, en los rasgos castrenses que toma la institucionalización de la ciencia en España: centralización, jerarquía y estabilidad.

intrigas palaciegas en las que podían perder el favor de la Corona, arrastraban en su caída las inestables edificaciones que habían levantado²¹⁰. Por otra parte, y relacionado con lo que acabo de decir, no faltaron iniciativas gubernamentales de dispar alcance que promovieran las reformas educativas, la fundación y protección de academias y sociedades, el establecimiento de fábricas, la creación de espacios científicos —pienso en el Jardín botánico de Madrid, o en el Laboratorio químico instalado en la Corte, por citar ejemplos bien conocidos—, la dotación de expediciones, la modernización de las instituciones sanitarias o la mejora de las técnicas de impresión, y con ello el aumento de la producción y de la calidad de libros y publicaciones científicas. Pero el fortalecimiento y transformación de los cuerpos militares fue, de hecho, la perseverante finalidad de los gobiernos de la monarquía, a la que se sujetaron tanto los planteamientos científicos y educativos como las disposiciones legislativas y financieras que los regulaban. El ejército y la marina eran instituciones indispensables a la hora de proteger los dominios de la metrópoli y de las colonias, sin olvidar que, en el mudable tablero político europeo, el respaldo de unas fuerzas armadas competentes constituía una baza favorable a la hora de fijar acuerdos y alianzas, así como un elemento disuasorio frente a ambiciones territoriales de otras potencias.

Las tareas asignadas al ejército iban más allá de la intervención en conflictos armados o la defensa de las fronteras; los oficiales del Cuerpo de Ingenieros se encargaban igualmente de llevar a cabo el diseño y la ejecución de las acciones dirigidas a la vertebración del territorio, el levantamiento de infraestructuras, o la racionalización de la ordenación urbanística y la creación de equipamientos²¹¹; los artilleros, además de sus funciones propias, tenían encomendada la gestión de la industria armamentista, como defiende M^a Dolores Herrero Fernández-Quesada²¹². Los oficiales de la Armada asumían el diseño y edificación de astilleros, la construcción de navíos, el fomento de la industria auxiliar, la

²¹⁰ El caso más relevante, por el poder que había acumulado en sus manos, fue la caída del marqués de la Ensenada y de sus colaboradores. Muchos de sus proyectos se resintieron o fueron pospuestos, cuando no abandonados, por los nuevos gestores. Como dice Nuria Valverde en *Un mundo en equilibrio. Jorge Juan (1713-1773)*. (Madrid: Marcial Pons, 2012), 142: “La caída del marqués de la Ensenada había puesto en evidencia que los frutos no estaban tan maduros como para que por sí mismos mostrasen como indiscutibles las ventajas de la formación técnica y científica de los cuerpos militares”.

²¹¹ Horacio Capel Sáez, Vicente Casals Costa, «Los ingenieros o el matrimonio de las ciencias con las artes útiles», en *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla*, vol. IV, 557-602).

²¹² M^a Dolores Herrero Fernández-Quesada, «Educando a Marte. Rentabilidad de la innovación docente militar y versatilidad profesional», *Cuadernos de Historia Moderna* 41.2 (2016), 391-424: 405-406. Herrero se refiere en concreto al objetivo gubernamental de controlar el sector de la industria armamentista, poniéndola bajo la dirección de los oficiales artilleros formados en la academia segoviana y, por tanto, conocedores de los avances tecnológicos que se habían producido en el ramo, que quedaban plasmados en

fortificación de los puertos o la incorporación de novedades que facilitaran la navegación en el océano; la necesidad de reestructurar la fuerza naval que defendía las costas mediterráneas y las rutas comerciales transatlánticas se hizo perentoria para la monarquía, cuyos gobiernos impulsaron, en la medida de sus posibilidades, el autoabastecimiento de materias primas y elementos accesorios indispensables²¹³. No existían entidades privadas ni un número suficiente de emprendedores para llevar a cabo las profundas transformaciones que el país necesitaba para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, incrementar la producción nacional, sanear la economía o asegurar los flujos comerciales. Como venía a decir Feijoo, las iniciativas y los proyectos tenían que ser impulsados desde el trono y materializarse mediante mandatos y prescripciones gubernativas, dado lo ajena que era la sociedad española a la cultura empresarial. El enorme imperio colonial ocultaba a muchos la pérdida de influencia y poder en el concierto de los estados europeos, pero la percepción de la decadencia y del atraso de la nación abrumaba a los más lúcidos. En las últimas décadas del siglo XVII se había iniciado la recuperación demográfica y económica, pero las reformas seguían siendo necesarias y la modernización inapelable. Había que diagnosticar las causas del atraso, prescribir los remedios, priorizar las actuaciones y registrar los medios técnicos y humanos con que se contaba. Los reformadores veían en los saberes científicos y tecnológicos el bálsamo que necesitaba España para curar sus males y avanzar por la senda del progreso y del bienestar público; había que devolver a la nación el lustre perdido, incorporando aquellos adelantos que habían reportado a otros reinos una ventaja comparativa en el terreno militar o el económico: la ciencia era útil, señalaba la senda del progreso y confería prestigio²¹⁴.

La estrategia seguida por los gobernantes para alcanzar esos fines consistió en formar unos cuerpos de oficiales especializados, creando para ello academias en las que se asignaba un papel fundamental a la instrucción científico-técnica²¹⁵. En el ejército y la armada

los distintos tipos de artefactos bélicos, la técnica de fundición de cañones, la fabricación de pólvora o el calibre de las piezas.

²¹³ Teodoro de Leste, «Ciencia y técnica en la Ilustración, Enrique Martínez Ruiz, Magdalena de Pazzis Pi Corrales (eds.), *Ilustración, Ciencia y Técnica en el siglo XVIII español* (Valencia: Universitat de València, 2008), 63-84.

²¹⁴ Véase la exposición inicial de motivos que hace el rey Felipe V en la Real Ordenanza de 22 de julio de 1739 por la que se regula la enseñanza de las matemáticas en la Academia de Ingenieros de Barcelona.

²¹⁵ El papel jugado por las academias del ejército y de la marina borbónicas en las actividades y prácticas científicas del setecientos ha atraído la atención de una pléyade de historiadores que se han dedicado específicamente a su análisis. Entre las obras que me han parecido más relevantes para dar una visión general citaré las que vienen a continuación. Un estudio sobre los ingenieros militares y la Real Academia matemática de Barcelona puede verse en Horacio Capel, Joan Eugeni Sánchez, Omar Mocada, *De Palas a Minerva: la formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*

mandaba el principio de jerarquía y el rey era el jefe supremo, pues eran sus fuerzas militares y navales. Los mandatos reales se transmitían a lo largo de la cadena de mando; el gobierno podía esperar que se siguieran estrictamente sus disposiciones, dado que los oficiales pertenecían a la nobleza y se sentían vinculados por lazos de fidelidad a la persona del monarca. No ocurría lo mismo respecto de otras instituciones, como las universidades, que gozaban de autonomía; tampoco la creación de una academia de ciencias que siguiera el modelo de la de París garantizaba unos resultados que remediaron la urgencia y, aunque a lo largo del siglo se contempló esta posibilidad, los numerosos proyectos que se presentaron no terminaron de cristalizar.

De las academias salió un puñado de oficiales con buenos conocimientos científico-técnicos, y comprometidos con las ideas ilustradas. Eran individuos insatisfechos con el ambiente que se respiraba en los cuartos de banderas, donde las rutinas. Las reformas no se abordaron desde una perspectiva integral, solo afectaron realmente a los Cuerpos Facultativos, mientras que en las armas más numerosas las enseñanzas estuvieron en manos de los propios oficiales de los regimientos, quedando la preparación técnica al albur de la preparación que tuvieran los propios instructores. La cultura bélica estaba impregnada de una tradición basada en el aprendizaje que proporcionaba el oficio²¹⁶. Los estudios, la preparación, las propuestas de innovaciones no encontraban eco en la mayoría de los mandos y la promesa de un escalafón basado en la meritocracia se veía desmentida por los ascensos y honores concedidos en virtud de la antigüedad, la pertenencia a la alta nobleza, el servicio en las Guardia Reales o adjudicaciones venales²¹⁷.

(Barcelona: Serbal/CSIC, 1988); los mismos autores, junto con algunos más de la Cátedra de Geografía Humana de la Universidad de Barcelona han elaborado un repertorio biográfico y un inventario de científica y espacial en *Los ingenieros militares en España. Siglo XVIII* (Barcelona: Publicacions i Edicions, Universitat de Barcelona, 1983). Martine Galland Seguela, en la obra citada anteriormente, se ocupa de las reformas emprendidas para reestructurar el ejército español a lo largo del setecientos y, en particular, de la creación de los cuerpos especializados como elemento de esa renovación; las ordenanzas de 1718, 1739 y 1768 se describen con detalle, si bien el grueso del libro se centra en un estudio prosopográfico de los ingenieros militares. Una relación de las distintas academias y escuelas militares creadas en el XVIII se encuentra en Juan Luis García Hourcade, «Las academias de ingenieros y artilleros en el siglo XVIII. Fuentes para la Historia de la Ciencia y la Técnica en el IHCM», en Enrique Martínez Ruiz, Magdalena de Pazzis Pi Corrales (eds.), *Ilustración, Ciencia y Técnica en el siglo XVIII español* (Valencia: Universitat de València, 2008), 259-277, 263- 265. Al Real Colegio de Artillería de Segovia ha dedicado M^a Dolores Herrero Fernández-Quesada *La enseñanza militar ilustrada: el Real Colegio de Artillería de Segovia* (Segovia: Academia de Artillería, 1990) así como numerosos trabajos. En la bibliografía sobre la Academia de Guardiamarinas no puede dejar de mencionarse a Antonio Lafuente y Manuel Sellés, *El Observatorio de Cádiz (1753-1831)* (Madrid: Ministerio de Defensa, 1988). Las contribuciones a la obra colectiva *300 años. De la Real Compañía a la Escuela Naval* (Madrid: Ministerio de Defensa, 2017) ofrecen una perspectiva general sobre la Academia, su dotación y sus enseñanzas.

²¹⁶ Francisco Andújar Castillo, «La educación de los militares en la España del siglo XVIII», *Chronica Nova*, 19, 1991, 31-55, 32-33.

²¹⁷ Los privilegios de los cuerpos de Guardias Reales, y en particular los de las Guardias de Corps, han sido

Las enseñanzas impartidas a los futuros oficiales de las “armas sabias” presentan una serie de denominadores comunes que revelan un proyecto uniformador cimentado en unos objetivos comunes: énfasis en las disciplinas matemáticas²¹⁸, selección de profesores cualificados, bibliotecas dotadas de los textos más influyentes y actualizados²¹⁹, acceso a publicaciones científicas, verificación de los aprendizajes mediante exámenes y actos públicos, elaboración de manuales y traducciones de obras científicas y militares²²⁰.

descritos en Andújar, «La Corte y los militares en el siglo XVIII», *Estudis* 27 (2001), 91-120. Andújar, en «El reformismo de Carlos III: mito y realidad», *Cuad. hist. Mod.* 41(2) (2016), 337-354 ha puesto de relieve que los ascensos y las recompensas en forma de promociones y honores, no estuvieron en general vinculadas a los principios ilustrados de mérito y formación científica, y ni siquiera al grado adquirido en el ejército ni a los servicios prestados, atribuyendo en algunos casos a factores venales el encumbramiento a la nobleza y, en general a la estructura estamental del ejército, reflejo de la de la sociedad, 353.

²¹⁸ El inédito *Curso de Matemáticas* de Pedro Lucuce, en el que se presentaban los contenidos que debían enseñarse en la Real Academia Militar de Matemáticas de Barcelona según la Ordenanza de 1739, ha sido tratado en M^a Rosa Massa-Esteve, Antoni Roca-Rosell, Carles Puig-Pla «“Mixed” Mathematics in Engineering Education in Spain. Pedro Lucuce’s course at the Royal Military Academy of Mathematics of Barcelona in the Eighteenth Century», *Engineering Studies*, vol. 3 3. (December 2011), 233-253. La enseñanza de las matemáticas en el Colegio de Artillería de Segovia ha sido estudiada por Juan Navarro Loidi en varios artículos. Mencionaré «La incorporación del cálculo diferencial e integral al Colegio de Artillería de Segovia», *Llull* 36 (78) (2º semestre, 2013), 333-358, «Foreign influence and the mathematics education at the Spanish College of Artillery (1764-1842)», *Philosophia Scientia* 24-1 (2020). <http://journals.openedition.org/philosophiascientiae/2192>. Sobre el plan de Estudios del Colegio de Artillería, véase M^a Dolores Herrero Fernández-Quesada, «El Real Colegio de Artillería. De la fundación a la consolidación de un modelo de centro docente militar y científico-técnico», *Revista de historia militar*, nº Extra I (2014), 73-134: 102-103. Pese a la cuidadosa atención a la formación de los oficiales, los resultados a la hora de intervenir en acciones bélicas, no siempre respondieron a las expectativas creadas, como recuerda Herrero Fernández-Quesada en «Educando a Marte...», 409.

²¹⁹ Los inventarios de las bibliotecas de las Academias y Escuelas militares, pese a los volúmenes que se han perdido, dan constancia del cuidado que se puso en disponer de los textos y publicaciones científicas más relevantes. Sabemos de la riqueza de los fondos de la Academia de Barcelona por, entre otros, Juan Riera Palmero y Luis Riera Climent, «La Academia de Matemáticas de Barcelona: Ilustración e Inquisición a finales del siglo XVIII», *Nova Època*, volum 1 (2) (2008), 153-159. Juan Luis García Hourcade y José Manuel Vallés Garrido han elaborado el *Catálogo de la Biblioteca del Real Colegio de Artillería de Segovia. I. Fondos científicos* (Segovia: Academia de Artillería de Segovia, 1989), y M^a Dolores Herrero Fernández-Quesada, el *Catálogo de la Biblioteca del Real Colegio de Artillería de Segovia. II Fondos artilleros y de fortificación* (Segovia: Academia de Artillería de Segovia, 1992). Sobre las bibliotecas de las academias de Cádiz, El Ferrol y Cartagena, véase Manuel-Reyes García Hurtado, «Las bibliotecas de las Academias de Guardias Marinas en el siglo XVIII», en «Jorge Juan Santacilia en la España de la Ilustración», 123-154. La Real Escuela Militar de Ávila (1774), destinada a actualizar la formación de los oficiales de Infantería y Caballería, contó también con una excelente biblioteca, como observa Óscar Recio Morales en «Innovación militar en la España del siglo XVIII: la producción científica de la Real Escuela Militar de Ávila (1774)», *Cuad. hist. mod.* 41(2) (2016), 425-442: 428. Las bibliotecas se surtieron de libros científicos adquiridos con los caudales habilitados para ellos: Los fondos de las instituciones que cesaban su actividad pasaban a las academias existentes. En las bibliotecas figuraban revistas como las *Acta Eruditorum*, *Philosophical Transactions* o *Histoire de l’Académie Royale des Sciences avec les Mémoires*.

²²⁰ Recordemos que la Real Academia Militar Matemática de Madrid (1757-1760) tenía como función la elaboración de cursos matemáticos destinados a la instrucción de los oficiales. El proyecto, como sabemos no cumplió los objetivos y fue abortado por Ricardo Wall. En la Real Escuela Militar de Ávila se instauró un procedimiento de traducción, lectura, análisis y comentario de obras militares; esta labor, en la que los oficiales se agrupaban en “sociedades”, fue también adoptada en la Real Escuela Militar del Puerto de Santa María, vid. Manuel-Reyes García Hurtado, *El arma de la palabra. Los militares españoles y la cultura escrita en el siglo XVIII (1700-1808)* (A Coruña: Universidade da Coruña, 2003), 148-157. Algunos oficiales redactaron y publicaron manuales para el uso de los cadetes, Tenemos, entre otros, los ejemplos de Jorge Juan y su *Compendio de navegación* (1757), dirigido a los guardiamarinas de la Academia de

El cumplimiento de las obligaciones castrenses o la enseñanza en los regimientos y academias no fueron los únicos cometidos asignados a los oficiales “de génie”; sus conocimientos y su formación militar los colocaban en una posición idónea para realizar misiones de espionaje, mediante las cuales el gobierno pretendía obtener informaciones valiosas sobre asuntos relacionados con la estructura y composición de los ejércitos y la marina extranjeros, la explotación del subsuelo, la fabricación de materiales bélicos de todo tipo y las nuevas tecnologías utilizadas en procedimientos industriales, metalúrgicos y manufactureros; llegado el caso, esa importación del “know-how” incluía la contratación de técnicos y artesanos especializados, siguiendo las *Instrucciones* que recibían los oficiales comisionados²²¹. Por otro lado, las enseñanzas que se proporcionaron a los cuerpos de élite terminaron revirtiendo en la sociedad bajo la forma de docencia impartida por oficiales en instituciones civiles²²²

Los oficiales ilustrados no restringieron sus intervenciones a la esfera propiamente castrense, sino que fueron también agentes activos en la vida civil, en la que participaron con artículos de opinión y aclaraciones de índole científica en las periódicos de la época, colaboraciones literarias en estos mismos medios, escritos literarios y autobiográficos, presentación de memorias en las Sociedades Económicas de Amigos del País de las que

Cádiz; el texto de Tomás de Morla, *Tratado de Artillería para el uso de Caballeros Cadetes del Real Cuerpo de Artillería* (1784-1787); la *Indagación y reflexiones sobre la Geografía* (1782) de Manuel de Aguirre; el *Curso militar de matemáticas* (1753-1756) de Pedro Padilla. A Juan Manuel Munárriz se debe la traducción del *Tratado elemental de Química* de Antoine-Laurent de Lavoisier.

²²¹ Bien conocido es el caso de Jorge Juan en Londres y Antonio de Ulloa en París, cuyas actividades de espionaje conocemos por Antonio Lafuente y José Luis Peset, que ponen de relieve los vínculos entre ciencia y poder, dando un sentido político al concepto de “utilidad”. Véase «Política científica y espionaje industrial en los viajes de Jorge Juan y Antonio de Ulloa», *Melanges de la Casa de Velázquez*, XVII (1981), 233-261. Herrero Fernández-Quesada, *Ciencia y milicia...*, 153-277, ofrece igualmente una pormenorizada relación de los viajes de algunos oficiales del cuerpo de Artillería y, en particular, del recorrido europeo de Tomás de Morla, iniciado en 1782 y terminado en 1791. Los civiles fueron también pensionados por los gobiernos borbónicos para ampliar estudios en el extranjero. Los viajes y estancias en otros países proporcionaban un conocimiento de primera mano que facilitaba las transferencias organizativas, científicas y tecnológicas. Los resultados tuvieron distinto alcance, pero en algunos casos, como el de Agustín de Betancourt (1758-1824), los réditos compensaron claramente la inversión realizada. Una breve relación de pensionados y sus logros puede verse en M^a Isabel Vicente Maroto, «La técnica en la España del XVIII», en *Ilustración, ciencia y técnica en el siglo XVIII español*, 83-110: 93-96.

²²² María Soledad Pita González, «La labor docente en centros civiles de los ingenieros militares, en la España del siglo XVIII», *Anales de Historia del Arte*, volumen extraordinario, 2011, 413-420: 417, “Por tanto, se puede decir que a lo largo de dicha centuria, sobre todo en la segunda mitad, la ciencia fue experimentando un trasvase del ámbito militar al civil, y en este proceso fue fundamental la labor docente desarrollada por los ingenieros militares en instituciones civiles”. En concreto destaca las aportaciones de José de Hermosilla, Luis Rancaño de Cancio y Tadeo López y Aguilar a la Academia de Bellas Artes de San Fernando, La Real Sociedad Aragonesa y el Seminario de Nobles de Madrid, respectivamente. http://dx.doi.org/10.5209/rev_ANHA.2011.37472.

eran miembros y como miembros dinámicos de tertulias y otros espacios de sociabilidad²²³. No todos, ni mucho menos, respondían a este perfil. La opinión de los más ilustrados sobre sus conmlitones nos presenta un panorama nada halagador para la oficialidad borbónica: hábitos cuarteleros²²⁴, escasa preparación, actitudes superficiales, desdén hacia el estudio, exceso de presunción y vanidad. Así los satiriza José Cadalso en *El buen militar a la violeta*. Pero esa percepción no hizo al parecer mella en la imagen que nos ha trasladado el siglo de las luces de los oficiales de las “armas sabias” como el paradigma del triunfo de las ideas reformistas e ilustradas.

Las funciones asignadas inicialmente a los oficiales de la Armada y a los ingenieros militares requerían buenos conocimientos teóricos y prácticos de las diversas disciplinas físico-matemáticas, pues tenían que ser capaces de intervenir en asuntos de la máxima importancia para el Estado: cartografía, defensa, arquitectura civil y militar, construcción de navíos, obra civil, etc. A medida que estos cometidos se fueron especializando, surgieron nuevas profesiones tanto civiles como militares que se hicieron cargo de las atribuciones asignadas anteriormente a esos Cuerpos: arquitectos (1752), ingenieros de la marina (1770), ingenieros cosmógrafos (1796), ingenieros de caminos y canales (1799)²²⁵. La mecánica, la hidráulica, la astronomía, la óptica, se ponen al servicio del Estado.

10. Progresos y regresiones.

A finales del setecientos, la enseñanza de las ciencias físico-matemáticas y de la física experimental, en aquellos centros en los que se impartían, se guiaba por los mismos parámetros que los que regían en los países de nuestro entorno: la obra de Bails es una buena muestra de ello. Los conocimientos científicos modernos se aplicaban al desarrollo de la economía, al fortalecimiento del poderío militar y naval, y a la revitalización de la agricultura y la industria local. Se crearon nuevas instituciones científicas en las que desarrollar programas de investigación; se pusieron en marcha agrupaciones sociales estimuladas por los beneficios que los saberes recientes aportaban. El conocimiento circulaba a través

²²³ Véase al respecto, García Hurtado, *El arma de la palabra...*, 218-221. García Hurtado, 209-422, desmenuza las vicisitudes que tuvieron que padecer los militares que se arriesgaban a publicar, las obras que escribieron –impresas o manuscritas–, y su distinta tipología, los temas que trataron, el grado adquirido por los autores, el cuerpo al que pertenecían...

²²⁴ Según Cadalso, su actividad en la guarnición consistía en “mesa, juegos, amores y alguna lectura”, en García Hurtado, *El arma de la palabra...*, 407.

²²⁵ Sobre la diversificación en ramas autónomas de las funciones de arquitecto, artillero e ingeniero véase Manuel Silva Suárez, «Institucionalización de la ingeniería y profesiones técnicas conexas: misión y formación corporativa», en Manuel Silva Suárez (Ed.) *Técnica e ingeniería en España. El Siglo de las Luces. De la ingeniería a la nueva navegación* (Zaragoza: Institución «Fernando el Católico», Pressas Universitarias & Madrid: Real Academia de Ingeniería, 2005), 166-262.

de traducciones, publicaciones periódicas, obras nacionales, estancias en el extranjero, presencia de técnicos foráneos, participación en expediciones, contactos con el exterior, enseñanzas reglamentadas o privadas. Sin embargo, solo una minoría ilustrada actuaba en este escenario. La aceptación de la ciencia moderna no vino acompañada de cambios políticos y sociales de envergadura, las regalías de los soberanos eran sagradas y los privilegios de algunos sectores en la sociedad estamental intocables.

Por otra parte, no todos estaban de acuerdo en el diagnóstico acerca de los males del país, y mucho menos sobre cuáles eran los remedios a aplicar. Se utilizaban recetas que aliviaban los síntomas, pero no se alteraba el entorno social y político en el que pululaban los gérmenes. Si lo que se buscaba era la utilidad inmediata, lo más sencillo era para muchos importarla. Jorge Juan, que realmente había comprendido, interpretado y aplicado con originalidad los adelantos experimentados en los campos de la física y las matemáticas, vio claramente que el futuro de la ciencia en España pasaba por realizar ciertas inversiones a medio y largo plazo—observatorio astronómico de Cádiz, creación de una Academia Real de Ciencias— y por la formación de los cuadros profesionales necesarios para el desarrollo del país. Los oficiales de la Armada debían salir de las Academias bien preparados en la teoría, el mando y la maniobra de los navíos, y ser capaces de idear mejoras en los asuntos de su competencia —construcción de navíos y aparejos, técnicas de maniobra naval y gobierno de la tripulación. Desde el propio gobierno se había fomentado la industria de fabricación de instrumentos científicos, financiado la participación en observaciones astronómicas y en expediciones científicas y establecido currículos con una fuerte carga teórica, sin olvidar la práctica experimental. En el ámbito civil se habían creado instituciones que compartían el anhelo de incorporar a España al conjunto de las naciones avanzadas. La prensa ilustrada, como veremos en el próximo capítulo, se hacía eco de los cambios experimentados y apoyaba deshacerse de la religiosidad enmohecida que condenaba la aceptación del sistema de Copérnico y, por ende, la física newtoniana²²⁶. El problema radicaba en que, en realidad, eran actuaciones dispersas y a menudo incoherentes, sometidas a los vaivenes de la política nacional y a

²²⁶ Jorge Juan, «Estado de la Astronomía en Europa», en *Observaciones astronómicas y físicas, hechas de Orden de su Magestad en los Reynos del Perú* (Madrid: Imprenta Real de la Gazeta, 1773). El “Estado de la Astronomía en Europa” se escribió en 1765, pero no se dio a la imprenta hasta la segunda edición de las *Observaciones*. Jorge Juan hace una apasionada defensa del sistema de Copérnico en este escrito mediante sólidos argumentos geométricos, mecánicos y observacionales: “Y, por último, querer establecer fija a la *Tierra* es lo mismo que querer derribar todos los principios de la *Mechanica*, de la *Phisica* y aun toda la *Astronomia* [...] Estas reflexiones se han hecho ya en casi toda la Europa: no hay Reyno que no sea *Newtoniano*, y por consiguiente *Copernicano*”.

las arbitrariedades de las instituciones represivas. Nunca se podía estar seguro de que ciertas afirmaciones no terminarían en el Tribunal del Santo Oficio. En su conjunto carecían de solidez.

Muchas de las empresas iniciadas en las últimas décadas del setecientos mostraron pronto signos de cansancio, como es el caso de numerosas Sociedades Económicas de Amigos del País, creadas en el impulso del momento y sin contar con una planificación prudente en cuanto a los objetivos y los recursos. Por otra parte, la facción antiilustrada, mediante libros, sátiras y sermones, espoleó el patriotismo castizo, satanizando todo lo extranjero, y lanzó su artillería contra las medidas reformistas. Por otra parte, el compromiso del gobierno con las luces se debilitó en la década de los setenta; a mediados de la misma se fortalecieron las tendencias represivas, se afianzó la necesidad de resguardar al trono de los embates de la crítica y se defendió la preservación del orden social existente. Los apologistas de la tradición española encontraron su momento²²⁷. El vendaval de la Revolución francesa, con sus consecuencias en España, y la invasión napoleónica se llevarán mucho de lo logrado hasta entonces. Gran número de ilustrados abandonarán el territorio tras la derrota de los franceses: su colaboración con el gobierno de José I los condenaba al exilio²²⁸. Los acontecimientos revolucionarios ya habían tenido efecto sobre la cultura en 1792: desaparición de periódicos, censura de libros, actuaciones de la Inquisición, paralización de los proyectos reformistas de enseñanza. Los inseguros cimientos de la ciencia moderna se vieron sacudidos, cuando no enterrados bajo los escombros que en sus edificios –físicos e intelectuales –había dejado la guerra²²⁹. La

²²⁷ Francisco Sánchez-Blanco, en «Dinastía y política cultural», en Pablo Fernández Albadalejo (de.), *Los Borbones. Dinastía y memoria de la nación en la España del siglo XVIII* (Madrid: Marcial Pons & Casa de Velázquez, 2001), 569-596, considera que durante los últimos años del reinado de Carlos III se produjo una retroceso que se manifestó en la reivindicación de la tradición española y el rechazo a las ideas provenientes del extranjero. La apología del Antiguo Régimen contrapuso la época de esplendor de los Austria a la de los primeros borbones, que consideraba decadente y ajena a la idiosincrasia española.

²²⁸ La colaboración de naturalistas, ingenieros y hombres de ciencia en las políticas educativas y científicas de José I puede verse en José Ramón Bertomeu Sánchez, «Ciencia y política durante el reinado de José I (1808-1813): el proyecto de de Real Museo de Historia Natural», *Hispania. Revista Española de Historia*, vol. LXIX 233 (2009), 769-792.

²²⁹ Juan Vernet Ginés, en «Ciencia y pensamiento científico», en José María Jover Zamora (dir.) *La época del Romanticismo (1808-1874). Orígenes. Religión. Filosofía. Ciencia. Historia de España Ramón Menéndez Pidal* (Madrid: Espasa Calpe, 1989), XXXV*, 423-530, considera que solo a mediados del ochocientos se recuperó la circulación del conocimiento científico proveniente del extranjero. Las persecuciones a los afrancesados y liberales tras la derrota napoleónica, el exilio que emprendieron muchos de ellos durante la década ominosa, provocaron “el colapso de la investigación científica y, de hecho, de la enseñanza en todos sus grados”, 427. Vernet trae a colación, las palabras de Eduardo Primo Yúfera (1918-2007) sobre los efectos de la situación política española: “la invasión napoleónica desorganizó las instituciones científicas y la reorganización, que pudo haber llegado con la paz, no se produjo, debido, en primer lugar, al clima de desconfianza en que se vio envuelta la ciencia. El desequilibrio político interno y el incipiente problema colonial contribuyeron al desentendimiento general de los problemas de la ciencia

asociación de la ciencia moderna con los *philosophes* y con los fundamentos epistemológicos que habían elevado al individuo a la condición de ciudadano y pregonado su inalienable autonomía frente al poder del monarca o de la religión, suponía que este – el potencial ciudadano– y aquella –la ciencia proveniente del extranjero– debían ser puestos bajo una severa vigilancia. En realidad, nunca se había alterado radicalmente el orden social en España: ante el peligro real que representaban las demandas de mayor libertad y participación política –“cuando veas las barbas (cabezas) del vecino cortar...”– la reacción se puso en marcha, y la fuerza y el peso de los poderes tradicionales mostraron que los devaneos con la modernidad habían sido tolerados en tanto en cuanto tenían una utilidad, pero de ningún modo podía consentirse que condujeran a desequilibrar la estructura social o pusieran en riesgo los privilegios. La guerra contra la Convención ofreció la oportunidad de enfatizar los males que provenían de Francia²³⁰. La antigua jerarquía de valores cobró de nuevo su vigencia en el siglo que se estrenaba, y tan solo tras la muerte de Fernando VII –salvando el breve paréntesis del trienio liberal– empezaron a germinar las semillas plantadas en el siglo anterior. El proyecto liberal elaborado por las Cortes de Cádiz fue convenientemente olvidado²³¹.

El retroceso en la actividad científica española no significó que se volviera a una visión escolástica de la naturaleza, pero no se avanzó en la extensión de la educación elemental, ni se adoptaron en los centros de enseñanza superior las medidas necesarias para la plena incorporación de las nuevas disciplinas, ya que se volvió al Plan de 1771 de la Universidad de Salamanca, y a las antiguas prácticas universitarias²³². Tampoco se fomentó el cultivo

[...] Las instituciones que no desaparecen vegetan de forma lamentable y apenas se recibe información científica de extranjero. De nuevo la ciencia española, en otro momento de gran impulso para la ciencia europea, permanece al margen”, 433.

²³⁰ Como dice Egido en «Los antiilustrados españoles», 126, hay toda una embestida de las fuerzas reaccionarias “cuando se identifica de manera decisiva Revolución, regicidio, con irreligión foránea, con contubernios de fuerzas oscuras cual frutos naturales de una “Filosofía”, de una Ilustración, que los agoreros habían previsto ya como ataque al Estado y a la Iglesia, al trono y al altar, es decir, a todo el orden social heredado y, por eso, bueno”.

²³¹ Mariano Peset, José Luis Peset, «Las universidades españolas del siglo XIX y las ciencias» *Ayer* 7 (1992), 19-49, nota 8, 22. Sobre el proyecto liberal gaditano y el periodo posterior hasta la muerte del monarca en 1833, 23-25. El proyecto de reforma dejaba tan solo nueve universidades en la península y una en Canarias y establecía como lengua de docencia el castellano en sustitución del latín.

²³² José Luis y Mariano Peset, en *La Universidad Española...*, 129-144, describen los vaivenes que sufrieron las universidades durante los primeros años del siglo XIX y el reinado absolutista de Fernando VII. Poco tiempo estuvo vigente el plan Caballero de 1807; en 1818 se ordena la vuelta al de 1771 de Salamanca; en 1824, el Plan Calomarde, redactado por el fraile mercedario Manuel Martínez, supone un retroceso respecto de las reformas ilustradas. A lo largo de la primera mitad del XIX se sucederán una serie de vaivenes en la regulación de los centros universitarios: en 1807 sale a la luz el primer plan de estudios para todas las universidades hispanas con el claro propósito de controlar las cátedras y los claustros y uniformar las enseñanzas; en 1818, ya bajo Fernando VII, se vuelve al de 1771 y durante el trienio liberal, al de 1807, añadiendo nuevas asignaturas y manuales modernos. La represión que se implanta bajo el nuevo

de la ciencia desde el gobierno, como había ocurrido con las administraciones ilustradas, y las características socio-económicas del país no favorecieron el desarrollo científico-tecnológico²³³.

11. Conclusión.

Los *Elementos de Matemáticas* de Benito Bails constituyen una obra plenamente newtoniana, en el sentido que he dado a esta expresión. Es decir, establece los principios filosóficos de Newton y sus leyes del movimiento, introduce la fuerza de gravitación universal y explica mediante ella los movimientos de los cuerpos celestes y los fenómenos astronómicos. Los frutos logrados siguiendo las líneas marcadas por el filósofo inglés tienen en la dinámica su mejor expresión. Los trabajos de Euler, los Bernouilli y de D'Alembert, la síntesis lagrangiana, completan el programa de la mecánica clásica, una ciencia matematizada que se convertía en el modelo y fundamento de las restantes ciencias físico-matemáticas. El texto de Bails ofrecía al público español lo que se consideraba como conocimiento científico bien establecido en el campo de la ciencia del movimiento. Exponía los saberes que en Francia se tenían por necesarios para la formación de las “armas sabias”. Eran indudablemente la base para emprender cualquier investigación en ese campo, o para adentrarse en obras de mayor enjundia matemática. Sin reticencias ni remilgos, daba por cierto el sistema de Copérnico. El cálculo diferencial e integral era el lenguaje propio de las ciencias físico-matemáticas, cuya aspiración era encontrar las leyes que regían los fenómenos mediante ecuaciones. Si la mecánica parecía haber logrado ese objetivo, ciencias como la hidrodinámica tenían todavía un largo camino que explorar mediante experiencias y ensayos. La cultura francesa de la física se respira en la obra de Bails, gran admirador de D'Alembert. Pero el matemático español no se olvidaba de las aplicaciones de la ciencia que proporcionaban beneficios a los individuos y a la sociedad, en realidad veía en esa labor casi el único sentido que tenían los conocimientos científicos. Se pone de manifiesto esta apreciación en los prólogos y más concretamente en los temas dedicados al movimiento de las aguas, en los que concede gran importancia a los trabajos de los hidráulicos italianos.

absolutismo fernandino afectó de lleno a la universidad a través de las expulsiones y purgas que sufrirán alumnos y profesores. El plan de Calomarde de 1824, no supuso ningún avance sobre los planes ilustrados del siglo anterior. La estabilidad de la vida universitaria no se alcanzará hasta el Plan Moyano de 1857.

²³³ Una breve recapitulación sobre la ciencia española en el siglo XIX puede verse en el monográfico de Ayer, n.º 7 (1992).

La física experimental, que inicialmente estaba orientada por la aproximación cualitativa de Nollet, terminó por inclinarse del lado cuantitativo de Musschenbroek, cuyo texto fue adoptado por distintas instituciones de enseñanza. Los experimentos resultaban mucho más productivos cuando sus resultados se podían expresar mediante cantidades numéricas y fórmulas que convertían en leyes generales un conjunto de experiencias dispersas, permitiendo prescindir de las prácticas concretas realizadas en un lugar y tiempo determinado. Si el conocimiento transitaba mediante instrumentos, experiencias, normas, textos, charlas, enseñanzas, viajes, etc. y se transformaba en algo propio y al mismo tiempo universal, su expresión en leyes matemáticas poseía tal capacidad de síntesis que facilitaba grandemente su transmisión. La atracción gravitatoria aparecía tanto en la obra de Nollet como en la del médico holandés. No se podía probar mediante experimentos, pero se podía contrastar la concordancia entre lo dicho por la teoría y los efectos: retorno de cometas, figura aplanada de la Tierra, movimientos de planetas, explicación de irregularidades, etc.

La demarcación disciplinar entre matemáticas mixtas y filosofía natural no evitó el trasvase de contenidos de la primera a la segunda –maquinaria, geografía, hidrostática, por ejemplo–ni el trayecto a la inversa –el movimiento, la gravedad–, facilitada indudablemente por el tratamiento experimental de los fenómenos naturales y por la progresiva supresión de aquellos tratados de filosofía natural que se encargaban del estudio de los vivientes. La filosofía natural escolástica se fue renovando: primero, admitiendo proposiciones que negaban afirmaciones sostenidas anteriormente por la escolástica; después aceptando la validez de la vía experimental y del uso de instrumentos. Los planes de estudio terminaron por sustituir la filosofía natural por la física experimental²³⁴.

Para Bails, la dinámica y la hidrodinámica y la astronomía eran ciencias matemáticas, como indica el título de su obra. Sin embargo, los asuntos propios de las disciplinas matemáticas formaban también parte de la física experimental, que aceptaba los resultados de aquella. Como elementos específicos de esta última, quedaban la electricidad, el magnetismo y las cuestiones que más tarde serán las de la química, a la que pronto le llegaría la mayoría de edad. Las disciplinas estaban en proceso de configuración, y los diferentes autores tenían opiniones diversas sobre lo que era propio de cada una de ellas. Recordemos que en el sistema de conocimientos de la *Encyclopédie*,

²³⁴ En el Plan Caballero de 1807 las cátedras de filosofía se reducían a las Filosofía Moral, Lógica y Metafísica: la Filosofía Natural desaparecía de los estudios de la facultad de Artes.

mecánica, astronomía geométrica, óptica acústica y pneumática se inscribían en las matemáticas mixtas, donde la cantidad –objeto de las matemáticas–, estaba ligada a los objetos reales, mientras que a la física particular pertenecían la astronomía física, la meteorología, la cosmología, la química y, junto a ellas, la zoología, botánica y mineralogía.

La física matemática y la física experimental se incluyeron, con desigual fortuna, en los programas de estudio de una serie de instituciones de enseñanza. Era un paso ineludible para conseguir que los saberes científicos se asentaran en España. En sociedades como la Bascongada o la RACAB se buscó, no solo adquirir conocimientos científicos actualizados, sino primordialmente su aplicación al desarrollo de la agricultura, la industria y la comunicación. En las “armas sabias”, los conocimientos científicos se trasladaron a realizaciones concretas. Individuos como Vicente Tofiño San Miguel (1732-1795), José de Mendoza y Ríos (1761-1816) Tomás de Morla y Pacheco (1747-1820), Vicente de los Ríos y Gálvez (1732-1779), José Mor de Fuentes (1762-1848), Gabriel Ciscar y Ciscar (1760-1829), Dionisio Alcalá Galiano (1760-1805), Juan Manuel Munárriz Iráizoz (1761-1831), José Romero de Landa (1785-1805), o Agustín de Betancourt (1758-1824), legaron a la posteridad obras de ingeniería y arquitectura, tratados matemáticos, náuticos y militares, observaciones astronómicas, textos literarios, etc.

Si comparamos las realizaciones españolas con las que se dieron en otros países, no cabe sino reconocer la modestia de su balance. Se partía de unas concepciones intelectuales ancladas en el pasado y la tradición. Durante el XVII se había dado la espalda a los avances que se estaban produciendo en la centuria; las matemáticas eran prácticamente desconocidas a principios de siglo XVIII, y faltaban medios e instrumentos. Las iniciativas para la modernización del país fueron numerosas, algunas impulsadas desde el gobierno, otras desde instancias de enseñanza religiosa, o por particulares que crearon nuevos espacios de sociabilidad y de prácticas científicas. Sin embargo, la estructura social estamental y las normas que la regían constituían una rémora para el desarrollo económico de la nación. Faltaba espíritu empresarial y un acuerdo básico que asegurara la continuidad de los programas proyectados, muchos de los cuales no terminaron de afirmarse. Con estos mimbres, la cesta ilustrada no pudo resistir el embate de la reacción, y la actividad científica quedó en un estado de letargo que malogró en gran parte las iniciativas reformadoras del siglo “que llaman ilustrado”. No perecieron

del todo algunas y, llegado el momento, no hubo que empezar de cero. Desde luego, la física escolástica no resucitó.

CAPÍTULO VII: Publicaciones periódicas del siglo XVIII. 2ª Etapa.

1. Una segunda etapa: el apogeo.

El periodo que voy a considerar se extiende desde 1784 hasta 1791, unos pocos años en los que floreció la prensa en España. La brecha temporal entre el *Diario noticioso* de Nipho, que termina en 1759, y el *Memorial Literario*, que comienza su andadura en 1784, no es consecuencia de la falta de publicaciones en esos años, de hecho, uno de los papeles más influyentes, *El Pensador*, fundado por José Clavijo y Fajardo (1726-1806) se publicó entre 1763 y 1767, pero el carácter costumbrista y de crítica social de la obra no encaja en los objetivos de esta tesis.

Saltaremos pues a la década de los ochenta, en la que como ya hemos dicho se produce un resurgir entusiasta de la prensa tras el declive de los años anteriores. Aparecen nuevos periódicos tanto en Madrid como en otras capitales, principalmente en la segunda mitad de la década. Centraremos nuestra atención en tres de los más prestigiosos. Cada uno de ellos nos ofrecerá una mirada particular sobre la situación de la ciencia en nuestro país.

El primero que analizaremos es el *Memorial Literario instructivo y curiosos de la Corte de Madrid*, una publicación periódica fundada por Joaquín Ezquerro (1750-1820), catedrático de latín en los Reales Estudios de San Isidro, y Pedro Pablo Trullenc (-1790?), portero de la Cámara de Castilla. La primera etapa del *Memorial*, que es la que aquí nos interesa, comprende desde enero de 1784 hasta diciembre de 1790, formando una colección de 123 ejemplares. El siguiente periódico que vamos a considerar es el *Correo de Madrid o de los Ciegos*, llamado así por ser los invidentes los encargados de la venta en la calle. Salió a la luz el diez de octubre de 1786 y quedó suprimido por la ya conocida Real Resolución de 24 de febrero de 1791. En total se imprimieron 422 números. La última publicación que estudiaremos es el *Espíritu de los mejores Diarios Literarios que se publican en Europa*, cuyo primer número salió el 2 de julio de 1787. Su fundador y editor fue Cristóbal Cladera i Company (1760-1816). Como para la mayoría de las publicaciones periódicas, la suspensión decretada mediante la Real Resolución de febrero de 1791 supuso su muerte.; de poco le sirvió a Cladera la protección que hasta entonces le había otorgado Floridablanca, a quien en el *Prospecto* en el que se anunciaba nuevas modificaciones el clérigo menorquín agradeció el apoyo recibido desde el gobierno y las

facilidades concedidas para recibir puntualmente por correo y sin mayor coste las publicaciones extranjeras¹. En total se imprimieron 272 ejemplares. La consulta de los ejemplares se ha realizado a través de la Hemeroteca Digital de la Biblioteca Nacional².

2. Memorial Literario instructivo y curiosos de la Corte de Madrid,

Inicialmente el *Memorial* tuvo una periodicidad mensual, superando ampliamente el centenar de páginas en cada ejemplar; a partir de septiembre de 1787 pasó a ser quincenal, con unas ochenta páginas por número. Estampado en octavo a una columna en la Imprenta Real, contenía una serie de secciones fijas, como eran las observaciones meteorológicas, médicas y quirúrgicas, las noticias de los asuntos y argumentos tratados en los libros anunciados en la *Gaceta*, las comunicaciones de las distintas academias, o la crítica teatral; a todo ello tenemos que añadir el índice de artículos, el listado de suscriptores, y algunos bandos y edictos gubernamentales³. El resto de la revista lo constituía un repertorio de reportajes y noticias de variada índole, entre los que abundaban los dedicados a medicina y cirugía y a materias científicas y técnicas⁴. También aparecerían noticias curiosas y recreativas y cuestiones relativas a las letras, como la literatura, la poesía o el teatro. Constituye uno de los mejores ejemplos de lo que Inmaculada Urzainqui llama prensa miscelánea⁵. Los propios redactores nos dicen que habían procurado que el plan de la obra se ajustara al seguido por el *Journal Encyclopédique*, si bien prescindiendo de las noticias políticas, que ya eran tratadas en los periódicos oficiales⁶.

El *Memorial*, consideraba que eran las ciencias y las artes las que proporcionaban mayores beneficios a la sociedad y a sus miembros, tanto en lo relativo a su salud y bienestar como en cuanto a la extensión de saberes que redundaban en su mayor provecho. Pese a ello dedicó bastante más espacio a las otras disciplinas que mencionaba y a las noticias

¹ EMDLE: primer número de 1791, Prospecto.

² Según Aguilar Piñal (1978) y Hartzensbusch (1894) se publicaron también los números correspondientes a enero y febrero de 1791 antes de la suspensión de todas las publicaciones decretada por la Real Orden de 24 de febrero de 1791.

³ ML: I/1785, 5-8 se enumeran con todo detalle las distintas secciones del periódico. Las notas referentes al *Memorial Literario* se darán como ML: fecha de publicación, página.

⁴ En el segundo número, correspondiente a febrero de 1784, los redactores se dirigieron al público para informarle de los asuntos que pensaban tratar: “La Física, la Medicina, la Cirugía, la Anatomía, la Historia Natural, la Química, la Botánica, la Farmacia, y las Nobles Artes, que formarán por lo regular los primeros Artículos de nuestro Memorial Literario, que interesan mucho la vida, la salud, la utilidad y extensión de los conocimientos humanos”, ML: II/1784, 3.

⁵ Inmaculada Urzainqui, «Un nuevo instrumento cultural...», 169-170.

⁶ ML: I/1785, 9,10. De hecho en las páginas 11 y 12 del ejemplar de mayo de 1785 se inserta en una nota al pie la traducción de un suelto del *Journal Encyclopédique* en el que se informaba de la recepción de Doña María Isidra Guzmán y de la Cerda como socia de la Real Academia Española, lo que demuestra el manejo del periódico de Bouillon por los *memorialistas*.

que podían agradar e interesar a su público, poniendo especial empeño en la reseña y crítica de las obras teatrales que se representaban en Madrid, el entretenimiento por antonomasia de los madrileños junto con los toros. Fue también voluntad de los publicistas en los primeros números informar sobre la creación e historia de las distintas academias y sociedades literarias y de otras instituciones, como el jardín botánico o el teatro anatómico de Madrid, con una relación de sus actividades y lecciones, algo que en su día ya habían hecho Herrero y Mañer en su *Mercurio Literario*.

El número y categoría social de sus abonados pone de manifiesto el favor de que gozó la revista, que abrió pronto las suscripciones a provincias y a las plazas africanas, extendiéndola al cabo de un tiempo a los residentes en las Indias Occidentales y Filipinas. A pesar de facilidades concedidas en cuanto a portes por el gobierno, que facilitaba de este modo la venta del periódico más allá de los territorios peninsulares, el escaso eco que tuvo en ultramar limitó en realidad su radio de acción a la España continental⁷. Muchos de los suscriptores eran clero secular y regular, y abundaban los médicos, funcionarios y militares, sobre todo entre los lectores de provincias. La inserción de anuncios relativos a las plazas vacantes eclesiásticas y de corregidores resultaba de gran utilidad para estos usuarios.

2.1 Colaboradores.

El principal redactor fue Ezquerro, pero en la revista escribían un buen número de colaboradores amén de lectores interesados⁸. Entre sus corresponsales figuraba Juan Manuel Valverde (1761-1831), autor de la primera traducción del *Traité élémentaire de chimie* al español en 1793⁹. Asiduo de la publicación fue el médico ilustrado e inventor barcelonés Francesc Salvà i Campillo (1751-1828), que puso su pluma al servicio de aclaraciones relativas a fenómenos meteorológicos, eléctricos o catástrofes naturales, encargándose asimismo de proporcionar al *Memorial* las observaciones meteorológicas de la ciudad condal¹⁰. También fueron muchos los médicos que se decidieron a escribir a la revista

⁷ Elisabel Larriba, *El público de la prensa en España a finales del siglo XVIII (1781-1808)* (Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza, 2013), 85, 86.

⁸ Sobre los redactores de la publicación puede consultarse Inmaculada Urzainqui, «Los redactores del Memorial Literario», *Estudios de Historia Social*, 52-53, Enero-Junio 1990, 501-516.

⁹ Véase *ML*: I/1788, 9-11.

¹⁰ Sobre la colaboración de Salvà con el *Memorial Literario* véase Jesús Sánchez Miñana, «La colaboración del Dr. Salvà i Campillo con el Memorial Literario de Madrid (1786-1790): una ventana sobre el paisaje científico y sus figuras en la Cataluña de finales del XVII», *Quaderns d'història de l'enginyeria*, vol. IV (2000), 184-230.

para relatar sus opiniones sobre materia médica, dar aviso de acontecimientos que se salían de la normalidad o prescribir la formación que debían adquirir los practicantes de la medicina, todo ello con la vista puesta en la instrucción general y la utilidad pública. El *Memorial* recibía noticias de diversas instituciones y contaba con el beneplácito de las Academias para insertar extractos de las disertaciones que en ellas tenían lugar, gozaba además del favor de Floridablanca para el desarrollo de su labor¹¹.

A este tipo de colaboración podemos adscribir la publicación de la *Observación del tránsito de Mercurio sobre el disco solar*, hecha en Madrid en mayo de 1786 por Pedro Alonso Salanova y Guilarte (1743-?), a quien encontraremos a menudo en los papeles de la época, sobre todo a raíz de la polémica que lo enfrentó al coronel de ingenieros Antonio Gillemán por las afecciones astronómicas y meteorológicas que publicaba en el *Diario de Madrid*. Volviendo a la memoria sobre el tránsito de Mercurio, en ella se detallaban los instrumentos de que dispuso para la observación —un telescopio gregoriano de James Short, armado de su elioscopio (*sic*) y micrómetro ocular; una luneta astronómica de Joseph Campani, otra acromática de Eduardo Nayne; una muestra inglesa de segundos de Higs-Evans; un termómetro de mercurio y un barómetro. La descripción del fenómeno se acompañaba de una ilustración realizada por el autor con fines didácticos. Salanova no se contentaba con dar una relación de las sucesivas etapas de la observación y de los datos obtenidos de la experiencia, sino que se lamentaba de la poca idoneidad de los instrumentos utilizados, lo que le había impedido tomar medidas precisas. Lanzaba también una invitación a otros aficionados a prepararse para los futuros tránsitos del planeta, les aconsejaba sobre los mejores instrumentos para ello, explicaba el manejo de los útiles astronómicos y terminaba recomendando el estudio de la *Astronomía* de Lalande y de las *Observaciones astronómicas y físicas* de Jorge Juan, en cuyas obras se describía el manejo del Cuadrante y de la Luneta que lo acompañaba¹². Mencionaba al P. Christian Rieger y su observación del tránsito de Venus del día 6 de junio de 1761 realizada con la ayuda de los PP. Miguel Benavente y Antonio Eximeno en el Colegio Imperial, los cuáles “conociéndome y viendo mi aplicación al estudio Astronómico (teniendo 17 años de edad) me regalaron un ejemplar del docto Papel que publicaron de aquella Observación [...] al que le debo el haber sabido aplicar a la Teoría de Mercurio, lo que sus sabios Autores aplicaron a la de Venus en su exactísima observación de aquel tránsito”¹³. Salanova no se limitó a

¹¹ *ML*: I/1787, 6-8.

¹² *ML*: V/1786: 6-49

¹³ *ML*: V/1786, 43.

sus observaciones astronómicas o a las disertaciones sobre todo tipo de meteoros, especialmente a aquellos relacionados con la electricidad, sus colaboraciones en el *Memorial* fueron también de carácter poético¹⁴. Este prolífico escritor y polemista deslenguado fue desde luego un activo colaborador en varios periódicos y más adelante volveremos a toparnos con él como figura emblemática del aficionado autodidacta apasionado por la ciencia.

En las páginas del *Memorial* abundaban los discursos y artículos sobre botánica, minería, agricultura, comercio, electricidad o química remitidos a menudo por sus colaboradores o por sus lectores, lo que muestra el enorme interés que estos temas despertaban entre el público y pone así mismo de manifiesto la existencia de individuos instruidos que se sentían compelidos a dar a conocer sus conocimientos y reflexiones. En otras ocasiones se insertaban disertaciones leídas en las Sociedades de Amigos del País de distintas localidades o se resumían las actividades llevadas a cabo en el Jardín Botánico de Madrid¹⁵. También se recogieron a lo largo de varios números algunas disputas sobre diversas cuestiones científicas, algunas de ellas ciertamente obsoletas, como la de la pretendida cuadratura del círculo, cuya imposibilidad ya había sido declarada por la Academia Real de París, y en la que intervino Benito Pardo de Figueroa (1755-1812) con tres cartas en las que relataba los vanos intentos realizados para cuadrar el círculo, desplegando un buen conocimiento de matemáticas y del cálculo diferencial e integral¹⁶; no faltó una memoria sobre el movimiento continuo¹⁷.

¹⁴ El *Memorial* dice de Salanova que es un aplicado y laborioso físico-matemático que tiene escritas obras instructivas y curiosas de Geografía, Astronomía, Física experimental, Matemática y otros ramos de ciencias naturales y exactas. En *ML*: VIII/1786, 491, 492.

¹⁵ En *ML*: I/1790: 28 y *ML*: III/1789, 399-407, respectivamente hay ejemplos de ello.

¹⁶ La polémica puede seguirse en los siguientes números: octubre 1787, 276-278 y diciembre 1787, 682-685, en los que D. Eusebio Montón presenta un método de cuadratura del círculo; en febrero de 1788, páginas 330 a 334, respondió con argumentos geométricos sencillos alguien que firmó con las iniciales J.M.G., señalando la prohibición de la Academia de Ciencias de París de presentar trabajo alguno sobre este problema y apoyándose en la autoridad de Newton y Euler con estas palabras: “Que el célebre Newton en el primer tomo de sus principios, dice, *Nulla extat figura ovalis cujus area pro libitus abscissa possit per aequationem numero terminorum, ac dimensionum finitam possit generaliter inveniri*. Que Euler en la introducción al análisis de las infinitas, dice: *Veram expressionem circuli in numeris impossibilem esse liquet*”. En agosto de 1788, páginas 656-664 tomó la pluma Joseph Valladares para impugnar el tratamiento geométrico de Montón, pero no quedó ahí la cosa porque en el mes de diciembre de ese mismo año, páginas 664 a 676, Benito Pardo Figueroa publicó una carta sobre la historia de la cuadratura del círculo que descubría que bajo el nombre de Valladares se escondía él mismo. A esta carta siguieron otras dos que aparecieron en *ML*: X/1789, 217-227 y *ML*: XII/1789, 607-631; terminándose la polémica con el extracto de *ML*: VI/1790, 314-318, en el que se recogían las alegaciones de Eusebio Montón. Sobre Pardo Figueroa véase Manuel-Reyes García Hurtado, «La participación de los militares españoles en la prensa del siglo XVIII», *Stud. his., H.ª mod.*, 32, 2010, pp. 375-398, 388-389.

¹⁷ *ML*: VIII/1785, 451-454. Los redactores recordaban sin embargo que este problema se tenía por irresoluble, como también consideraban los geómetras que lo eran la cuadratura del círculo, la trisección del ángulo o la duplicación del cubo.

El *Memorial* concedió dentro de las materias científicas un lugar prominente a la medicina y la cirugía. Como ya se ha mencionado, las observaciones médicas y quirúrgicas y la sección de meteorología, vinculada a la aparición de enfermedades estacionales y a la salubridad del aire, estaban presentes en prácticamente todas las entregas. Por otra parte eran muy numerosos los artículos, cartas, reseñas de libros y controversias en los que la sanidad y el cuidado de las enfermedades constituían el tema fundamental¹⁸. Algunos de sus colaboradores pertenecían a las Sociedades médicas de la península y a las Reales Academias, instituciones que desarrollaban una gran actividad y que propiciaban el intercambio de experiencias y la acumulación de datos y observaciones con el objeto de derivar actuaciones comunes¹⁹. El periódico publicaba igualmente algunas de las lecciones que se daban en el teatro anatómico del Hospital Real de Madrid.

2.2 Reseñas y crítica literaria.

Una proporción sustancial de las obras reseñadas en la revista trataban de temas relacionados con la religión, la historia de la Iglesia, el derecho canónico, la oratoria sagrada, las vidas de santos, los escritos de los santos padres, la moral cristiana o la defensa de la ortodoxia, lo que no puede extrañar teniendo en cuenta que todavía a finales del XVIII una gran parte de la producción editorial se dedicaba a temas religiosos. Las obras de las que se daba una idea de su argumento eran las anunciadas en la *Gaceta* de Madrid. Junto a libros de poesía, gramática, obras literarias, antigüedades y humanidades, la política, la jurisprudencia y el comercio constituían el segmento de mayor relevancia después del eclesiástico, siendo escasos los tratados de carácter científico, a excepción de los tratados médicos²⁰. Un número no pequeño de resúmenes hacía referencia a las guerras literarias, con su cargamento de rifirrafes, disputas y trifulcas entre los redactores y seguidores de los distintos periódicos, siendo el *Diario de Madrid* el que despertaba mayores iras en el cotarro periodístico.

La publicación reflejó la actividad traductora de las últimas décadas del XVIII, durante las cuales se vertieron al español, entre otras, la *Historia Natural, General y Particular* del Conde de Buffon, de la mano de Joseph Clavijo y Fajardo; los *Éléments de l'art de la*

¹⁸ Véase, por ejemplo, *ML*: III/1790, 467 y ss.

¹⁹ Por ejemplo, *ML*: I/1790, 53-60.

²⁰ Por ejemplo, en los meses de diciembre de 1784 y 1785 se insertó un listado de las obras extractadas y anunciadas clasificadas por materias: 135 tenían que ver con la religión o la teología; Gramática, Historia, Elocuencia y Humanidades totalizaban 92; Jurisprudencia y Política, 34; Comercio, Industria y Agricultura, 36; Medicina y Cirugía, 44; poesía, que incluye las obras dramáticas, 80 y Filosofía, Matemáticas e Historia Natural, 35; Miscelánea, 25. De 481 libros extractados solo 35 corresponden a Filosofía, Matemáticas e Historia Natural, lo que representa un escaso 7% del total.

teinture de Berthollet, en versión de Pedro Gutiérrez Bueno; la *Parte Práctica de Botánica* del caballero Linneo, traducida del latín al castellano e ilustrada por Antonio Palau y Verdèra, quien acercará al público de habla hispana otras obras del mismo autor; la versión castellana de Ángel Gómez Ortega de la los *Fundamentos Botánicos*, obra en latín de Linneo; los *Elementos de Química Teórica y Práctica* de Morveau, Maret y Durande, por obra de Melchor de Guardia y Ardevol; los *Elementos de Química Teórica* de Macquer en versión de Miguel Jerónimo Suárez; o las *Memorias sobre los distintos modos de administrar la electricidad*, de Mauduit, traducidas del francés al castellano por Vicente Alcalá Galiano. Se quejaban los redactores de la escasez de traducciones de obras de Física, Matemáticas, Astronomía, y, por el contrario, de la abundancia de sermones, libros sobre elocuencia sagrada, patristica, novelas y bagatelas, como ellos mismos decían, a los que dedicaban sus esfuerzos los traductores.

En las reseñas bibliográficas encontramos algunas obras de autores españoles. Merecen destacarse dos de ellas, tanto por su importancia como por el hecho de haber sido publicadas unos años antes. El caso es que la primera, *Examen marítimo Teórico Práctico, o tratado de Mecánica aplicado a la construcción, conocimiento y manejo de los navíos y demás embarcaciones*, por Jorge Juan, en Madrid 1771, había sido anunciada en el número 30 de la *Gaceta* y nuestros redactores, siguiendo el plan que se habían propuesto de dar una idea de las obras aparecidas en el periódico oficial, realizaron un acertado resumen del contenido del libro, comenzando por el relato en el *Prólogo* del desarrollo de la aplicación de la mecánica a la navegación y siguiendo con la descripción de los distintos capítulos. Terminaban transcribiendo las alabanzas que a la obra dedicaron los autores de las *Efemérides Literarias de Roma* en agosto de 1772²¹. La segunda es el *Discurso sobre la Astronomía* de Carlos Le-Maur, de 1762, de la que se daba una breve descripción²². En cuanto a las matemáticas solo se reseñaron tratados elementales de aritmética y escritos dedicados la construcción de relojes²³.

²¹ El *Memorial* recogía con estas palabras la reseña de las *Efemérides*: “que había de dar una breve noticia de una de las más sublimes obras de nuestro siglo, de un autor que honra la España y hace que no envidie la estimación que se han adquirido otras naciones por las ciencias sólidas y profundas. Ya era bastante conocido del público por la obra que en compañía del Sr. Ulloa compuso sobre las observaciones hechas en su viaje al Perú. Pero esta le lleva al colmo de sus glorias, y le coloca a la par de los primeros Matemáticos del siglo; y aún nos atrevemos a pronunciar que hace comparecer a su nación con nuevo semblante, en el teatro de la literatura”. *ML*: V/1784, 65.

²² *ML*: III/1785, 284-285.

²³ Por ejemplo, *Aritmética para negociantes*, de Benito Bails, la *Aritmética Teórica y Práctica* del capuchino Fermín de los Arcos o la *Aritmética pura y comercial* de Diego Narciso Herranz, obras que no tienen mayor relevancia científica pero que evidentemente podían responder a los intereses e inquietudes de un público variado y no especialmente versado en la difícil disciplina.

Si repasamos la información bibliográfica relativa a las ciencias físico-matemáticas nos encontramos con obras más recientes. Sirvan como ejemplos el *Discurso sobre el origen y progreso de la Astronomía hasta nuestra edad*, por Cipriano Vimercati, Director de las Academias de Guardiamarinas, de 1790; *Consideraciones Físico-Matemáticas sobre diversos puntos de Mecánica e Hidráulica*, compuesto por Pedro Henry para la mayor ilustración de los alumnos de su clase, que se trata de un suplemento a los cursos de Benito Bails y Carlos Le-Maur; *Cosmographia abreviada: uso del globo celeste, y del terrestre*, por Tadeo López, en la Vda. de Ibarra, 1786; *Física Experimental o Instrucciones de la Natural Filosofía*, por el P. Teodoro de Almeida, 1790; *Instituciones matemáticas* de Antonio Rosell de 1785.

2.3 Física en el *Memorial*.

Los libros citados en el epígrafe anterior aceptaban abiertamente la física newtoniana y el sistema de Copérnico. En efecto, según el redactor, Vimercati, después de realizar una narración histórica sobre el progreso de la astronomía, hablaba elogiosamente de Copérnico y de los avances que en este campo trajeron la invención del telescopio y los trabajos de los más reconocidos astrónomos, a los que nombraba, mereciendo para el autor consideración especial Newton, que levantó el “enorme edificio de la Astronomía”, mejorada después por Bradley, Clairut, Herschel, Maclaurin, Euler, D’Alembert, Laplace, Lagrange, etc.²⁴. El extracto de los *Elementos de Ciencias Naturales*, de Francisco Chavanneau presentaba con naturalidad la condición planetaria de la Tierra y enunciaba la ley de atracción gravitatoria como causa o efecto general “cuya fuerza sigue constantemente la razón directa de las masas atractivas e inversa de los cuadrados de las distancias”²⁵. En las *Instituciones matemáticas* de Antonio Rosell, se reconocía la necesidad de alterar los planes de enseñanza adoptando los progresos de los célebres Newton, Leibnitz, McLaurin, Euler, Cramer, etc., alternando los métodos analítico y sintético y enlazando la aritmética, el álgebra y la geometría. Los redactores alababan la obra de Laplace *Theorie des Attractions des spheroides, et de la Figure des Planètes*, impresa en París en 1785, por la generalidad con que el autor había tratado el tema basándose en las diferencias parciales²⁶. Pese a la inclusión de las obras de Copérnico en el Índice de libros prohibidos el sistema heliocéntrico se abría paso en las universidades y era defendido en las oposiciones a la

²⁴ ML: IX/1790, 39.

²⁵ ML: XI/1790, 429.

²⁶ ML: V/1786, 91-92.

cátedra de filosofía, como es el caso de las que tuvieron lugar en la Universidad de Valencia el 28 de agosto de 1787, donde Juan Vicente Canet y Longas, Maestro en Artes y doctor en Sagrada Teología exponía que el sistema de Ptolomeo no respondía ni a las leyes astronómicas ni a las físicas, el ticonico se desviaba de las segundas y solo el copernicano se ajustaba a ambas²⁷.

En las páginas del periódico se alababan igualmente algunas obras de divulgación francesas, como el *Dictionnaire de physique portatif* (1758), que conoció varias ediciones, o el *Traité de paix entre Descartes et Newton* (1769), ambas del padre jesuita Aimé-Henri Paulian (1722-1801). La recomendación venía en este caso de la mano de Pedro Díaz de Valdés (1740-1807), autor de varios artículos que más tarde reuniría en un libro titulado *Tratados sobre la Física del clero* (1806) y autor de una carta dirigida al *Memorial* firmada con el anagrama Gg3, que los redactores decían haber descubierto y que él mismo confirmaba en la obra citada anteriormente²⁸. A esta carta retornaremos en un rato.

No es solo la famosa ley de atracción de las masas lo que nos importa aquí, es también el tratamiento matemático que recibía la física en estas obras pues en España se tendía a identificar la física moderna con la física experimental, dejando en un segundo plano los desarrollos matemáticos de las leyes y la elaboración de teorías expresadas mediante el cálculo diferencial e integral. La explicación de los fenómenos, la deducción del comportamiento de los cuerpos, la enseñanza de las reglas generales había que obtenerlas de los experimentos, no de sistemas que partían de postulados *a priori* y que habían conducido a la física aristotélica, o, para el caso a la cartesiana, a una esterilidad manifiesta. Ni podía contaminarse el estudio de la naturaleza con principios propios de las matemáticas, la experiencia había de ser la única fuente de información. Así lo expresaba el texto de Sigaud de la Fond, *Elementos de Física Teórica y Experimental*, en la versión de Tadeo López, parte de cuyo *Prólogo*, debido al traductor, servía para dar una idea de la obra en la sección correspondiente del *Memorial*²⁹.

En este contexto, por la importancia que concedían a los experimentos como medio para mejor ilustrar las doctrinas de las cosas naturales, merecieron también la aprobación del *Memorial* las obras de gran éxito en la península ibérica del oratoriano Teodoro de Almeida (1722-1804), autor de una *Física Experimental* o *Instrucciones de la Natural Filosofía*, publicada por la Imprenta Real en 1790, en traducción de D.F.G.P. y de la que

²⁷ “...ex quibus Ptolemaicum nex Physices nec Astronomiae regulis consonum est, Tyconicum à Physices saltem legibus aberrat, Copernicanum utriusque mirifice consentit”, en *ML*: XII/1787, 353.

²⁸ *ML*: XI/1787: 369 ss; Pedro Díaz Valdés. *Tratados sobre la Física del clero* (Madrid: 1806), 64.

²⁹ *ML*: IV/1787, 523.

se confesaba editor, en la dedicatoria a Godoy, Francisco Moncasi y Serrado. Almeida, en su *Prólogo*, advertía a los físicos que no se sujetasen a ningún sistema y avisaba de que “yo os conduciré ya por aquí, ya por allí, según se muestre el camino más llano para el templo de la verdad”. Almeida admitía la gravitación universal, diferenciaba entre materia y espacio y concebía la materia formada por átomos. Estamos ante un texto divulgativo, sin aparato matemático, estructurado en proposiciones que se pretendían probar mediante experimentos visuales y explicaciones sencillas, dirigido a gente que se iniciaba en la materia y gozaba de una cierta formación intelectual. En el texto se citaban las tres leyes de Newton y se aludía a las fuerzas vivas de Leibniz. Respecto de la causa de la gravedad Almeida, tras pasar revista a las opiniones de distintos filósofos, terminaba diciendo que no se podía precisar su causa, solo afirmar que era exterior a los cuerpos, es decir, mantenía la inactividad de la materia³⁰. La *Recreación filosófica* o *Diálogo sobre la Filosofía natural para instrucción de personas que no frecuentan las aulas*, del mismo autor, en la versión castellana de Luis Antonio Figueroa, recibió una excelente crítica del periódico y una viva recomendación³¹. El libro conoció numerosas ediciones y reimpressiones en castellano. Como complemento de las recreaciones Almeida escribió unas *Cartas físico-matemáticas de Teodosio a Eugenio*. El *Memorial* atribuyó la traducción del portugués a Francisco Girón y Serrado³². Veamos lo que cuenta Almeida en sus *Cartas*. En el *Prólogo* advertía que se necesitaban algunos conocimientos de geometría para poder entender la física³³. A estas alturas del siglo estaba totalmente admitida la necesidad de tener unos conocimientos matemáticos, aunque fueran elementales, para abordar el estudio de la física; cosa distinta era servirse de principios matemáticos para obtener las causas de los fenómenos físicos. El método preconizado por el sacerdote portugués era el de

³⁰ Teodoro de Almeida, *Física Experimental o Instrucciones de la Natural Filosofía* (Madrid: Imprenta Real, 1806), Tomo I, 268: “También Newton está tan vacilante acerca de la causa de la gravedad que parece que nada resuelve: pues dice que ley de la naturaleza que unos cuerpos se dirijan hacia otros en razón de las distancias y las masas de aquellos cuerpos hacia los cuales se mueven; de suerte que cuando un cuerpo se dirige hacia otro de mayor masa y de menor distancia, entonces es mayor el impulso, y que la causa próxima de esta inclinación, cualquiera que sea, espiritual o corpórea, hasta ahora está ignorada ; pero no se ha de creer existe en los mismos cuerpos, sino que les viene de afuera”.

³¹ *ML*: VI/1787, 211.

³² *ML*: XI/1787, 462.

³³ “No es mi intento escribir en estas Cartas los Elementos de Geometría para los que han de seguir profundamente los estudios de Matemática sino solo preparar a los que como tú desean profundizar en el estudio de la Física, la que en los tiempos presentes no se puede entender bien sin esta previa instrucción”, Teodoro de Almeida, *Cartas físico-matemáticas de Teodosio a Eugenio* (Madrid: Imprenta Real, 1792), Tomo I, 5. Las *Cartas* eran un tratado elemental que dedicaba a la geometría el tomo primero y a la mecánica el segundo; las explicaciones y demostraciones se basaban en los dibujos de las láminas que se encontraban al final de cada tomo y, en el caso de la mecánica, en experimentos que no eran sino repetición de lo ya dicho en las *Recreaciones*.

síntesis, es decir, partir de unas propiedades o principios y terminar deduciendo de ellos una serie de consecuencias, pues como él mismo confesaba a través de Teodosio, su experiencia como enseñante le había llevado a considerarlo como el más útil y apropiado. Como sabemos la física experimental sin embargo propiciaba el método analítico, de modo que de los efectos se deducían las causas y los principios, distanciándose así de todo lo que se pudiera tomar por sistemático. Almeida separaba de este modo las prácticas propias de la investigación y del descubrimiento científico de los procedimientos didácticos adecuados. Para nada se utilizaba el lenguaje algebraico, pero se manejaban conceptos como cantidad de movimiento o fuerzas vivas que nos hacen ver la difícil construcción del concepto de fuerza. Después de describir un conjunto de experiencias y de refutar la teoría cartesiana de las colisiones quedaba claro que Almeida quería llegar a igualar la fuerza con la fuerza viva de Leibniz. El hecho de que se tradujera a Almeida y se anunciaran sus obras en el *Memorial* nos ha permitido hacer una pequeña incursión en los contenidos de una literatura popular que trataba de la física.

También los *Elementa Philosophiae* del P. Isidro Pérez de Celis (1753-1827), uno de los introductores de la física newtoniana en la universidad limeña de San Marco, recibieron una elogiosa reseña en nuestra publicación³⁴, presentándolo como un libro atractivo para los interesados en estos asuntos. Si consultamos el tomo II, que es el que nos interesa, observaremos que se divide en tres apartados: aritmética y álgebra, geometría y física general; está ausente el cálculo. En la parte correspondiente a la física comenzaba enunciando los principios newtonianos, convertidos en guías indiscutibles de los tratados de la época, para a continuación exponer una serie de proposiciones acompañadas de la resolución a las objeciones que se hubieran podido oponer a las tesis expuestas. A partir de las leyes newtonianas se trataba el movimiento y, de forma extensa, la ley de gravitación universal y las distintas doctrinas sobre su causa³⁵. El tomo III estaba dedicado a la física particular: los fluidos, la luz y los colores, el sonido, la electricidad y el magnetismo, entre otros temas. En los capítulos de astronomía se describían los distintos sistemas del mundo, definiéndose el autor claramente y sin rodeos a favor del de Copérnico³⁶.

³⁴ ML: XI/1788, 474-476.

³⁵ Isidoro de Celis. *Elementa Philosophiae* (Madrid: Imprenta Real, 1787), II, 178 y ss.

³⁶ De Celis, *Elementa...*, 14: “Copernicanum mundi systema et Astronomicis observationibus adamussim repondet, et generali natura legi, attraction nimirum appromè consonant. Sol iatque in centro mundo à nobis collocatur; circa solem planete omnes ne tellure quidem excepta certis periodos revolvuntur.

2.4 Contra el escolasticismo

El *Memorial Literario*, expuso a lo largo de su trayectoria su firme rechazo a la visión escolástica de la Física y a la continuidad de su enseñanza, dentro de la tradición aristotélica, celebrando que se fueran desterrando estas doctrinas de las instituciones académicas. Su apuesta por la filosofía moderna, que identificaban con la filosofía ecléctica, de la que los publicistas se confesaban seguidores, fue una constante que encontraba expresión tanto en las críticas bibliográficas como en las informaciones elogiosas que se realizaban de cuanto significaba la aceptación de las corrientes ya asentadas al otro lado de los Pirineos.

Como si no hubiesen transcurrido más de cincuenta años desde la salida de la imprenta del *Teatro Crítico*, los redactores seguían luchando por erradicar el escolasticismo de las universidades y censuraban que no se hubieran establecido en muchas de ellas cátedras de Física experimental; desaprobaban el uso como manuales universitarios de textos anclados en el aristotelismo y desdeñosos de la física newtoniana; alzaban la voz contra el escaso interés que por las ciencias físico-matemáticas reinaba en el país, con excepción de las academias militares y navales y alguna que otra universidad que había abandonado el peripato y adoptado la obra de Villalpando³⁷. Pero simultáneamente no todo era inmovilismo, las *Instituciones filosóficas* de Jacquier habían sustituido a los textos tradicionales en algunos centros universitarios³⁸, un ejemplo de ello lo proporcionaba el relato de Vicente Pascual Vergara del 30 de julio de 1788 en el que se compendian las ventajas que se habían seguido en la Universidad de Valencia del nuevo Plan de Estudios para la misma, destacando la adopción del texto de Jacquier, “*immortallem illum Neutoni interpretem*”³⁹; por otra parte se disponía de libros de física moderna y de matemáticas escritos por autores españoles, se traducían textos y manuales de física y se apreciaba una relajación en el estrecho corsé de las Escuelas.

Por increíble que parezca, a finales del XVIII los publicistas todavía utilizaron el sobado argumento del experimento de Torrecilla para ridiculizar el horror al vacío en favor del peso del aire. Si resulta sorprendente que en España se defendiera la física moderna apelando a la subida del mercurio cuando se disponía ya de numerosas y más recientes confirmaciones de la concordancia entre fenómenos y explicaciones derivadas de los nuevos principios, más asombroso parece que se tuviera que luchar con encono para extirpar

³⁷ *ML*: I/1788, 9-11.

³⁸ “¿Qué trabajo no ha costado echar de la Universidad de Salamanca al peripatético Goudin para sustituirlo por el ecléctico y experimental Jacquier?”, se preguntaban en enero de 1790, páginas 5-10.

³⁹ *ML*: IX/1789, 17.

de las instituciones la doctrina peripatética. No era, como se sabe, un hecho aislado, la minoría ilustrada se encontró con resistencias que no se terminaron de vencer hasta pasadas unas décadas, tras sucesivos avances y retrocesos. El periódico se hizo eco en numerosas ocasiones de estas reivindicaciones⁴⁰.

En relación a la filosofía newtoniana resulta particularmente notable el ataque que desde el *Memorial* se lanzó contra la *Summa Theologica* de P. Salvador María Roselli, impresa en Roma en 1777 y en Madrid en 1788. Se ha visto anteriormente la oposición de los censores a su publicación. En la oposición frontal a la *Summa* los *memorialistas* no estuvieron solos, los acompañaron otros periódicos de la época como comprobaremos más adelante. El redactor iniciaba el asalto con estas palabras: “Sabemos que la Filosofía del P. Roselli, que no ha tenido en Italia cabida entre los Scarellas, Brixias, Altieris, Jaquieres, busca acogida en España, y si se la dan en la Física, se acabó de atrasar todo”⁴¹. El autor de la crítica publicó durante varios días un análisis de la parte correspondiente a la filosofía dogmática, para iniciar a continuación el de la física, en la que Roselli “examina, censura, deforma, quita, añade, desfigura, aniquila las reglas que prescribe Newton para filosofar bien”⁴². Ante este rotundo comienzo sabemos que el repudio va a ser total. Antes de entrar en materia nuestro crítico se acogió a las amistosas palabras que Antonio Ganganelli, es decir, el Papa Clemente XIV, dirigió a Mr. Stuart, gentilhombre escocés: “Yo amo con pasión declarada a vuestros grandes Poetas, o grandes Filósofos. El que los trata, se hace sublime con ellos, y ve el mundo debajo de los pies. Alguna vez hago mis visitas a Newton, y en aquel tiempo en que parece que duerme toda la naturaleza, me desvelo para leerle y admirarle. Nadie ha reunido como él la ciencia y el candor. Esta es la índole de un genio que no conoce hinchazón ni vanidad”⁴³. El anuncio de la *Gaceta* de

⁴⁰ Por poner un ejemplo, en *ML*: VIII/1789, 510-512, al reseñar el *Plan de unas Instituciones Filosóficas y Matemáticas* de Antonio Eximeno, se extractaba un largo párrafo en el que el jesuita arremetía con dureza contra las Escuelas y hablaba de los sectarios como “hombres obstinadamente endurecidos en el error y que juntamente con los misterios de la religión interpolaron y redujeron a una indigesta y tosca masa las cualidades aristotélicas”. Para el autor, la mejora de la enseñanza pasaba por atraer maestros hábiles que gozasen de una conveniente libertad de enseñar y fueran defendidos por sus superiores de las asechanzas de los aristotélicos, insistiendo en la necesidad de crear Reales Academias que cultivasen y promoviesen las ciencias Matemáticas y Físicas. Estas son las palabras de Eximeno: “Es menester además, que buscados y atraídos los Matemáticos Físicos de más nombre que haya en toda Europa, se establezcan Academias Reales, en las que, sin reparar en gastos, se cultiven y promuevan las ciencias Matemáticas y Físicas”.

⁴¹ *ML*: I/1788, 6.

⁴² *ML*: V/1788, 13.

⁴³ *ML*: V/1788, 15.

27 de noviembre que notificaba la suscripción ofrecía un resumen de las opiniones vertidas por Roselli, todas ellas del más rancio escolasticismo⁴⁴. La publicación de la *Summa* causó auténtica indignación en los sectores más ilustrados, asombrados de que se pudiera imprimir una obra en la que se hacían afirmaciones semejantes. El autor de la reseña realizó una durísima censura por “Su empeño es contradecir a los Filósofos Modernos, sostener la filosofía bárbara de los Escolásticos, y disuadir del estudio de la naturaleza en su realidad”⁴⁵. El punto que merece nuestra atención es la defensa que el autor de la reseña realiza de la filosofía newtoniana frente a las tesis del fraile dominico, que consideraba los *Principia* como obra matemática y no filosófica e imputaba falta de método al caballero inglés por no establecer sus reglas de filosofar hasta el último tomo de la magna obra. Roselli tocaba un aspecto crucial de la obra de Newton que había sido sometido a debate por largo tiempo entre los filósofos unas décadas antes, que no era otro que el de la adscripción de los *Principia* a las matemáticas o a la filosofía natural, disciplinas de distinto estatus epistemológico y metodológico en cuanto a la investigación de las cosas naturales. Recordemos que para un gran número de estudiosos, entre los que se encuentran eminentes figuras como Euler, que llegó a clasificar a Newton de excelente matemático y pésimo filósofo, la falta de explicación mecánica de la fuerza de atracción resultaba absolutamente insatisfactoria. No era ésta desde luego la razón aducida por nuestro escolástico, que se movía exclusivamente dentro de los cauces del peripato. Roselli citaba al propio Newton para reforzar su juicio: *Ille fortasse se in libris praecedentibus principia*

⁴⁴ “Considera el método de filosofar o de proceder en esta materia, examina las tres reglas de Newton y demuestra que ni son verdaderas, si no se explican, ni conducen mucho a la filosofía natural. Demuestra asimismo que en esta facultad no basta el uso de instrumentos por ser necesaria, además de ellos, principalmente la razón natural para juzgar de las causas. Acerca de los principios de las cosas naturales, declara primero su esencia y condiciones que deben tener, examina después la variedad de opiniones y sistemas hace ver que el de Cartesio, el de Newton, el de Leibniz y otros modernos, lejos de inventar nuevos sistemas no hicieron otra cosa que reproducir los antiguos, dándoles nuevos nombres, añadiendo algunas variaciones o diferencias muy accidentales; que sus Autores se contradicen muchas veces, sin estar de acuerdo entre sí mismos, que reina entre ellos el espíritu de división y partido tanto o más que en los Escolásticos, a quienes ellos reprehenden. Nota asimismo que estos nuevos Filósofos, más versados en las Matemáticas que en la verdadera Física, establecieron unos principios más propios de aquella facultad que de ésta y en fin, que llevados demasadamente de los objetos sensibles sin elevarse sobre la imaginación, no pudieron comprender los principios Aristotélicos que el Autor sólidamente establece con la razón, con la autoridad de muchos Padres, particularmente de San Agustín, y de una multitud copiosa de Filósofos antiguos y modernos; y establecida de consiguiente la diversidad substancial entre los compuestos naturales, explica su esencia y propiedades, la extensión y divisibilidad de los cuerpos, su impenetrabilidad, mensurabilidad y figura. Trata del vacío, del tiempo, señala las virtudes operativas de los cuerpos distintas de la acción y movimiento, reprueba la virtud universal atractiva de Newton manifestando que sus leyes, ni son verdaderas, ni concuerdan con los principios Newtonianos. Igualmente refuta la virtud centrípeta, centrífuga y central en el sentido de este Filósofo. Explica por último la gravedad y el movimiento con todas sus especies y propiedades usando de razones físicas de experiencias y sirviéndose oportunamente de las Matemáticas”, *Gaceta de Madrid*, nº 9 de 27 de noviembre de 1787, 796-797.

⁴⁵ *ML*: II/1789, 266, 267.

*philosophiae tradidisse, non tamen philosophica, sed mathematica tantum ex quibus videlicet in rebus philosophicis disputari possit*⁴⁶. El asunto de fondo no era baladí ya que se trataba de establecer el alcance de la física newtoniana y su capacidad para investigar la naturaleza. Para el crítico de Roselli sin embargo no había ambigüedad ni ignorancia en Newton, que había titulado su libro *Principios matemáticos de la filosofía natural* y no “Principios de la matemática”, dando a entender que el caballero inglés las consideraba ciencias distintas, aunque relacionadas; eran precisamente estos principios, que no eran meras nociones geométricas, argumentaba el crítico, los que le daban a la Física consistencia y firmeza. Sin ellos no se podía explicar la fuerza impresa, la ínsita, las leyes del movimiento⁴⁷. Para dar mayor firmeza a su postura, el redactor dictaminaba que los principios de Newton eran los más esenciales para la Física y que Newton usaba de éstos y no de otros por esa misma razón, mientras que la física peripatética era puramente matemática, porque era abstracta, ideal y metafísica. Por otra parte, el descrédito que Roselli vertía sobre Newton trayendo a colación los alegatos de Leibniz y de los seguidores de Descartes fue descartado prontamente por el crítico, que encontraba en la disputa por la prioridad del descubrimiento del cálculo infinitesimal y en el golpe de gracia asestado al sistema de los torbellinos las motivaciones profundas de unos y otros⁴⁸.

El autor del juicio sobre la obra, que decía de sí mismo ser un filósofo estoico, puntualizaba que estaba conforme con Roselli en cuanto a que la filosofía natural había de basarse en el método sintético, pero resaltaba que solo tras aplicar el análisis a los fenómenos para deducir desde la experiencia y la razón las reglas y principios necesarios al estudio de la naturaleza, precisamente ésta era la vía abierta por Newton, aunque nuestro crítico no lo mencionara. En la segunda entrega acusaba a Roselli de no haber manejado más que el compendio de Musschenbroek, pues la cuarta regla newtoniana brillaba por su ausencia ya que había sido suprimida en la edición napolitana de 1781 del físico holandés, lo que demuestra un buen conocimiento de la filosofía natural del holandés por parte del crítico. Admitía con Roselli que el principio gravitatorio podría contradecir la primera norma newtoniana, de modo que se hacía necesario examinar si se estaba ante

⁴⁶ Esta cita proviene del libro tercero de los *Principia*.

⁴⁷ “Explicar este movimiento en todas las direcciones posibles, sus diversos fenómenos, y en cuanto pueda ser, las causas, es peculiar tan solamente del buen físico; pero calcular las proporciones, y determinar sus diversas leyes con toda precisión, nunca lo hará el Físico sin el auxilio de la Matemática”, *ML*: V/1788,20.

⁴⁸ *ML*: V/1788,13-27.

una hipótesis arbitraria y por tanto, ante un sistema como los demás, preguntándose también por el significado que daban a la atracción el propio Newton o sus seguidores⁴⁹. No suscribía, por el contrario, que el dominico tachase de incongruente el que los newtonianos siguieran la primera regla de los *Principia* pero concediesen hipótesis en la Astronomía, ya que eran necesarios ciertos supuestos en el estudio de los astros, dada la imposibilidad de realizar experiencias que tuvieran por objeto los movimientos planetarios, que quedaban explicados con gran verosimilitud por la presencia de fuerzas centrales, al menos hasta que se presentase una alternativa mejor y más próxima a la verdadera. Es evidente que el redactor suponía a sus lectores familiarizados con las reglas newtonianas, pues no se enunciaban explícitamente, pero también que su defensa de la capacidad de las matemáticas para investigar ciertos fenómenos naturales, como los movimientos planetarios, estaba teñida de escepticismo. La conformidad de las observaciones con las predicciones de la teoría no le parecía razón suficiente, pero aplicaba la regla de filosofar IV de Newton. La sospecha frente a los sistemas no se había desvanecido, el único conocimiento legítimo era el obtenido mediante los métodos de la física experimental, y de ellos no se deducía el significado de la fuerza gravitatoria que quedaba de este modo en tierra incógnita. A pesar de que el lector podía esperar al menos otra entrega, pues figuraba un “se continuará” al final de esta segunda, no volvemos a tener noticias del autor, se suspende la crítica y nos quedamos en ascuas preguntándonos por la causa de esta interrupción. ¿Tendría alguna relación el autor de esta crítica con el que publicó un papel bajo el título “Examen del prospecto de la Suma filosófica del P. Roselli”, anunciado en la *Gaceta* de Madrid del 27 de octubre de 1787 y publicado en 1788? El *Memorial* no nos da más que una sucinta información sobre este último impreso que pretendía contrarrestar los desmedidos elogios de los que elaboraron el prospecto aparecido en la *Gaceta* y dieron crédito a un texto “capaz de corromper las ideas de la juventud, por sus sofismas y falsedades”⁵⁰. Este impreso de 56 páginas fue condenado por el Santo Oficio e incluido en el índice de libros prohibidos por edicto del 6 de mayo de 1791, casi tres años más tarde de su publicación, y cuando era efectiva ya la resolución dictada por Floridablanca que suprimía los papeles periódicos. Aguilar Piñal lo atribuye a Diego Clemencín y Viñas y dice que recibió censura muy favorable de Manuel de Lardizábal y Uribe, jurista ilustrado y reformador en la línea de Beccaria⁵¹, pero el brazo inquisidor podía actuar posteriormente

⁴⁹ *ML*: V/1788, 98-110.

⁵⁰ *ML*: X/1788, 308.

⁵¹ Aguilar, *Bibliografía de autores españoles del siglo XVIII*, Vol. II, 431. El expediente se encuentra en Madrid, en el Archivo Histórico Nacional, Consejos, leg. 5554 (36).

y así lo hizo en este caso y además, en *totum*. El Consejo de Castilla, antes de conceder la licencia a la obra de Roselli asignó la censura a los catedráticos de los Reales Estudios y a la Junta de Recopilación. Joaquín González de la Vega, encargado de la parte correspondiente a la física, levantó severas objeciones por ser puramente aristotélica y tener defectos que no podían ser admitidos por los cultivadores de las ciencias físico-matemáticas, unas censuras también recogidas en el texto del *Memorial*. A pesar de ello se concedió finalmente la licencia tras un tira y afloja con el impresor Benito Cano. El Consejo pedía que se rehiciera la parte de física y que se insertara una nota en la que se demandaba que la obra no se utilizara en ninguna institución educativa. Finalmente se suprimió esta exigencia y la *Summa* salió sin ella, pero el Consejo ofició a los estudios y universidades que el libro no se utilizara como texto⁵². La actuación del Santo Oficio en relación a la obra roselliana alcanzó también a otros autores que se atrevieron a cuestionarla y de ello daremos cuenta al tratar el *Correo de Madrid*.

2.5 La física newtoniana en los centros religiosos de enseñanza

Fue una constante de la publicación reivindicar el destierro del escolasticismo de las universidades e instituciones religiosas y mostrar su aprobación a la introducción de la filosofía moderna en España, realizada finalmente con bastante retraso respecto a las naciones extranjeras, tanto en lo que respecta al establecimiento de cátedras de física experimental como en lo que toca a la redacción de tratados filosóficos desdeñosos de las disputas sectarias. De ahí que se prestara especial atención a lo que sucedía en los colegios de las distintas órdenes religiosas, detentadoras del monopolio de la enseñanza que hoy llamaríamos secundaria.

A propósito de esto, en un artículo titulado *Filosofía* se mencionaban algunos tratados escritos por religiosos de otras naciones, como los de los escolapios Corsini y Dalaham, el mínimo Francisco Jacquier (1711-1788), el observante Fortunato de Brescia (1701-1754) o el capuchino Lorenzo Altieri (1730-1796), en los que se dejaban de lado las cuestiones filosóficas inútiles. El redactor se quejaba de cuan distinta era la situación en España, donde las Escuelas disputaban entre sí, cada una enarbolando como estandarte su propio autor aristotélico. El artículo recogía el esfuerzo de los monarcas borbones por llevar a buen término las reformas necesarias mediante la creación de nuevas instituciones y el establecimiento de nuevos planes de estudio en los que se incluían textos como los

⁵² Fernando Durán López, «Regalías, traducciones y devociones indiscretas», en *Instituciones Censoras...*, 70, 71. (Ver AHN, Cons. 5553, exp. 23).

de Musschenbroek, Jacquier o el del capuchino Francisco Villalpando. La renovación había comenzado con los nuevos planes de los Estudios Reales en la Corte en 1770 y con las Órdenes Reales dictadas a las universidades. La Filosofía de Villalpando había sido adoptada en los colegios y conventos de capuchinos y en algunas universidades. Se reconocía igualmente que algunas órdenes religiosas, como los agustinos, los capuchinos y los padres de las Escuelas Pías, habían ido implantando los métodos modernos en sus colegios, si bien había quien no se había desprendido totalmente de Descartes y Malebranche⁵³. El artículo continuaba enumerando distintos actos llevados a cabo en el seno de ciertas comunidades religiosas. Se trataba tanto de actos literarios y conclusiones como de oposiciones a cátedras de los institutos de los regulares. Los párrafos más extensos se dedicaron a los agustinos y del resumen que el *Memorial* hizo de ellos podemos destacar que junto a tratamientos y cuestiones tradicionales se desarrollaron otras que denotaban un tímido cambio de perspectiva en cuanto a los entes y fenómenos naturales. En Sevilla se había examinado con especial atención la atracción newtoniana; en Madrid se había argumentado sobre la inutilidad de la filosofía aristotélica para servir a la religión y al estado; en una de las oposiciones uno de los aspirantes rechazó que la luz fuera una cualidad incorpórea o accidental. Los actos literarios en los que se defendían conclusiones acordes con la física moderna constituían una espléndida ocasión para mostrar que no estaba reñida con la religión.

En distintos números del periódico se insertaron informaciones sobre disertaciones relacionadas con la filosofía natural celebradas en colegios de órdenes regulares dedicadas a la enseñanza, aprovechando los redactores la ocasión, una vez más, para censurar las enseñanzas escolásticas⁵⁴. Los escolapios fueron para los redactores del *Memorial* la orden que con mayor prontitud abandonó la escolástica peripatética⁵⁵. Así, apareció un resumen de la disertación pronunciada por el escolapio Rafael de la Concepción en la Escuela Pía de Barbastro titulada *Proposiciones sacadas de la filosofía del P. Jacquier*, en la que se exponían diversos elementos de este y de otros autores modernos, designando a Descartes, Gassendi, Newton y Leibniz como los filósofos que “con sus maravillosos

⁵³ *ML*: VI/1786, 226-235.

⁵⁴ “no podemos menos de dar algunas muestras del conato con que se cultivan las ciencias útiles, se procura desterrar de las Aulas el inútil fárrago de los sistemas y opiniones absurdas con que enmarañadas y confundidas las ciencias, ocupaban el paso los adelantamientos de la razón, convirtiendo el estudio de la verdad erudición, más bien en perjuicio, que en provecho de los mismos hombres”, *ML*: VI/1787, 234.

⁵⁵ “Los PP. Escolapios parece que han llevado más uniformidad en la enseñanza desde que el elegantísimo Corsini introdujo en Pisa, Florencia y Roma, el estudio Eclético, antes de la mitad de este siglo, cuyo ejemplo sus hermanos han seguido tiempo ha en España, y acaso son los primeros que en este reino dejaron de ser sectarios del peripato”, *ML*: II/1790, 297.

sistemas, con las Matemáticas y la Crítica”, habían derrotado a los aristotélicos⁵⁶. El Padre Rafael desechaba las ideas innatas, tanto las platónicas como las de Descartes y Malebranche; en cuanto a la física, exponía como reglas de filosofar las cuatro de Newton, y explicaba los textos de las Escrituras que parecían oponerse al sistema de Copérnico. También se dio noticia de las conclusiones filosóficas y físicas enunciadas por los alumnos de las Escuelas Pías de Villacarriedo dirigidos por el P. Cayetano Sixto de la Virgen del Pilar en el año 1785. Se alababa al P. Cayetano por haber adoptado las verdades que le habían parecido más probables consultando a la razón y “no despreciando la autoridad de los que han hecho mayores adelantamientos, como son Newton, Musschenbroek, Leibnitz, Gravesande, Nollet, y otros, antiguos y modernos, de bastante nota”⁵⁷. La relación de Ezquerro, redactor principal del *Memorial*, con las Escuelas Pías venía de lejos pues había sido educado en la de Avapiés bajo la dirección del P. Felipe Scio, con quien marchó más tarde a Roma, donde siguió los cursos de Jacquier y La Seur⁵⁸.

Algunos colegios de frailes agustinos se apuntaron igualmente a las nuevas doctrinas; el *Memorial* se refirió a los actos literarios celebrados en Sevilla, o a los que tuvieron lugar en Barcelona, donde se defendieron conclusiones de la filosofía ecléctica, que se publicaron bajo el título de *Eclectica Philosophia* en la imprenta de Carlos Gibert y Tito. En referencia a estas conclusiones de Barcelona, un suscriptor se dirigió al periódico comentando que hubo quien pidió la intervención de la Inquisición por admitir el movimiento de la Tierra, si bien la cosa no tuvo consecuencias porque los Inquisidores “libres de los antiguos partidos de la Escuela y adornados con las luces de los últimos siglos”⁵⁹ no habían atendido la petición, sabedores posiblemente que la hipótesis copernicana estaba generalmente admitida. Se felicitaba el correspondiente de la publicación por este cambio de actitud del santo tribunal que respetaba la libertad de filosofar y se mostraban favorables a los adelantos modernos. Le parecía que el sistema copernicano era más convincente que los demás, pero no por eso tenía la certeza del movimiento de la Tierra. Ahora bien, lo que le llevaba a profesar de escéptico o más bien a rehuir cualquier generalización o explicación, era una cierta ingenuidad científica puesta de manifiesto en los ejemplos en que se apoyaba: no le parecía concluyente la elasticidad del aire a la que se atribuía la fuerza expansiva que disparaba una bala porque de ser así, no podría estar

⁵⁶ *ML*: II/1790, 300.

⁵⁷ *ML*: VIII/1787, 487.

⁵⁸ Urzainqui, «Los redactores del *Memorial Literario* (1784-1808)», 504.

⁵⁹ *ML*: XX/1786, 445.

encerrado en un grano tan pequeño de pólvora⁶⁰. Es verdad que el suscriptor admitía, sin dar razones, la atracción planetaria, pero sin distinguirla de otros casos en los que se había observado ese fenómeno, como era el imán. Más aun, la atracción, decía, era común a todos los metales y especulaba sobre una inclinación de cada metal a un punto particular de la superficie terrestre, lo que podría utilizarse para descubrir menas del citado metal; otros beneficios podían obtenerse “con piedras eléctricas, diestramente colocadas, se llegaría a formar una fuente artificial, que atrayendo las nubes y humedad de la atmosfera, regaría el lugar más seco y árido; serian como las varas de hierro, que atraen las tempestades”⁶¹.

El corresponsal había hecho sin duda una interpretación personal de lecturas, transformando su contenido en una explicación de los fenómenos conveniente a sus presupuestos filosóficos y a sus propias observaciones. La ciencia debía buscar la utilidad y olvidarse de quimeras o de intentos de averiguar los últimos principios o causas, y terminaba señalando que los curas eran las personas idóneas para observar la naturaleza y reportar beneficios a la sociedad, sobre todo en cuestiones relativas a la salud. No es de extrañar que el autor, que se firmaba Gg3, un anagrama que los publicistas habían descifrado pero que se reservaban respetando el deseo del suscriptor, mostrase tal entusiasmo por la labor que podían realizar los sacerdotes en sus parroquias y se explayase en descripciones relacionadas con el reino vegetal, pues en realidad no era otro sino Pedro Díaz de Valdés (1740-?), que como ya hemos indicado anteriormente reunió los artículos publicados en el *Memorial en Tratados sobre la Física del clero y otros puntos útiles y provechosos de las ciencias naturales*. Díaz de Valdés, que llegará a ser promovido al obispado de Barcelona al cabo de unos años, es un buen ejemplo de clérigo ilustrado, con afición a las ciencias naturales y enemigo de los enfrentamientos y luchas sectarias. En efecto, aplaudía la pacificación llevada a cabo por el Padre Paulien entre Newton y Descartes, el “Newto-Cartesianismo era el justo partido que debía tomarse y admitirse”⁶². Pero como muchos ecléticos llevaba el afán de conciliación demasiado lejos, lo que le hacía considerar con igual fervor a Jacquier, Villalpando y Roselli, a los que apreciaba⁶³. La física, término que utilizaba para referirse a lo que hoy llamamos ciencias naturales, era estudio útil y necesario

⁶⁰ ML: XII/1786, 449-450. Otros casos que aduce para rechazar certeza alguna en el conocimiento pueden leerse en la página 447, y tienen que ver con observaciones candorosas, como las que deriva de la maduración de la fruta o la anatomía de los animales. Acude a experiencias que ya nos hemos encontrado en otros escritores de la época, como la del paso del agua por placas de oro que mencionaba el Savérien.

⁶¹ ML: XII/1786, 452.

⁶² ML: IX/1787, 102.

⁶³ ML: X/1787, 187- 188.

en España, y, siguiendo a Muratori, se inclinaba más por las observaciones encaminadas a la mejora de la agricultura y las artes que a las especulaciones de ciertos filósofos. La utilidad era para muchos la vara de medir el conocimiento científico⁶⁴. Para el futuro Obispo los textos de física deberían comenzar explicando los sistemas de Descartes y Newton, siguiendo el texto de Paulien y proponer el sistema de Copérnico como hipótesis comúnmente admitida; también podían inspirarse en el *Cours d'études* de Condillac.

Los franciscanos del Colegio de San Buenaventura de Barcelona reformaron así mismo los estudios de filosofía, como se deduce de las conclusiones impresas por Francisco Surià y Burgada y resumidas en el número de agosto de 1789. El acto se realizó en latín y siguió el desarrollo característico de estos certámenes, apoyándose en autoridades de la Orden. Las conclusiones, basadas en textos de autores de observancia franciscana, trataban tanto de elementos filosóficos característicos del escotismo tradicional, como de proposiciones que incorporaban las nuevas tendencias de la filosofía natural y que habían sido incluidas en tratados como los de Fortunato de Brescia, Buenaventura Amat (1700?-1760) o Lorenzo Altieri. De los *Elementa Philosophiae in adolescentium usum* de este último se extrajeron casi la mitad de las conclusiones; esta obra tuvo un gran éxito en Italia, conoció numerosas ediciones y se publicó en España en 1796. Escrita todavía como un texto tradicional de filosofía en forma de definiciones, proposiciones, demostraciones y objeciones de los principales filósofos, exponía sin embargo como reglas válidas para filosofar las tres primeras de Newton y una cuarta de Leibniz, establecía como leyes las tres newtonianas, admitía la ley gravitatoria aunque puntualizando que se desconocía su causa, exponía el sistema de Copérnico, pero no terminaba de aceptarlo, ni tampoco las consecuencias newtonianas que se derivaban de él en cuanto a la causa del movimiento de los planetas. Para cualquier proposición conflictiva daba audiencia a sus partidarios y a sus oponentes. Pero se trataba de un texto más moderno que los habituales en otras instituciones de enseñanza, para empezar, de los cuatro volúmenes que componían la obra tres estaban dedicados a la física⁶⁵. Tanto la obra de Altieri como las del Brixienese⁶⁶, seguían siendo textos de filosofía natural que poco tenían en común con los tratados de física experimental o de física-matemática que se escribían en la época. Eran tratados destinados a la enseñanza en instituciones académicas que no incluían en sus planes de

⁶⁴ “La enseñanza de la verdadera Física debe tener por objeto principal la mejora del país, la dicha de quien la estudia y la felicidad de las gentes con quien se vive”, *ML*: X/1787, 295.

⁶⁵ *ML*: VIII/1789, 584-588.

⁶⁶ Su *Philosophia sensuum mechanica methodice tractata atque ad usus academicos accommodata*, se reimprimió en varias ocasiones y era bien conocida en España.

estudio tales disciplinas, pero suponía un avance en la formación de los futuros maestros el que estuvieran familiarizados con las nuevas orientaciones en el estudio de la naturaleza.

A pesar de estos desarrollos, los publicistas se lamentaban de la falta de uniformidad en los planteamientos didácticos de los regulares de un mismo instituto, poniendo como ejemplo que los escolapios de Cataluña, Valencia y Andalucía seguían a los eclécticos, mientras que en Castilla, Navarra y Aragón, a los escolásticos⁶⁷. Aunque la filosofía moderna se había implantado en algunas universidades y en los Reales Estudios de Madrid, Cádiz y Valencia, así como en las sociedades patrióticas, la revista deploraba su escasa penetración en los estudios públicos de los Regulares, que continuaban dando sus lecciones a través de escolásticos como Palanco, Goudin o Roselli.

Las oposiciones a cátedra y otros actos institucionales nos ilustran de los progresos de la filosofía moderna en la enseñanza. Las noticias sobre los ejercicios literarios del Colegio de la Encarnación de los Padres Agustinos Calzados nos ofrecen una muestra de los cambios que se habían ido produciendo dentro de algunas comunidades religiosas en cuanto al abandono de las tesis escolásticas, sin que ello supusiera la aceptación plena de una filosofía natural separada radicalmente de la metafísica. El periódico explicaba el sistema de oposiciones al que se habían de someter los aspirantes a las cátedras de Arte de la Orden, para la enseñanza tanto de Religiosos como de Seculares, y daba el listado de las veinticuatro tesis defendidas por los correspondientes aspirantes. Los temas que se presentaron al tribunal eran de lo más variado: igual se disertaba sobre la inmortalidad del alma o sobre la idea ingénita de la existencia de un Ser Supremo, como sobre los cometas o el fluido eléctrico. Con todo, la mayor parte de las exposiciones miraban al mundo natural, y aunque en algunas se intentase definir los principios y esencia de los cuerpos naturales o se interrogase por el problema del alma de los brutos, al menos diez de ellas entraban claramente en el campo de lo que entendemos hoy en día por ciencias. La negación de las formas aristotélicas en los seres inanimados era moneda común, y es cierto que la influencia de Descartes estaba todavía bien presente en ciertas cuestiones, pero ya no escandalizaba a nadie que el título de la ponencia del P. Nicolás Reynoso, que obtuvo la cátedra del convento de Valladolid, fuera “Supuesto el movimiento de la tierra en la hipótesis de Newton, la fuerza centrípeta de ella, o la atracción mutua de Sol y Luna, es la causa más verosímil, y más conforme a las leyes de la naturaleza, del flujo y reflujo

⁶⁷ *ML*: II/1790, 296-307.

de los Mares”⁶⁸. Otra muestra más de la aceptación de la física moderna, en extraña convivencia con las doctrinas e intereses filosóficos tradicionales, la tenemos en las oposiciones celebradas en mayo del año siguiente en el mismo colegio⁶⁹. Caben dentro del mismo saco de la Filosofía natural las cuestiones relativas al alma humana, los espíritus animales, la constitución de los animales o los cuatro elementos; y junto a ellas, la forma de la Tierra, el magnetismo, el peso del aire o la naturaleza corpórea de la luz. Por otra parte, es evidente que cada vez eran menos sostenibles intelectualmente los sistemas cosmológicos no copernicanos: dos de las diecinueve disertaciones abogaban a favor del heliocentrismo. Para el P. Juan Sedes, las opiniones de Descartes y Newton sobre la luz eran igualmente probables y el P. Gregorio Moyano no albergaba dudas sobre la descomposición de la luz blanca en los siete colores del arco iris.

Los actos literarios celebrados en los colegios agustinos repartidos por la geografía española versaban en ocasiones en materias físico-matemáticas; tenemos un ejemplo en los que tuvieron lugar en el colegio de Santiago de Compostela en 1783, donde un alumno defendió conclusiones sobre la existencia y esencia de los cuerpos; sobre la materia, no distinta de la forma en los entes meramente corporales; sobre los Elementos; sobre el equilibrio de los licores; sobre la luz, los colores, el movimiento de los Planetas, Cometas y demás Astros, sobre el flujo reflujo del mar y sus propiedades, sobre las plantas, los brutos, y la fisiología del hombre”⁷⁰. Los vínculos entre Ezquerria y ciertas órdenes religiosas —escolapios y agustinos— eran como hemos visto estrechas y de ello da fe la relación de actos literarios y oposiciones recogida en la publicación. Recuérdese que Ezquerria colaboró con el P. Cayetano Sixto García y con el agustino Pedro Centeno, redactor principal del *Apologista Universal*. El publicista defendía la labor educativa de estos religiosos con lo que compartía sin duda las mismas ideas sobre lo que debía entenderse por física.

2.6 Matemáticas en el Memorial.

Una campaña típica de la ilustración fue insistir en la necesidad y utilidad del estudio de las matemáticas, al que tan ligado quedaría la física; nuestro periódico no se mostró ajeno a esta cruzada, al contrario, difundió esta idea a través de distintas informaciones. Un ejemplo lo tenemos en la referencia al acto literario que llevó a cabo Pascual de Vallejo y Hernández bajo la dirección de D. Luis Rancaño de Cancio en septiembre de 1788 en las

⁶⁸ *ML*: V/1784, 53-54.

⁶⁹ *ML*: V/1785, 85-93.

⁷⁰ *ML*: VI/1784, 47.

Escuelas de Matemáticas de Zaragoza, donde el disertante, tras realizar un resumen de la historia de las matemáticas, alabó el progreso realizado en esta disciplina en los tres últimos siglos y disertó sobre el cálculo infinitesimal y otras ramas de las matemáticas, defendiendo la necesidad y utilidad de su estudio tanto para el progreso de las artes como para la mejora de las actividades relacionadas con la economía y el comercio, sin olvidar el aprovechamiento que las otras ciencias podían derivar de su cultivo; las matemáticas mejoraban las condiciones de vida de los pueblos y su estudio debía fomentarse en todas las capitales y provincias de los dominios españoles⁷¹. Los ejercicios públicos en el Seminario de Nobles o el Colegio Imperial sirvieron igualmente de vehículo para potenciar la importancia de las matemáticas. Grandes de la nobleza, como el duque de Aliaga, contribuyeron a prestigiar la disciplina; en su honor *El Memorial* glosó la figura del duque e insertó un poema para festejar su ejercicio público en el Seminario de Nobles, valiéndose de la ocasión para reivindicar el pasado glorioso de la nación y, a modo de invitación, proponer emularlo en el presente. El poeta no se quedó corto en las alabanzas al joven noble⁷².

2.7 El *Memorial* y la defensa de la ciencia moderna.

Como altavoz de la facción ilustrada, el *Memorial Literario* quería proyectar la imagen de una sociedad que apreciaba y se preocupaba por la ciencia y el progreso, que organizaba sus instituciones al igual que en otros países, que obtenía resultados encomiables, y que contaba con el apoyo de un gobierno y de unos monarcas comprometidos con estas empresas, muchas de las cuales disfrutaban del patrocinio regio e incluso habían sido impulsadas por la Corona⁷³. El *Memorial* trataba de iluminar las producciones científicas y literarias españolas, sobre las que Masson de Morvilliers había proyectado una perversa sombra, con el relato de las actividades de academias e instituciones, con los extractos y argumentos de los libros publicados, con la reproducción de memorias y disertaciones eruditas. El objetivo de la obra era “manifestar los progresos de las ciencias en España, los adelantos de la agricultura, industria, comercio, y artes, todo lo perteneciente a

⁷¹ *ML*: II/1789, 370-376.

⁷² El *Memorial* dedicaba estos versos al joven noble: Que dijo que en España se ignoraban/las Nobles Artes y esta heroica Ciencia./Cuando el Galo, y el Italo ignorantes/eran, y los Britanos no sabían/ni sus leves principios, ni sus reglas,/España, la indomable fuerte España,/en esta facultad tuvo Maestros/que la orilla del Betis habitaban,/y allí la Matemática enseñaron./Almenón sabio fue de los primeros,/sus obras son su elogio, y en Europa/sus discípulos fueron respetados./El gran Jacobo Kresa enriquecía/a las orillas del dorado Tajo/Con sus demostraciones sin segundas./Después Martín Cortés, y Zaragoza./Que de Carlos II fue Maestro/La Historia cuidará de hacerte eterno./Y colocarte a par de los heroicos/Copérnico, Newton y Ptolomeo. *ML*: VII/ 1789, 474-476.

⁷³ Véase, por ejemplo, *ML*: V/1784, 10, sobre la Real Academia Médica-Matritense.

la legislación económica y providencias de buen gobierno, y de perpetuar en la memoria de todos los sucesos notables de la Nación, y otras noticias útiles que quedaban sepultadas en el olvido”⁷⁴. De hecho no fue ajeno a la reacción airada que provocó la famosa pregunta de Masson. Será una constante del periódico ensalzar los logros de sus contemporáneos y arremeter contra los que criticaban despiadadamente lo que consideraban el estado decadente de la cultura española⁷⁵. Para los *memorialistas* atrás quedaba la etapa del declive español de la que se dolía el *Diario de los Literatos*; se había iniciado una senda de restauración intelectual que daba ya sus frutos en la enseñanza, en la producción de obras literarias y científicas, en la labor de las distintas instituciones, era el país el que se había puesto en marcha.

En este proyecto la aceptación de las teorías físicas que durante tanto tiempo habían estado en la semiclandestinidad podía presentarse como un triunfo de la razón, de las Luces; la nación había salido de su letargo y se incorporaba a la senda del progreso. Se escribían libros de física y de matemáticas, se traducían obras extranjeras, se rechazaba la filosofía escolástica, se hacían observaciones astronómicas y la física newtoniana se admitía en los centros de enseñanza. El estudio de las páginas del *Memorial* en relación con la introducción de la física moderna en España, y concretamente con la filosofía newtoniana, nos ha deparado una serie de informaciones de gran utilidad para investigaciones futuras, sobre todo por las referencias a los actos literarios y oposiciones celebrados en colegios de las órdenes regulares.

Lo que queda claro en la trayectoria del periódico es, en primer lugar, su vocación ilustrada, que no puede menos que incluir la promoción de las ciencias, e inmediatamente después, lo que para nosotros tiene mayor interés, el testimonio de un cambio de mentalidad respecto de la física moderna en una parte influyente de la sociedad española, capaz

⁷⁴ *ML*: IX/1787, 3.

⁷⁵ “La literatura es hoy el blanco de los tiros de todos los extranjeros, y aun de algunos Españoles, los cuales, o por preocupación, o por capricho, han procurado desacreditarla, ignorando unos, y olvidando otros, que nuestra nación fue en todos tiempos fecunda, no solamente en ingenios elevados, en varones doctos, escritores en todas ciencias y artes”, introducción a la noticia de la concesión del grado de doctora por la universidad de Alcalá a María Isidra Quintina de Guzmán y la Cerda, en *ML*: VI/1785, 147. Antes de describir las ceremonias de concesión del grado de doctora a Doña Isidra de Guzmán el redactor realizaba un recorrido histórico en el que repasaba las virtudes intelectuales de un nutrido conjunto de mujeres españolas, remitiendo al lector a la *Biblioteca Española* de Nicolás Antonio y al *Teatro de mujeres ilustres* de Damián Flores Perima. El panegírico sobre las mujeres ilustradas continuó en el número de noviembre de 1785.

El *Memorial* defendió la igual capacidad de mujeres y hombres, como podemos ver en estas líneas: “en efecto despojar a las mujeres de unos dotes y prerrogativas del alma, que las concedió naturaleza sino en mayor, en igual grado que los hombres, es una sofistería hija de ingenios cavilosos y amigos de discurrir con novedad en los asuntos más claros y triviales”, en *ML*: X/1787, 203.

de hablar sin tapujos ni cautelas de teoría físicas miradas con aprensión un tiempo atrás, al menos al manifestarse públicamente. Tenemos el ejemplo en la ley de atracción, tratada a finales del siglo XVIII como una ley de la naturaleza en libros de todo tipo, sin que a nadie engañe ya la coletilla “supuesta que la haya, en el sistema planetario”⁷⁶.

3. Correo de Madrid o de los Ciegos.

Su fundador y editor fue el sacerdote Antonio Manegat, aunque en 1790 se encargó del periódico Antonio de Arribas y de la redacción Juan Pons Izquierdo, autor que había colaborado anteriormente en la publicación⁷⁷. Al principio constaba de cuatro páginas en cuarto a dos columnas y salía los martes y viernes, pero al cabo de un año los ejemplares pasaron a tener el doble de papel; pasó a semanal en los últimos meses de su vida. Estamos ante una publicación generalista cuyo objeto era fomentar el gusto por la lectura mediante artículos de distinta índole, tomados a menudo de los papeles españoles y extranjeros⁷⁸, algo que no ocultaba ya que se afirmaba en el primer número que se extractaría y copiaría lo que pareciera oportuno, y así se hizo, casi siempre sin especificar las fuentes de información. Se posicionó al lado de los periódicos defensores de la modernidad, como *El Censor*, *El Corresponsal del Censor* o *El Apologista Universal*. Desde sus páginas se denunció el lamentable estado de la educación en España, se atacó el inmovilismo de la Universidad, renuente a abandonar el escolasticismo, se defendió la utilidad de la ciencia, se deploraron los prejuicios de la ignorancia, se elogió la labor de las Sociedades de Amigos del País y se informó de las novedades literarias. El *Correo* abrió sus puertas a los lectores que quisiesen imprimir sus disertaciones, sátiras, críticas, pensamientos, proyectos, poesías o descubrimientos y ya en los primeros números tenemos ejemplos de la respuesta que encontró esa llamada, bien en forma de cartas aisladas bien en forma de colaboraciones habituales, como las del médico y poeta Manuel Casal, que se firmaba con el anagrama de *Lucas Alemán*, o las del militar ilustrado Manuel de Aguirre que utilizó el seudónimo de *El Militar Ingenuo*⁷⁹. Autores reconocidos —Leandro Fernández de Moratín, Juan Pablo Forner, Tomás de Iriarte, Juan Meléndez Valdés— escribieron en el *Correo*

⁷⁶ ML: II/1786, 246.

⁷⁷ Francisco Aguilar Piñal, *Bibliografía de autores españoles...*, Tomo V, 357.

⁷⁸ El mismo *Correo* nos dice de vez en cuando que extracta o toma una anécdota del *Journal Encyclopédique*, un periódico que como hemos visto era bien conocido y utilizado en España. Véase, por ejemplo, CM: 24/XI/1786, 54, donde el periódico francés se menciona como “diario de Bouillon”.

⁷⁹ Antonio Elorza ha realizado un estudio introductorio en su edición de *Cartas y discursos del militar ingenuo al Correo de los ciegos de Madrid; precedido de Sistema de sociedades patrióticas y de seminarios o casa de educación* (San Sebastián: Usurbil, 1974)

y cupo al periódico el honor de dar a conocer las *Cartas Marruecas* y las *Noches lúgubres* de José Cadalso tras su prematura muerte⁸⁰. El mismo *Correo* nos dice que “nos favorecen con sus escritos muchas personas”⁸¹, de hecho, se recogieron en este medio réplicas y contrarréplicas y se dio cabida a polémicas encendidas que dibujan una sociedad, o al menos una parte de ella, comprometida y preocupada por los problemas de su tiempo y dispuesta a airear sus afinidades y diferencias públicamente⁸². A una carta al editor contestaban otros lectores, estableciéndose durante semanas un diálogo a varias bandas en el que se involucraban también otras publicaciones. Esa participación de los lectores comunica al periódico que aquí tratamos unos rasgos que lo singularizan frente a otros papeles, pues una gran parte del medio pliego bisemanal se llenaba con los escritos de gente de toda la geografía española que recibía el *Correo* por suscripción⁸³. También desde el inicio se puso de manifiesto la animadversión del bisemanal contra su rival, el *Diario curioso, erudito, económico y comercial*, que al cabo de poco tiempo pasaría a llamarse simplemente *Diario de Madrid*, no desaprovechando nuestro periódico ocasión alguna para desacreditarlo directamente o mediante la inserción de cartas de los lectores dolidos con el papel dirigido por Santiago Thevin, que desde luego recogió el guante de sus adversarios y pagó con la misma moneda. La cultura de la sátira y de la crítica mordaz estaba bien instalada entre nuestros literatos. El tono acerbo y virulento de muchas de las cartas dirigidas al *Correo* se atemperó tras el Reglamento de 6 de septiembre de 1787 por el que se regulaban los papeles periódicos y se exigía moderación en los intercambios⁸⁴. A partir de entonces se cuidó el editor de que no se produjeran excesos verbales⁸⁵. Las

⁸⁰ En el *Prólogo* al tomo segundo dice el editor: “En obsequio de la verdad debo decir, que no todas las piezas que se publican en este Correo, son fruto de mi trabajo; son muchos partos de ilustrados entendimientos, que llevados del patriotismo me favorecen remitiéndomelas, sin que en las más tenga yo el trabajo de retocar la menor cosa”.

⁸¹ *CM*: 24/10/1786, 19.

⁸² Un ejemplo de polémica relacionada con la ciencia la tenemos en la que se desarrolló entre el *Correo* y el *Diario de Madrid* sobre el tarantismo a finales de 1789 y principio de 1790. Se puede seguir en los números 321, 333, 334, 337 y 338 del primero y en los números 404, 469, 479, 471, etc. del segundo.

⁸³ Si tenemos en cuenta la información que daba el propio periódico sobre los puestos en los que se podía solicitar la suscripción, su radio de acción no estaba limitado a la capital. En efecto, en el número 25 se dice que se ha abierto la suscripción en una librería de Zaragoza y en número 29 se publica que se admiten suscripciones en diversas librerías de Valencia, Burgos, Sevilla, La Coruña y Pamplona; al cerrar el año de 1788 los lectores pueden suscribirse en Madrid, Valencia, Ávila, Barcelona, Bilbao, Cádiz, Cartagena, Orán, Salamanca y Valladolid.

⁸⁴ En el número 152 se reproducía el artículo del citado reglamento: “[...] poniéndose mucho cuidado en evitar que conforme a lo resuelto por S.M. y el Consejo, se inserten en estos papeles sátiras de ninguna especie, ni aun de materias políticas, ni cosas que desacrediten las personas, los teatros e instrucción nacional”

⁸⁵ Ejemplo de esa contención lo tenemos en esta nota que aparece en una carta dirigida al periódico a favor de Aristóteles: “Aquí dice el autor de esta carta que no puede contener su ira, y que habla acalorado. Omitimos este epígrafe porque el *Correo* no es Estafeta de furias, sino un pacífico conducto por el cual los sabios se comunican su pensamiento”. *CM*: 31/V/1788, 969.

referencias a otras publicaciones eran frecuentes, informándose a los lectores de las nuevas que salían al mercado y estableciendo a menudo un diálogo con los escritos aparecidas en ellas⁸⁶. En el prospecto del tomo VII, a más de ponderarse la instrucción y deleite que proporcionaban los periódicos, se mencionaba el nuevo plan de la obra, como consecuencia del cambio de editor: a partir de ese año cada ejemplar constaría de seis artículos, distribuidos de la siguiente manera: el primero trataría de nociones elementales de Artes y Ciencias; el segundo, de distintas ramas del saber, como la Física, Química, Agricultura, Mineralogía o Salud pública bajo el epígrafe general de Ciencias Naturales; el tercero se dedicaría a la educación; en el cuarto se relatarían anécdotas y rasgos histórico; en el quinto se recogerían las cartas y escritos de los corresponsales y el sexto y último estaría reservado a la poesía. Este esquema, como tantos otros proyectos y declaraciones de los responsables de los periódicos, solo se llevó a la práctica en unos cuantos números y no tuvo continuidad.

3.1 Los corresponsales y el escolasticismo. Roselli de nuevo.

Aunque habían pasado varias décadas desde que *El Diario de los Literatos* denunciase las carencias de la filosofía escolástica, el hecho de que siguiese ocupando un lugar importante en los planes de estudios de las universidades y de que apenas se comenzase a sustituirla por una física más actualizada convertían en pertinente su aparición en los debates que se desarrollaban en la prensa. Había quien abordaba el asunto por el lado jocosos y redactaba un memorial que los escolásticos “de las universidades de España, presentan al rubicundo Apolo a favor del sublime nunca bastante bien entendido Aristóteles Estagirita”, príncipe de los filósofos y oráculo de las universidades cuyo trono pretendían ahora arrebatarse dos sujetos de escasa consideración, razón y experiencia, liderados por cartesianos, gasendistas y otras sectas, quienes habían esparcido muchos libelos, entre los que destacaban los que se publicaban en el *Diario de los Sabios* por los muchos descubrimientos contrarios al Filósofo que insertaba en sus páginas⁸⁷. Los presuntos escolásticos, que se firmaban comisarios de la universidad de Salamanca, clamaban para que la naturaleza volviera a ser lo que su filosofía había prescrito durante siglos: organizada según los cuatro elementos, aborreciendo el vacío, con la Tierra inmóvil en el centro del

⁸⁶ Como muestra tenemos el caso del comentario a la disertación de Cristóbal Cladera en la Academia de Santa Bárbara de Madrid, que se imprimió íntegra en el *Espíritu de los mejores Diarios literarios que se publican en Europa* y que fue insertado en el *Correo* de 30 de julio de 1788.

⁸⁷ CM: 21/XI/1787,557.

universo, los cielos incorruptos; había que borrar todo lo que los filósofos modernos mediante los nuevos instrumentos y observaciones habían imaginado y volver a la doctrina aristotélica con fe ciega. En el número siguiente el alto tribunal de Apolo dictaba su sentencia y mandaba que el corazón fuera el principio de los nervios, prohibía que la sangre anduviera vagabunda por el cuerpo, colocaba el fuego en su propia esfera, sometía a los cometas a marchar por el cóncavo de la Luna y restituía el reinado de Aristóteles y de las escuelas, condenando a la desterrada razón al pago de las costas. El tono burlesco se acentuaba con la caracterización que se hacía en el escrito de los profesores escolásticos, a los que se llamaba tunantes que leían y enseñaban a Aristóteles sin leerlo ni entenderlo, en parte debido a la oscura y confusa filosofía del Estagirita⁸⁸. En realidad no se trataba de un escrito original sino de una traducción de la obra satírica de François Bernier y Nicolás Boileau publicada en 1702 *Requête des Maitres des Arts, Professeurs et Régens de l'Université de Paris présentée a la Cour Souverain du Parnase*, de la que se suprimían algunos párrafos y se adaptaba a la Universidad de Salamanca⁸⁹. Es desde luego notable que el redactor considérese pertinente una sátira que tenía más de ochenta años y en la que solo se nombraba a Descartes y Gassendi. Una de dos, o lamentablemente era de estricta actualidad en nuestro país, o Manegat, o quien fuese el autor, tiraba por la vía rápida de apropiarse de lo escrito por otros en lugar de elaborar su propia invectiva. Pero la irónica apología a favor de Aristóteles y sus sectarios no quedó sin respuesta y al cabo de un tiempo apareció una carta en el *Correo* firmada por Juan Caballero en la que se defendía y reivindicaba que razón y experiencia no eran sujetos nuevos o desconocidos para el insigne maestro, ni adversarios de su filosofía; en realidad los modernos, según el paladín de Aristóteles, no habían hecho más que dar lustre nuevo a las ideas antiguas y llevar a la práctica la especulativa desarrollada por el mentor de Alejandro: eran en el mejor de los casos ilustres comentadores, pero comentadores al fin y al cabo⁹⁰. Es indudable que Aristóteles no merecía el sarcasmo guasón con que le trataban los redactores del *Correo* valiéndose de la pluma de Bernier y Boileau, pero en realidad sus dardos iban dirigidos contra un sistema universitario en el que la escolástica se mantenía con firmeza en las cátedras y muchos profesores se resistían a abandonar los principios y presupuestos de sus respectivas escuelas. Alguien más terció en el asunto refutando algunas de las con-

⁸⁸ CM: 24/XI/1787, 566.

⁸⁹ El autor, que podía ser fácilmente el propio Manegat, añadía alguna referencia por su cuenta, como nombrar la Física experimental de Nollet que no era contemporánea del original francés.

⁹⁰ CM: 31/V/1788, 967 y ss.

sideraciones de Juan Caballero, pero sin la sorna de los desvergonzados firmantes oficiales del primer escrito que habían apelado al veredicto de Apolo y mandaban acatar su sentencia. Agustín de la Enseña, como se firmaba el autor de la réplica, concedía que Aristóteles merecía ser apreciado y alabado por haber iniciado el camino de la filosofía natural, pero dado que los avances en esta materia eran deudores de la experiencia y ésta era acumulativa, su doctrina estaba plagada de grandes errores que se habían subsanado con el paso del tiempo, llegando al estado feliz en que se encontraba la indagación de la naturaleza en el momento actual por los adelantos que habían realizado los autores modernos estableciendo principios totalmente nuevos: “¿Será comentador un Newton que con sus demostradas leyes de la atracción ha hecho variar todo el sistema celeste? ¿Será comentador un Copérnico, inventor de un sistema sobre el movimiento de la tierra, que aunque no demostrado, encierra en sí tanta probabilidad? El demostrar ahora con suma facilidad el peso del aire contra la aserción de Aristóteles ¿será obra de un mero comentador? El manifestar (a pesar del autor del papel) con razones y experiencias el vacío, contra el axioma de los antiguos de que la naturaleza aborrece todo vacío, como si la naturaleza fuese una señora capaz del afecto, del odio y del aborrecimiento, será trabajo de un mero ilustrador?”, se preguntaba Don Agustín, preocupado igualmente por los nocivos efectos que sobre la juventud podía tener una enseñanza alimentada con los defectos y errores contenidos en los tratados de física tradicionales⁹¹. El corresponsal, que se incluía en el partido de los nuevos filósofos, estaba convencido de que se había producido una ruptura con la doctrina del pasado, como también eran radicalmente diferentes los métodos y principios. Podemos decir que para D. Agustín de la Enseña se había iniciado una nueva etapa que superaba con creces lo conseguido en épocas anteriores, se había hecho borrón y cuenta nueva de unas concepciones periclitadas propias de la infancia de la filosofía natural; el porvenir se presentaba brillante y plagado de nuevos descubrimientos y el que quisiera informarse de los argumentos de los peripatéticos y de su contundente refutación no tenía más que leer la *Recreación filosófica* de Teodoro de Almeida. No había habido continuidad, pues si los modernos eran simples ilustradores de los antiguos no hubiera venido a cuento la enérgica y contumaz oposición de los escolásticos, añadía. D. Agustín, quien quiera que fuese, suscribía la opinión ilustrada y recomendaba al oratoriano Almeida, cuya obra fue leída y apreciada en España.

⁹¹ CM: 2/VII/1788, 1039.

La obra del P. Roselli, de la que ya hemos hablado al analizar el *Memorial Literario*, se convirtió como es sabido en diana de los ilustrados en su lucha contra el escolasticismo; no podían admitir que a esas alturas del siglo se imprimiera y pusiera en circulación un tratado que en palabras del *Militar Ingenuo*, por más que el autor hubiera intentado presentarlo con un rostro benigno y arreglado, no podía sino dar frutos desabridos y dañinos⁹². Unas páginas más adelante Aguirre denunciaba la dialéctica aristotélica, adherida todavía a numerosos centros de enseñanza⁹³. El militar pedía cesasen las escuelas privadas de los regulares y que se implantase por decreto del monarca en todas las universidades, seminarios y escuelas públicas un mismo plan, como el que regía en los Reales Estudios o en la Universidad de Valencia, al que tuviera acceso la juventud de todos los órdenes y clases de la sociedad. Locke y Condillac eran los filósofos que señalaban el camino para que la verdadera física se implantara en España. Duras eran las palabras contra Goudin y Roselli que “aspiran a perpetuar esta sentina de errores, esta levadura o germen de corrupción, dorándola con el colorido y lenguaje de la moderna Filosofía”⁹⁴ y recomendaba al filósofo escolástico —dirigiéndose probablemente a Roselli, pues al igual que el dominico, ese genérico filósofo de escuela desechaba que las matemáticas aparecieran en los tratados de física, —que visitara los laboratorios químicos, los jardines botánicos, los gabinetes de Historia Natural, los teatros anatómicos, los observatorios o los talleres de industria y artes. Roselli era sin duda ese célebre héroe de la escolástica pintado por Aguirre, un titán que protegía a la patria del error y velaba sus ojos para que no viera la luz de la filosofía moderna. Porque lo más grave del asunto Roselli es que se pretendía que la *Summa* fuera el manual de ciertas universidades y escuelas y seminarios de congregaciones religiosas pese al oficio del Consejo en el que se recomendaba que no se utilizara como texto como ya se ha dicho anteriormente⁹⁵. El “ingenuo militar” no se conformó con este escrito y en mayo de 1788 apareció en el Correo su *Carta contra la intolerancia* en la que atacaba la postura de Roselli al respecto y que fue denunciada a la Inquisición, siendo los ejemplares que contenían las dos primeras entregas retirados y la tercera condenada por el Santo Oficio en marzo de 1789. La crítica a Roselli no fue bien

⁹² CM: 30/01/1788, 714.

⁹³ “A muchas de las universidades más principales del reino, a los más de los Seminarios y a casi todas las escuelas de esa multitud de cuerpos independientes, que llamamos religiones. Gaüdin (*sic*), Gonet y otros semejantes presiden nuestras aulas”, CM: 30/01/1788, 719.

⁹⁴ CM: 30/01/1788, 721.

⁹⁵ Aunque la *Summa* obtuvo finalmente la licencia de impresión del Consejo los censores realizaron una severa crítica, como puede verse en Antonio Elorza, *Cartas y Discursos del Militar Ingenuo al Correo de los Ciegos de Madrid*, Estudio Preliminar (San Sebastián: Patronato José María Quadrado, 1973), 35 y 47-59.

recibida por los inquisidores, que como ya se ha visto actuaron con dureza para reprimir lo que tenían por excesos de la prensa en la reprobación del fraile dominico⁹⁶. El *Correo* echó más leña al fuego contra la obra de Roselli a través de otro de sus corresponsales, el cual se lamentaba de que el prospecto publicado en la *Gaceta* en el que se notificaba que estaba abierta la suscripción a la *Summa* hubiera podido inducir a error a aquellos ingenuos compradores que de buena fe creían en lo que anunciaban los editores. Por fortuna, decía el corresponsal, las observaciones del *Apologista*, el *Observador* y el *Militar Inge-nuo* “le dieron unos tajos [a la *Summa*] que la partieron por medio, con lo que llegaron a conocer algunos habían perdido su dinero suscribiendo a una obra digna del siglo XIV”⁹⁷. Desde varios frentes recibió palos el tratado de Roselli considerado una anomalía por un sector ilustrado que se mostraba atónito ante la resurrección de una reliquia que creían arrinconada y cubierta de telarañas, a la que tenían por postergada para siempre en favor de, por ejemplo, las ediciones del Jacquier. Porque, con todo, la situación de la filosofía en España iba cambiando y “Ya amigo en los Reales Estudios de S. Isidro se lee y se enseña la buena filosofía, ya en varias Universidades se ha desterrado el caos del *materialiter* y *formaliter*: ya hay no pocos que juntan la geometría a la física, que buscan la verdad, y aman la verdadera filosofía ; pero no faltan una infinidad de tabaco en nariz y pelo en pecho que están tan casados con su materia prima, sus cualidades ocultas, su horror al vacío y otras bagatelas semejantes, que el hablar de otra cosa es hablar de la mar, y defienden que no han adelantado nada o muy poco los modernos sobre Aristóteles. En fin la edición de la filosofía roselliana prueba aun los ardores de esta pasión”⁹⁸.

3.2 El *Correo* y la física experimental.

La física experimental ocupa igualmente en esta publicación un lugar importante y a su favor se recogen múltiples expresiones directamente relacionadas con las bondades y utilidades de su estudio manifestadas en una variedad de actividades. No suelen contemplarse los sistemas con igual benignidad, sino que en general se contraponen la física experimental al conocimiento sistemático y a uno y otra se suele afiliar la figura de Newton. Los hombres, se nos dice, pueden dedicarse a las disciplinas especulativas con el fin de entender a Descartes, Gassendi, Newton, Stair o Hales, pero será más sabio y se conducirá

⁹⁶ El Inquisidor general era en aquella fecha Agustín Rubín de Ceballos, que redactó un nuevo índice de libros prohibidos y promulgó un edicto a instancias de Floridablanca por el que se prohibía la circulación de impresos que contuvieran ideas afines a las de los revolucionarios franceses.

⁹⁷ CM: 12/08/1788, 1131.

⁹⁸ CM: 9/01/1790, 2620, se trata de una carta al *Correo* firmada por Don Yo, corresponsal que mantuvo una relación epistolar con el periódico.

mejor en la vida y en los negocios el que se instruyese mediante el conocimiento experimental en las necesidades humanas y en el modo de satisfacerlas, y uno de los auxilios a su alcance para lograrlo era precisamente la física experimental, pues “la sociedad reprobaba absolutamente la ciencia que para nada sirve en el mundo” y al estudioso cuyos afanes no puedan reducirse a un uso⁹⁹. El redactor se sirvió en este caso del abate Pluche y de su *Espectáculo de la naturaleza* reproduciendo la conversación cuarta de la parte VII del tomo XIV titulada *Recapitulación de las Artes instructivas* para reivindicar las artes instructivas, es decir, las que eran útiles a la sociedad, y para fundamentar el conocimiento en la observación y la experiencia, pues el hombre “raciocina bien, y de las cosas que conoce, pasa a las que no conoce”¹⁰⁰. Frente a las especulaciones de los sistemas—como los de Descartes o Newton— Pluche contraponía los conocimientos obtenidos mediante la observación y la experimentación, mediante las cuales habían avanzado las ciencias y hecho progresar el comercio, la agricultura, la mecánica y en último extremo la sociedad en su conjunto. Los sistemas no hacían a un hombre realmente sabio, se ocupaban de cuestiones inextricables. De hecho si Newton “llegó a tener algún conocimiento de la luz y colores lo logró, siguiendo paso a paso todos los caminos que llevaban, sin acordarse entonces de los remolinos de la atracción ni de algún ser sistemático”¹⁰¹. Es evidente que en el original no se hablaba de los “remolinos de la atracción”, existía una coma entre *remolinos* y *de la atracción*, pero no sé si por descuido, prisa o ignorancia el *Correo* logró compatibilizar lo que muchos cartesianos habían intentado en vano. Aunque el que hablaba era el abate Pluche muchos ilustrados españoles suscribían sin duda sus palabras, pues es bien sabido que la física experimental no levantaba las suspicacias de una física matematizada y abstracta en la que desaparecían los objetos sensibles. El rechazo al escolasticismo había “curado” contra todo lo que pareciese sistemático y el exiguo conocimiento matemático constituía para muchos una barrera difícil de superar; añadamos a esto la diversión y el entretenimiento que las demostraciones públicas procuraban a una sociedad ávida de novedades y el carácter marcadamente utilitario que se exigía a la investigación de la naturaleza para entender cómo había cristalizado una imagen de lo que la física tenía que ser: una actividad liviana, agradable a todos, a la que se exigía un lenguaje ponderado, natural y claro, una presentación decorosa y de buen gusto. Se trataba de una práctica ajena a disputas y sofismas que se ocupaba de cuestiones tangibles y terrenales

⁹⁹ CM: 22/XI/1788, 1292.

¹⁰⁰ CM: 22/XI/1788, 1292. El texto reproducido debe de estar tomado de la versión castellana de Esteban de Terreros y Pando.

¹⁰¹ CM: 22/XI/1788, 1293.

y dejaba las altas ideas a escritores desaliñados, broncos e inaccesibles a los que la sociedad daba la espalda. Si el abate pintaba de esta guisa a los que se empleaban en cuestiones que consideraba alejadas de las preocupaciones del común de las gentes, una pintura parecida nos hacía Cadalso en las *Cartas marruecas* publicadas en el *Correo*, pero en este caso del sabio escolástico, coincidente, como decía, con algún ejemplar de los que anidaban en abundancia en las universidades: “Figúrate antes que ves un hombre muy seco, muy alto, muy lleno de tabaco, muy cargado de anteojos, muy incapaz de bajar la cabeza ni saludar a alma viviente” para el que la física moderna es “un juego de títeres [...], agua que sube, fuego que baja, hilos, alambres, cartones, puro juego de niños”¹⁰²; el poeta recorría en esta carta 78 las invectivas que lanzaban los peripatéticos contra las matemáticas, la medicina, la literatura y contra todo lo que oliera a ciencia moderna, incapaces de reconocer los adelantamientos que se habían producido en el conocimiento de la naturaleza y las ventajas que habían reportado a la sociedad. La física, escribía, era algo más que un espectáculo y una diversión, las matemáticas en nada se parecían a la astrología, la medicina había mejorado considerablemente mediante la enseñanza de la anatomía y de la botánica, había que dejar que siguiesen bramando estos supuestos sabios anclados en sus principios, olvidarse de ellos y ponerse a trabajar en las ciencias positivas.

3.3 Las fuentes científicas del *Correo*.

Pocas veces hallamos en el *Correo* voces propias en lo que a la física se refiere. Manegat sacaba muchos de sus artículos de obras y producciones francesas, algunas de ellas un tanto anticuadas para la época. Así en el número de 28 de abril de 1787 el *Rasgo filosófico* de la primera página no es sino una traducción del prefacio de *La physique expérimentale et raisonnée* de Jean Baptiste Cochet (1698-1771), cuya primera edición es de 1756. Cochet establecía en su libro que la experiencia debía ser la guía de la física, de modo que las causas de los fenómenos solo podían deducirse tras observar que el efecto desaparecía al suprimir la causa, se restablecía de nuevo al restituirla y aumentaba y disminuía en proporción a la variación que experimentaba el agente motor. Este método había producido notables avances en la electricidad y el magnetismo y había desterrado para siempre la causa conocida como *horror vacui*, sustituyéndola por el resorte del aire. Cochet desechaba la atracción newtoniana por no estar comprobada por experiencia alguna la relación que mantenía con los efectos, era una simple suposición, una propiedad oculta; el movimiento quedaba explicado mediante el impulso, la mecánica, afirmaba, no hacía

¹⁰² CM: 4/VI/1788, 2169.

nada sin impulsión. El hecho de postularse como mecanicista y empirista le hacía abominar de los sistemas en general¹⁰³.

A diferencia de esa física fundada en “quiméricas ficciones y sofismas, que ofuscan y confunden el entendimiento humano, en lugar de Iluminarle, [...] en donde lucen más las sutiles y metafísicas cuestiones que las sencillas y demostradas verdades; física, en fin, cuyo trono se ve ya felizmente derribado casi enteramente el día de hoy”¹⁰⁴, la verdadera física se basaba en la experiencia y en los hechos, se proclamaba en un escrito panegírico remitido según el editor al *Correo*. Para el entusiasta autor la física experimental era una ciencia utilísima que proporcionaba comodidades y auxiliaba a las demás ciencias y artes, pero no solo era digna de cultivarse por los beneficios que reportaba, aun en el caso de que no se obtuviera ningún provecho material su estudio conducía a admirar la sabiduría y el poder de Dios.

Una parte importante de la información sobre ciencia difundida por *Correo* se tomó de los diccionarios y de otras obras muy populares en su día, adelantándose en algunos casos a las traducciones que más tarde se realizaron. Manegat no escondía que parte de su papel se iba a confeccionar con material procedente de otras obras impresas, una práctica que seguían también los periódicos extranjeros, que sin embargo, a diferencia del *Correo* y de otros papeles españoles, citaban habitualmente sus fuentes. En el *Correo* no se hacía casi nunca, una excepción la tenemos en la serie de artículos que se tomaron de la *Histoire des philosophes modernes* de Alexandre Savérien¹⁰⁵. Se comenzó en el número 303 de 21 de octubre de 1789 con los filósofos que Savérien designaba como metafísicos, para seguir con los moralistas y legisladores, los restauradores de la filosofía, los matemáticos, los físicos, los químicos y los naturalistas; Newton estaba colocado entre los restauradores de la filosofía, junto con Bacon, Descartes, Gassendi, Pascal, Leibniz y Wolf y otros; entre los matemáticos estaban Copérnico, Galileo, Kepler y Huygens, y la de los físicos se cerraba con Desaguliers, Gravesande y Musschenbroek. En el periódico no se dio cabida a todos los filósofos de la obra original, a Spinoza, por ejemplo, no se le dedicó artículo, supongo que por haberse declarado sus doctrinas como heréticas; se añadieron además el ginebrino Rousseau, dos personajes españoles, Luis Vives y Antonio Gómez Pereira y uno italiano, Juan Pico de la Mirándola, disculpándose el correísta de no haber incluido a

¹⁰³ “Las ficciones más ingeniosas de los físicos modernos, los turbillones de Descartes, los pequeños vacíos de Gasendo, las Monades de Leibnitz, y la atracción de Newton, casi no han servido más que para substituir nuevos errores a los antiguos”. *CM*: 28/IV/1787,226.

¹⁰⁴ *CM*: 31/X/1787, 508.

¹⁰⁵ Alexandre Savérien, *Histoire des philosophes modernes* (París: 1766-1799).

Jorge Juan, “a quien la Astronomía, Mecánica y demás partes de la Matemática deben tanto”¹⁰⁶, entre los filósofos matemáticos, remitiendo al elogio que Benito Bails le había dedicado en sus *Elementos de Matemáticas*. Los artículos dedicados a los filósofos en la obra original eran mucho más extensos que los que aparecieron en el *Correo* y desarrollaban a menudo las doctrinas más relevantes de cada uno de ellos, algo que no cabía en una publicación periódica de información general.

En la mayor parte de las ocasiones, como se ha dicho, no se mencionaba ni el título ni el autor de la obra. Así, por ejemplo, unos años antes de que Juan Álvarez Guerra (1770-1845) vertiera al castellano del *Cours Complet d’Agriculture ou Dictionnaire Universel d’Agriculture* del abate François Rozier (1797-1803) por encargo de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Madrid, el *Correo* tradujo para sus lectores una serie de entradas —en concreto las relativas al agua, aire y fuego— que ocuparon la parte dedicada a las ciencias de muchos de los ejemplares comprendidos entre los números 100 y 200, pero jamás apareció una sola palabra sobre el abate francés. Lo mismo puede decirse de las traducciones de la versión italiana de 1770 de la *Cyclopaedia* de Chambers, que incluía el suplemento de Georges Lewis¹⁰⁷. Curiosamente Nipho en su *Diario Noticioso* también había utilizado el *Chambers* y esto nos permite una comparación entre ambas traducciones, que se resuelve decididamente a favor del *correísta*¹⁰⁸. Tras la descripción del agua, basada en el *Chambers*, se dedicaron varios números al flujo y reflujo del mar

¹⁰⁶ CM: 17/II/1790, 2705.

¹⁰⁷ *Dizionario Universale delle Arti e Scienze di Efraimo Chambers*, Tomo I, Génova, 1770. La utilización del sintagma *agua llovida*, como ya hizo Nipho en su día, o de nombres geográficos italianos, como Mosambico nos da la pista sobre el texto. Se pueden comparar, por ejemplo, los párrafos aparecidos en CM: 15/05/1790, 66 con las descripciones de la página 192 del diccionario; o el artículo II de CM/19/05/1790 con las páginas 191, 193 y 194. Se comenzó con la explicación de la voz *aceleración*, en la que se siguió el *Chambers*, aunque sin incluir el diagrama velocidad-tiempo que ilustraba el cálculo del espacio recorrido por el móvil y, lo que es más grave, sin mencionar que precisamente era eso lo que se pretendía enseñar, el cálculo del espacio recorrido por un móvil uniformemente acelerado: “Si en este papel fuera fácil el poner una figura se haría mucho más clara e inteligible esta verdad; considerándose el cuerpo en movimiento en un tiempo dado y con una velocidad dada como un rectángulo formado por el tiempo y velocidad”, CM: 24/IV/1790, 19. Cuerpo y espacio no son evidentemente sinónimos, pero la precisión no era el punto fuerte de los publicistas. En los días siguientes se comenzó con el agua, ignoro si la intención del compositor era seguir el orden alfabético pues no pasó de este abundante elemento.

¹⁰⁸ La traducción del *Correo* fue manifiestamente mejor que la del alcañizano y como ejemplo tenemos estos dos textos seleccionados al azar, el primero de Nipho y el segundo del *Correo*. Así, de DN: 21/II/1759, 81, “Es cosa, que excita, y produce en nosotros admiración, y asombro, solo el considerar la gran copia de agua que suministran los cuerpos secos, y todos aquellos que nos parecen los más remotos, y alejados de la humedad. Expuesto por algún largo tiempo el aceite de vitriolo a un fuego violento, a efecto de extraerle, y quitarle, cuanto sea posible la agua que tiene, con solo dejarlo al aire, adquirirá de nuevo tanta agua como soltó a la violencia del fuego, y la volverá a dar, puesto a él, como al principio”. Ahora, en CM: 8/V/1790, 50: “Sorprende el considerar la abundancia de agua, que suministran hasta los cuerpos secos. Si el aceite de vitriolo se expusiese largo tiempo a un fuego violento, a efecto de separar de él toda el agua que sea posible; con dejarle solamente al aire algunos minutos, admitirá tanta agua nueva, que la suministrará con tanta abundancia como al principio”.

de acuerdo con la teoría newtoniana, y en este caso el redactor echó mano del *Dictionnaire de Physique* del P. Aimé-Henri Paulien (1722-1801)¹⁰⁹, intercalando una explicación sobre el menor peso de los cuerpos en el Ecuador tras consultar en ese mismo volumen el término gravedad¹¹⁰. El *Correo* no reproducía el gráfico que acompañaba a la explicación del Paulien, haciendo seguramente más difícil la comprensión del texto, pero cualquiera que estuviera interesado en el flujo y reflujo de las aguas encontraba respuestas a las objeciones tradicionales que tradicionalmente se habían levantado contra la doctrina newtoniana. Se terminaba diciendo que los torbellinos de Descartes y su hipótesis de que el agua bajaba por influencia de la Luna eran contrarias tanto a las leyes de la mecánica como a las de la experiencia.

A veces nos encontramos con textos formados por párrafos tomados de diferentes obras; es el caso del artículo que inauguraba la sección de ciencias de la nueva estructura anunciada en el tomo séptimo. Allí se realizaba una breve introducción en la que se daba una idea de la utilidad y belleza de la física, a la que según el redactor se reducían las otras ciencias. Comenzaba con unos párrafos del discurso preliminar sobre la física del tomo VI de la *Histoire des philosophes modernes* de Alexandre Savérien, pero el grueso del artículo provenía de la *Disertación sobre la causa de los pocos progresos que hacen las ciencias en estos tiempos dicha en la Real Academia de Ciencias y bellas Letras de Mantua* por el abate Juan Andrés, traducida del italiano por su hermano Carlos. Aunque ambos escritos poco tenían en común, el del *Correo* celebraba la utilidad lograda por la física — “[...] lo cierto es que en ningún tiempo ha logrado esta ciencia verse en el pie que al presente”¹¹¹— tomando prestada la información que ofrecía el jesuita: “Franklin, trabajando incansablemente sobre la electricidad ha sabido encontrar la analogía del electricismo artificial con el natural; Beccaria ha formado una nueva teórica sobre la electricidad vindice¹¹², y el ingenioso Volta ha sabido sacar de ella nobles y admirables ventajas”¹¹³. Y no solamente acudía el compositor al texto principal, también se servía de las

¹⁰⁹ Aimé-Henri Paulien, *Dictionnaire de Physique* (1789), tomo III, p. 150 y ss. No se trata desde luego de la primera edición de 1761 pues en el *Correo* se menciona una teoría de Mme. de Châtelet que no aparece sino a partir de la edición de 1773. Las consultas se han realizado sobre la edición de 1789 en el portal de Gallica.

¹¹⁰ CM: 29/05/1790. Se sigue en números no sucesivos 366, 370, 371, 378, 379.

¹¹¹ CM: 17/IV/1790,3.

¹¹² Juan Bautista Beccaria (1716-1781), religioso escolapio estudioso de la electricidad, que estableció la primera escuela de física en Italia en la segunda mitad del siglo XVIII e introdujo el método experimental en la universidad de Turín. Luigi Cerruti, «Dante's Bones», en Kostas Gavroglu (ed) *The Sciences in the European Periphery during the Enlightenment* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 1999), 95-178, 111.

¹¹³ CM: 17/IV/1790, 3, 4. El texto del abate Andrés, 21 de la segunda edición de 1788 dice: “Sin embargo,

notas que Carlos Andrés había añadido para facilitar la lectura del documento, en concreto, para dar noticia de Franklin y Volta, como puede verse al comparar el ejemplar que estamos estudiando con la nota 25 de la página 67 de la *Disertación*. Bien es cierto que el redactor sabía corregir las erratas y conjugar con habilidad sus aportaciones personales con los préstamos tomados de sus lecturas, que por supuesto no citaba, dando lugar a artículos que se leían como si provinieran de su propia invención.

3.4 Las ciencias físico-matemáticas.

Pasemos ahora a concretar la presencia de las ciencias físico-matemáticas en el *Correo*, lo que nos permitirá apreciar el grado de penetración y de aceptación social de estos saberes; la primera ocasión la encontramos en el ejemplar de 16 de enero de 1787 con motivo del previsto eclipse de sol que había de tener lugar el 19 del mismo mes; en la tercera página se daban las instrucciones contenidas en el texto impreso de orden de Don Jaime Masones para realizar una observación del fenómeno y de las manchas solares que habían servido para demostrar y determinar la rotación del Sol sobre su eje¹¹⁴. A continuación se incluía unos párrafos de la Astronomía de Lalande sobre el paso de Mercurio por el Sol, dando el tomo y la página exacta, que como he podido comprobar corresponden a la edición de 1771. Se contaba la observación de Gassendi de 1631 recogida en el texto de Lalande, con la que se quería subrayar que bastaba un cartón y anteojos para hacer ciertas observaciones astronómicas, como las indicadas en el método dado por orden de Masones. Desconozco quien realizó la traducción de esos párrafos de Lalande, su tratado no estaba vertido al español, puede que fuera el propio Jaime Masones de Lima. También puede que fuera alguno de los colaboradores del periódico aficionados a la astronomía, como Antonio Gilman, al que se deben varios artículos sobre el tema. De hecho en la última página del ejemplar de 20 de junio de 1787 se describía la observación dirigida por Gilman en casa de Campomanes del eclipse de sol acaecido el 15 de ese mismo mes siguiendo exactamente la misma técnica que la del texto ordenado por Masones; probablemente el autor de la reseña fuera el propio ingeniero y miembro de la Academia de

después de muchos descubrimientos ha sabido encontrar Franklin la analogía del electricismo artificial con el natural, y ha logrado apagar el fuego del cielo; y después Becaria ha formado una nueva tecnología en la electricidad vindice, y el ingenioso Volta ha sacado de ella nuevas y admirables ventajas”.

¹¹⁴Jaime Masones de Lima (1696-1778) fue un militar que ejerció como embajador del reino de España en París. En 1758 fue nombrado Director General de Artillería e Ingenieros y es posible que esas instrucciones fueran impresas bajo su mandato.

Historia, pues se mencionaba a algunos de los asistentes, entre los que se contaba Jovellanos, y se explicaba con precisión el seguimiento del eclipse¹¹⁵. Gillemán mantenía excelentes relaciones con la Corte, como pone de manifiesto que dirigiera la observación del eclipse parcial de sol del 4 de junio de 1788 en presencia de los Príncipes de Asturias y en la cámara de éstos¹¹⁶.

El caso es que indudablemente había curiosidad por este tipo de fenómenos y había gente que disponía de los medios para realizar las prácticas aconsejadas, de otro modo difícilmente se hubiera insertado esta pieza en el *Correo*. Para entonces se hablaba ya con toda naturalidad del sistema copernicano, los movimientos de rotación y traslación de nuestro planeta se estudiaban en los manuales educativos y se hacía responsable del movimiento elíptico alrededor de Sol a la atracción gravitatoria. Con claridad y sin las cautelas habituales que en su día había denunciado Jorge Juan, en el *Correo* se podían leer sin que provocara espavientos que la Tierra se movía alrededor del Sol, que giraba sobre sí misma y que su movimiento en la órbita era el resultado de un movimiento uniforme y de una fuerza central¹¹⁷; todo ello se trataba en el discurso de presentación que Manuel de Aguirre, profesor de la Escuela Militar de Ávila entre 1775 y 1779, había realizado de la asignatura que tenía a su cargo y del manual que iba a seguir, un texto propio que años más tarde, en 1782, se imprimiría como *Indagación y Reflexiones sobre la Geografía*. La noticia dada en el *Correo* decía que esa *Introducción* había sido copiada por un oficial que se había formado en Ávila, y que había sido enviada al remitente de la carta que ahora publicaba el periódico, del que solo se decía que vivía en Algeciras. En realidad el remitente no era otro sino el propio Manuel de Aguirre, un colaborador habitual del periódico que se ocultaba bajo la firma del *Militar ingenuo*; de este modo el autor daba a conocer su obra a un público mucho más amplio que el formado por la milicia y lo instruía sobre ciertas cuestiones de interés general relativas a su disciplina¹¹⁸. El periódico en este caso

¹¹⁵ “Se empleó para esta observación el ventajoso método de recibir la imagen del sol sobre un cartón blanco puesto perpendicularmente en la dirección de un anteojó de dos lentes y movable como él dirigidos a éste astro por un agujero practicado en un lienzo encerado, tendido a una ventana para interceptar toda otra luz, y por este medio obscurecer el cuarto. Con semejante disposición resulta que con la mayor comodidad y sin molestar la vista pueden observar a un tiempo veinte y más personas sentadas, los progresos de cualquier Eclipse solar, *CM*: 20/VI/1787, 296.

¹¹⁶ *ML*: VI/1788, 261y ss.

¹¹⁷ La atracción gravitatoria aparecía en discursos, poemas, escritos. Veamos un ejemplo del propio *Correo* en el discurso dirigido a una sociedad patrióticas: “Con las fuerzas de atracción al centro de toda la máquina, y la centrifuga ató los Planetas y estrellas a las crecidas órbitas que describen rápidamente: por la tendencia a sus respectivos centros, puesta en las masas enormes que giran por los espacios inmensos, las mantuvo reunidas, y por esta misma ley sujetó en nuestro achatada globo o tierra, todas las partes de que se compone”, *CM*: 25/VIII/1787, 391.

¹¹⁸ *CM*: 9, 13 y 16/III/1787.

le proporcionaba una buena promoción pues Aguirre terminaba su relato afirmando que “Su conocimiento [el de la Geografía] creemos que se hará fácilmente asequible con los principios que hemos procurado indicar en la *Indagación y Reflexiones sobre la Geografía* que hemos trabajado con el objeto de dar una idea adecuada de esta importantísima ciencia”¹¹⁹. Pero no quedó ahí la cosa, porque un año más tarde Aguirre volvió a recomendar su obra poniendo en boca de un supuesto corresponsal el extracto y presentación de su *Indagación*; no ocultaba que lo hacía para “animar sin duda la venta de la edición, que se hizo y existe en casa de Ibarra”¹²⁰, a lo que Manegat, editor del periódico no podía seguramente negarse. El militar se lamentaba de que hubieran pasado los tiempos en que se creía que “eran indispensables una exactitud nimia, mucho estudio, aplicación constante y claras nociones del arte de la guerra para llegar a ser útiles oficiales”¹²¹, denunciando de este modo la relajación que había experimentado la formación de los militares en cuanto a las exigencias teóricas y técnicas. En el *Correo* se insertó durante varias semanas la tabla de los contenidos organizados en capítulos y se fue informando con detalle de lo que trataba cada uno de ellos; en concreto, en el capítulo segundo se desarrollaban las leyes del movimiento y se hacía de la atracción el agente universal de la naturaleza, señalando que el verdadero sistema del mundo era el heliocéntrico¹²². Se explicaban a continuación algunas voces, entre las que destacamos la definición que daba de la atracción pues en ella se enunciaba la ley newtoniana.

Es indudable que la teoría gravitatoria y la descomposición de la luz por el prisma eran los elementos de la consagrada física newtoniana que mejor podían llegar al gran público, pues apelaban a la imaginación y daban pie a utilizarlos como metáforas o a extender su dominio a otros campos mediante la analogía. Si bien Newton no suscitó en España el entusiasmo que a partir de la segunda mitad de la centuria despertó en Francia, la atracción y el prisma hicieron también acto de presencia en las producciones literarias¹²³.

¹¹⁹ CM: 16/III/1787, 182.

¹²⁰ CM: 19/IV/1788, 867.

¹²¹ CM: 19/IV/1788, 867.

¹²² Pues el que colocaba la Tierra inmóvil en el centro del universo “[...] fue preciso desecharlo para admitir otro llamado de Copérnico, y evidenciado por el Newton, por los más famosos matemáticos, y con particularidad por nuestro célebre compatriota, el Excelentísimo Señor Don Jorge Juan”, CM: 30/IV/1788, 897.

¹²³ Reproduzco los versos de Pedro Antonio Salanova aparecidos en el *Correo*: ¿Quién disecó con el prisma/la luz de siete cenefas/y a la atracción de los cuerpos/sacó en razones directas? (1)/¿Quién descubrió de esos Astros/la ley con que al sol rodean;/siendo el cuadrado en que tardan,/como el cubo en que se alejan?(2)/¿Quién halló en tubo de vidrio/lo que la atmósfera pesa? (3)/¿ni quién los grados que el aire/se dilata y se condensa? (4)/¿Quién descubrió con la lente/tantos átomos que alientan:/vectes de nervio en las fibras/hilos de sangre en las venas!(5)/¿Quién hizo el vacuo del aire/y enrareció su violencia! (6)/¿ni quien

Termino este epígrafe con las palabras de Louis Sébastien Mercier (1740-1814), escritor asociado al prerromanticismo y editor de las obras completas de Rousseau, tomadas por Manegat, bien directamente de *Mon bonnet de nuit* y *Mon bonnet de jour* o indirectamente de algún noticiero francés, que bajo el título *Rasgos filosóficos* aparecieron en algunos números de 1787. Escuchemos el canto lúgubre que entona Mercier sobre el futuro del universo basándose en la inestabilidad predicha por Newton, que “llegó a persuadirse de que estando la naturaleza sujeta a leyes mecánicas, vendría tiempo que envejecería y en que esta inmensa máquina se descompondría por la frotación de su misma actividad. Entonces, debilitadas estas leyes no atarían tan estrechamente los soles y los mundos. Perdiendo su fuerza de atracción, no encadenarían ya el vasto sistema planetario. Los más lentos movimientos producirían los más terribles fenómenos”¹²⁴.

3.5 La opinión pública y la circulación del conocimiento.

El *Correo*, un periódico claramente adherido a las ideas ilustradas, nos permite comprobar la existencia de una opinión pública dispuesta a hacerse sentir en el foro proporcionado por la prensa. Los lectores se convierten en participantes activos que comentan, critican, disputan y disertan sobre los temas que les parecen relevantes; en las páginas del papel se pueden seguir las polémicas suscitadas en torno a ciertas ideas y actitudes, explorar las

sometió del rayo/la eléctrica llama a reglas? (7)/¿Quién de específicos gases/formó globos, llenó esferas./nuevos bajeles que altivos/la mar del viento navegan? (8)/¿Quién propagó del sonido/la voz que en el aire ondea? (9)/y en fin ¿quién halló en la luna/montes de cóncavos Etnas? (10).

Los números que acompañaban a los versos remitían al pie de página, en el que se podían leer los nombres de los audaces héroes de la ciencia, por si el público no terminaba de adivinarlos: Newton, Kepler, Torricelli, Drebbel, Leeuwenhoek, Boyle, Franklin, Montgolfier, Kircher y Herschel. Estos versos formaban parte de un poema que provenía de “una obrita recién fundida” y “dan las más sabias y prudentes reglas para hacer una moderada crítica”, como decía el redactor del *Correo* que lo reproducía, CM: 6/II/1788, 739. Toda una lección de física popular en forma de poesía.

¹²⁴ CM: 15/08/1787, 373. El *rasgo filosófico moral* es la traducción de *Globe*, incluido en *Mon bonnet de nuit*, Tomo I, 30 y ss. Por esa misma época Manegat echó mano de Mercier en varias ocasiones, en concreto en los números 84 de 08/08/1787, y 92, de 05/09/1787 que se corresponden con el sueño de Mercier *D'un monde hereux* y con *Insectes*, incluidos en *Mon bonnet de nuit*, tomos I y II, páginas 115 y 13, respectivamente. Y no fueron los únicos préstamos, también se sirvió de *Mon bonnet de jour* para rellenar las páginas de algunos ejemplares más. El sombrío panorama pintado por el filósofo y periodista francés debió resultar atractivo para los editores de periódicos porque años más tarde se reproducía el artículo del *Correo* en la página 49 del n° 88 del *Correo de Cádiz*, n° 88 de noviembre de 1796, https://archive.org/details/correodecadiz_1796_1797cadi (consulta 04/01/2018), y en el *Correo de las damas o poliantea constructiva curiosa y agradable de literatura, ciencias y artes*, Tomo II, 30. https://archive.org/stream/correodelasdamas02carre/uconn_hbl_ocm318813076_v2/Binder#page/n7/mod/e/2up/search/globo (consulta 04/01/2018), ambos fundados por José M^a de Lacroix, barón de la Bruère. Como es bien sabido los periódicos insertaban informaciones procedentes de otros papeles sin especificar generalmente las fuentes, como es el caso de este *Correo de los Ciegos* que estamos estudiando, una inveterada costumbre de la prensa española. Véase Maud Le Guellec, «Lorsque la presse est sa propre source: le *Correo de las damas* du baron de la Bruère (1804-1808)», *El Argonauta español* [En línea], 11/2014, Publicado el 15 febrero 2014, consultado el 04 enero 2018. URL: <http://journals.openedition.org/argonauta/1974>; DOI: 10.4000/argonauta.1974, en la que la autora examina los abundantes préstamos localizados en las páginas de los periódicos del barón de la Bruère.

propuestas de cambios sociales o asistir al diálogo, no siempre civilizado, que se establece entre las diferentes publicaciones de la época. Pese al recurso permanente al saqueo de obras extranjeras, francesas casi exclusivamente, tenemos en la continuidad de algunos colaboradores nacionales la oportunidad de asomarnos a sus líneas de pensamiento y a las influencias que en ellas se perciben, como en el caso estudiado de Manuel Aguirre.

No obstante la discutible apropiación de lo ajeno que realizaban los redactores, el hecho es que de ese modo ponían a disposición del público retazos de obras cuyo conocimiento no estaba disponible para todos. En algunos casos existía ya la traducción al castellano –la obra del abate Pluche, por ejemplo–, pero en otros el periódico se adelantó unos años a la definitiva versión española, como ocurre con el abate Rozier. La ciencia, como no podía ser menos en una composición comprometida con la modernidad, estuvo bien representada en el *Correo*, partidario de la práctica de la física experimental como medio para conocer los fenómenos de la naturaleza; el periódico presentaba una física sin grandes exigencias intelectuales y volcada en la resolución de los problemas prácticos de la existencia; de su cultivo no podía esperarse sino mejoras y progreso, como bien sabía el gobierno de la nación, que impulsaba las ciencias mediante la creación y mantenimiento de laboratorios químicos, observatorios astronómicos o jardines botánicos, y como bien practicaban en las Sociedades Económicas repartidas por la geografía española. Con la traducción de la *Histoire des Philosophes Modernes* de Savérien se proporcionó una síntesis de las teorías que habían dominado el debate filosófico y científico de los dos últimos siglos. El texto sobre Newton era un resumen del aparecido en la obra francesa, de la que se habían suprimido algunas partes correspondientes al cálculo de fluxiones, pero sin embargo contenía los principales elementos de la teoría gravitatoria y de su óptica: las tres primeras reglas para filosofar, la teoría de la atracción gravitatoria y la descomposición de la luz por el prisma explicados con sencillez y sin matemáticas. En su discurso de introducción a los filósofos físicos Savérien recorría la historia de la física desde la antigüedad y hacía una serie de consideraciones que compendia el *Correo* intercalando párrafos de la propia cosecha del redactor, que no desatendía atacar a la filosofía peripatética¹²⁵. Hemos visto también que la teoría newtoniana de las mareas basada en la atracción gravitatoria se presentó con el auxilio del P. Paulien como definitiva

¹²⁵ “Todos saben que la Física es la facultad que trata de las cosas naturales. El apartar de ella la experiencia y el alegar en ella sofisterías y ratiocinios metafísicos es sacarla de su quicio y hacerla una ciencia, que apenas puede merecer tal nombre. No había ciencia más atrasada que ésta después de la restauración de las letras, hasta que juntando al ratiocinio la experiencia y la demostración se apartaron los sabios de las cualidades ocultas, principios metafísicos y demás modo de los Escolásticos”, *CM*: 17/II/1790, 2705.

y que en su exposición se daba por supuesto tanto el movimiento de rotación de la Tierra como el de traslación alrededor del Sol.

4. Espíritu de los mejores Diarios literarios que se publican en Europa.

Cristóbal Cladera, fundador de la publicación, adoptó el modelo del periódico reformador y moderado *L'esprit des journaux français et étrangers, ouvrage périodique et littéraire* (1772-1812)¹²⁶, del que incluso tomó parte de la cabecera y muchos de sus artículos. Sin embargo, mientras el boletín belga tenía una periodicidad mensual y más de 400 páginas por ejemplar, su casi homónimo español apenas llegaba a la centena. Durante los primeros tiempos, hasta abril de 1788, salía los lunes, jueves y sábados y constaba normalmente de ocho páginas. El propósito del periódico, tal como se explicaba en la *Idea de la obra*, era extractar de los papeles extranjeros noticias sobre el estado de las ciencias, las artes, la literatura y el comercio en Europa, así como entretener al lector con anécdotas, sucesos, fábulas, rasgos de virtud y pasajes de poetas y oradores, buscando la utilidad junto a la recreación. Respondía al mismo esquema que el *Esprit*, con una maquetación más desordenada y confusa. Siguiendo pues a su modelo patrón, proporcionaba a sus lectores una mezcolanza en la que figuraban reseñas de libros, anuncios de premios de academias, disertaciones sobre derecho o filosofía natural, invenciones útiles o extravagantes para mejorar la industria, la minería, la navegación o la agricultura, descubrimientos y avances astronómicos o náuticos y propuestas comerciales; junto a comunicaciones científicas avaladas por las academias o por el prestigio de sus autores, se recogían experiencias sin mayor credibilidad o interés que los que le concedían los propios informantes. El relato de fenómenos extraños o de criaturas monstruosas encontraba a menudo un hueco en las páginas del *Espíritu*, al lado de los anuncios de remedios contra enfermedades y achaques. Los viajes a lugares exóticos, las descripciones de animales y plantas que en ellos se

¹²⁶ *Esprit des journaux françois et étranger* fue una obra periódica fundada por el impresor Jean-Jacques Tutot y el exjesuita Jean-Louis Coster y editada en Lieja entre 1772 y 1812. Durante los años 80 y 90 del siglo ofreció una compilación mensual de los artículos de la prensa francesa que a los editores les parecían más relevantes, así como traducciones de extractos publicados en otras lenguas. Cada número comenzaba con el análisis de obras recientes y continuaba con una sección de misceláneas a la que seguían unos apartados dedicados a la poesía y a las actividades de distintas academias y sociedades científicas, terminando con una relación de espectáculos. Las ciencias encontraban acomodo bajo las rúbricas de Historia Natural, Física, Química y Botánica, y la Medicina merecía su propio apartado. La agricultura, el comercio ocupaban un lugar importante en el *Esprit*. Además de un catálogo de libros nuevos publicados en Europa, cada edición se completaba con lo que llamaban rasgo de beneficencia y anécdotas —dos rúbricas que también aparecerán en el *Espíritu* madrileño.

La publicación exhibía un pensamiento moderado y reformista. Véase Philippe van de Broeck, *Dictionnaire des journaux*, <http://dictionnaire-journaux.gazettes18e.fr/journal/0397-lesprit-des-journaux>, [consulta 30 de abril de 2017]. Los ejemplares son accesibles en <http://web.philo.ulg.ac.be/gedhsr/volumes-numerises-par-google-books-1772-1818>.

encontraban, las costumbres de sus nativos, las anécdotas, los cuentos y fábulas, generalmente localizadas en oriente, formaban también parte de sus contenidos. Nada que no contuviera el papel original de Lieja, del que provenían un gran número de noticias.

A los diez meses su periodicidad pasó a ser semanal, con unas 24 páginas por ejemplar, no bajando nunca de 22 y llegando a alcanzar a veces más de 30. En realidad el número total de páginas no experimentó un crecimiento sensible, pero su agrupación en un mismo número facilitaba la inclusión de disertaciones y artículos extensos. El prospecto de la nueva etapa daba las razones de los cambios que se iban a introducir: crecido número de suscriptores, aumento de las ventas, peticiones de reimpresión, empeño de perfeccionarlo e inserción de fragmentos de literatura española, argumentos que ponen de manifiesto el gran éxito alcanzado por el *Espíritu*¹²⁷. En esta segunda etapa, además de las mejoras tipográficas y una más cuidada presentación, se establecían unas secciones que organizaban el periódico alrededor de cuatro epígrafes: Ciencias y Artes, Literatura y Comercio, Miscelánea y Noticias Curiosas, aportando, a diferencia de la etapa anterior, para cada artículo su procedencia. Esta división estuvo sujeta a las variaciones propias de este tipo de publicaciones, ya que a menudo no resultaba fácil o conveniente la adscripción de una información a una de las secciones señaladas. En realidad en la sección de Ciencias y Artes entraba todo tipo de materias, desde la astronomía a la legislación, pasando por las mejoras en la agricultura o las formas de vida de los gitanos; en la de Literatura aparecían reseñas de libros y memorias que igualmente podían haber sido insertados en la sección anterior, con algún tratado sobre poesía, o sobre obras clásicas latinas o griegas, o sobre alguna de las bellas artes. Por otra parte se siguieron manteniendo los encabezamientos que indicaban el origen geográfico de la noticia o de la obra analizada. A partir del número 124 aparecieron colaboraciones originales de autores españoles, como las *Cartas desde Bergara* de Valentín de Foronda, y disertaciones o discursos pronunciados en las sociedades y academias nacionales; los artículos se hicieron más extensos y se dedicó muy poco espacio a las anécdotas y cuentos curiosos. Los temas tratados en las contribuciones de los corresponsales españoles tenían que ver fundamentalmente con el comercio, la agricultura, la economía o la jurisprudencia, con alguna que otra incursión en las ciencias naturales y en la química. Diversas Cédulas Reales y Decretos de su Majestad tuvieron también cabida en el periódico a partir del número 162.

¹²⁷ El *Espíritu* gozó indudablemente de gran popularidad. Así lo atestiguan las listas de suscriptores que aparecían periódicamente o las reimpressiones de que fue objeto.

En la primera época del periódico no se mencionaban explícitamente las fuentes de las que se extraían las noticias, aunque en ocasiones los textos informaban lateralmente de su procedencia¹²⁸. Cladera no ocultaba que se valía de las publicaciones extranjeras a las que decía estar suscrito para componer su obra e incluso mencionaba que había establecido una corresponsalía en Londres y otra en París¹²⁹. La crítica ha aceptado como un hecho que Cladera, como él mismo afirmaba, manejaba realmente todos los periódicos de que se servía, que estaba suscrito a todos ellos —a cuantos había en Europa—, como enfáticamente afirmaba, pero esta apreciación puede resultar engañosa, pues en realidad se servía con fruición de los artículos y extractos tanto del *Esprit* belga como del *Journal Encyclopédique*¹³⁰, impreso en ese mismo país, pero en Bouillon. Un periódico este último manejado también por otros papeles españoles, como ya hemos visto. El *Esprit* siempre hacía constar el nombre de la publicación de la que había extraído sus artículos, algo que aprovechó Cladera cuando a partir del número 125 comenzó a citar el origen de sus textos, lo que puede haber hecho pensar que realmente recibía todos los papeles que nombraba. La verdad es que el boletín mensual impreso en Lieja utilizaba un buen repertorio de periódicos y algo parecido hacía *Journal Encyclopédique*—una compilación, como *Esprit*, de otros papeles—, del que también se nutrió abundantemente la publicación española¹³¹. Determinar cuándo Cladera copia a los periódicos belgas o maneja el original va

¹²⁸ Estas informaciones se obtienen a veces de las observaciones del redactor o de las cartas de los lectores dirigidas al periódico. Así se sabe que el *Diario de París*, el *Diario de Física*, el *Diario Enciclopédico*, o el *Spectator* fueron algunos de los papeles extranjeros que citaba Cladera. Véanse, por ejemplo, los números 20, 24, 28, 45, 51, 56 ó 96. Aparece también nombrado el *Diario de Florencia*, haciendo referencia a las reseñas de dicho periódico sobre obras de autores españoles, en concreto, de Campomanes (nº 60) y del abate Andrés (nº 64 y nº 103); y el juicio de los diaristas de Gotingen sobre la *Biblioteca Española de los mejores escritores del reinado de Carlos III*, de Sempere y Guarinos (46).

¹²⁹ “[...] Después de habernos suscrito a cuantos papeles periódicos se publican en Inglaterra, Francia, Italia, Alemania, y demás reinos de Europa, en donde se cultivan las letras hemos establecido una corresponsalía en Londres, y en París”, *EMDLE*: 29/IX/1787, página final donde se anuncian las condiciones de la suscripción. Hay que advertir que la consulta de este número 38 en la Hemeroteca Digital de la BNE ha de hacerse yendo al número 37, de fecha 27 de septiembre.

¹³⁰ Este periódico, fundado en 1756 publicaba un tomo de unas 150 páginas cada quincena. Inicialmente se imprimía en Lieja y al cabo de poco tiempo en Bouillon. Cada ejemplar ofrecía extractos y reseñas de obras recién publicadas, premios, avisos y memorias de las distintas academias y novedades de ciencias, literatura y arte, terminando con noticias políticas de los reinos europeos y de sus colonias. El *Journal* era, como *Esprit*, una publicación que recogía artículos de otros periódicos aunque no indicaba explícitamente el origen de sus informaciones.

Véase <http://dictionnaire-journaux.gazettes18e.fr/journal/0730-le-journal-encyclopedique> [consulta 25/V/2017]

¹³¹ Entre otros, el *Esprit* se servía de *Le Journal Encyclopédique*, *Année Littéraire*, *Mercure de France*, *Journal des Savans*, *Journal Éclesiastique*, *Journal de Physique* — que en realidad tenía como título *Observations sur la physique, sur l’histoire naturelle et sur les Arts*, nombre por el que se lo conocía y por el que era igualmente citado por *Esprit des Journaux* —*Journal de Littérature, Science et Arts*, *Journal de Paris*, *Journal d’agriculture, du commerce des arts et de finances*, *Gazette allemande de Francfort*, *Annonces littéraires de Gotingen*, *Gazette de Santé*, *Gazette universelle de littérature*, *Critical Review*,

más allá del objetivo que me he propuesto, aunque en algún caso me atreveré a asignar su fuente teniendo en cuenta las características del texto y las fechas de publicación. Por ejemplo, parece verosímil que la *Carta de M. Benjamín Franklin sobre varias observaciones marítimas* publicada en los números 70 y 71 de diciembre de 1787 sea traducción de la *Lettre de M. Benjamin Franklin à M. Le Roy* inserta en el *Journal de Physique* de septiembre de 1787 porque reproduce las láminas que ayudaban a las explicaciones del ilustre prohombre americano¹³². De este mismo *Journal* son algunas de las informaciones que se insertaron más adelante, aunque no puede descartarse que no hubieran sido seleccionadas de otros periódicos de referencia que recopilaban igualmente del mismo¹³³. Cla-

Monthly Review, The British Magazine, Efemeridi letterarie o Les Nouvelle letterarie. Para comprobar los préstamos que toma Cladera basta con consultar los ejemplares del *Esprit* y del *Journal Encyclopédique* desde el año 1786 al año 1790. No es mi objetivo realizar un estudio exhaustivo de la deuda del editor español con las publicaciones belgas, me conformaré con aportar unos pocos datos que sirvan de muestra. Comenzaré con *Esprit*, tomando como ejemplo el mes de noviembre de 1787. De este número se extraen artículos, resúmenes y sueltos que aparecen posteriormente en al menos los siguientes ejemplares de nuestro periódico: 68, 74, 75, 78, 81, 85, 86, 88, 89, 91, 94, en algunos de ellos con más de una rúbrica. Por otra parte, textos como las *Cartas a los aficionados a la agricultura*, que *Esprit* toma a su vez del *Journal Général de France* o las *Descripciones pintorescas* de los distintos meses, proceden de esta obra periódica, si bien se insertan en el papel español con considerable retraso. En cuanto al *Journal Encyclopédique*, unos pocos ejemplos acreditarán mi afirmación, fácilmente comprobable consultando los correspondientes ejemplares. En los primeros números de la obra de Cladera hay numerosas traducciones de los ejemplares de febrero, marzo y abril de 1787 del *Journal Encyclopédique*; así, en el número 17 aparecen cuatro textos que provienen de febrero y marzo, igualmente en los números 10 y 11 tenemos varios artículos de estos mismos meses, y a veces se recuperan mucho más tarde noticias aparecidas unos meses antes, como es el caso del número 64, de noviembre, que recoge una reseña inserta en el periódico de Bouillon en marzo. No siempre es fácil determinar si Cladera toma de uno u otro periódico sus informaciones pues no era raro que *Esprit* reprodujera noticias del *Journal*, y ambos mantenían secciones en las que se daban comunicados proporcionados por distintas academias.

¹³² Al parecer Cladera estaba suscrito al *Journal de Physique* e incluso pretendió traducirlo al castellano. De hecho, como cuenta Elisabel Larriba en «La gravure: un élément clé de l'ambitieuse politique éditoriale de l'*Espíritu de los mejores diarios literarios, que se publican en Europa* (1787-1791)» *El Argonauta español* 7 (2010), consulta <http://argonauta.revues.org/496>, Cladera insertó un aviso en el número citado en el que anunciaba la traducción de las *Observations* a cargo de una “Compañía de Literatos” dando como razones de la empresa el “poder hacer algunos progresos útiles en las Ciencias, mayormente en España, y no perder tal vez el tiempo en una materia por los trabajos ya publicados, y de los cuales nada se sabe, tener noticia individual de los descubrimientos y adelantamientos que se hacen diariamente en los países extranjeros, a fin de que por este medio puedan los lectores formar un juicio exacto sobre el estado de ilustración en que se hallan las demás Naciones, y trabajar con acierto para llevar estas Ciencias a su último grado de perfección, que es a lo que todos aspiran” Prospecto insertado en la *Gazeta de Madrid* de 20 de mayo de 1788. Lo cierto es que no llegó a cuajar la propuesta. Larriba atribuye a esta iniciativa de Cladera el hecho de que los grabados con que había ilustrado algunas de las novedades científicas comunicadas en el *Journal de Physique* dejaran de aparecer en su periódico. Es posible que también se deba a este proyecto de traducción la menor presencia desde entonces de artículos tomados, directa o indirectamente de la obra dirigida por La Métherie.

¹³³ Así, de los ejemplares del *Journal de Physique* del primer semestre de 1787 se reproducen, a veces resumidos, los extractos de varios artículos en los números 7, 28, 29, 33, 35, 39, 41, 43, 44, 47 del *EMDLE*. Algunos de ellos fueron también incluidos en *Journal Encyclopédique*, como el del número 41, *Observaciones sobre la fermentación por el Señor Thomas Henry*; sin embargo, en este periódico no aparecía la cita latina colocada bajo el título, mientras que no la omitían ni *Journal de Physique* ni la obra

dera seguía manteniendo en el número que iniciaba la nueva etapa que sus noticias provenían de diferentes diarios extranjeros y para sostener tal afirmación escribía que “Para que nuestros Lectores no pongan la menor duda en la autenticidad de los Artículos que insertemos en lo sucesivo, citaremos al pie de cada uno la obra periódica de la que se haya sacado”¹³⁴; daba al cabo de unos párrafos los periódicos de los que decía iba a extraer los artículos¹³⁵. Es probable que manejara directamente algunos de ellos pero también los utilizaba como se ha dicho más arriba su matriz *Esprit*, lo que hace sospechar, de que en la mayoría de los casos se limitaba a copiar de este último, al que arteramente ni siquiera nombraba. De hecho, las coincidencias entre los dos Espíritus son realmente significativas y resulta chocante que no hayan sido resaltadas en la bibliografía sobre el tema; al menos en la que yo he manejado se da por sentado la veracidad del testimonio de Cladera.

El *Diario Eclesiástico* y los *Anales de Linguet*, lograron en esta segunda época encabezamiento propio. El primero se convirtió en una sección fija hasta el final de los días de nuestra publicación. El periódico de Simon-Nicolas-Henry Linguet (1736-1794), sin embargo, solo mantuvo su presencia durante el periodo comprendido entre mayo de 1788 y abril de 1789. El nombre de Linguet apareció en algunas ocasiones posteriores en las cartas de Valentín de Foronda, que debía conocer algunas de las obras del abogado francés convertido en fogoso periodista.

4.1 Un periódico moderadamente ilustrado.

La selección y traducción de los textos, que debió ser obra del propio Cladera, buen conocedor de varias lenguas¹³⁶, ponen de manifiesto el espíritu ilustrado que rezuma la pu-

periódica de Cladera. Parece lógico asignar pues este suelto a la publicación dirigida por La Métherie. El problema con otros extractos del *Journal de Physique* es que también fueron publicados en *Esprit des Journaux*, como por ejemplo los aparecidos en los números 86, 88 y 89 de *EMDLE*, que pudieron ser tomados tanto de los ejemplares del primer semestre del primero como del mes de noviembre del segundo; o el caso del extracto de M. Geantry sobre los pararrayos inicialmente publicado en *Journal de Physique* en octubre de 1787 y difundido en *EMDLE* en el número 165 de 29 de enero de 1789; da la casualidad de que también fue insertado en el número de *Esprit* de febrero de 1788.

¹³⁴ *EMDLE*: 19/IV/1788, 62.

¹³⁵ Cita los siguientes: *Diario de los Sabios*, *Diario Encyclopédico*, *Diario de Física*, *Diario Político*, *Diario Eclesiástico*, *Mercurio de Francia*, *Ephémérides literarias de Roma*, *Nuovo Giornale Encyclopédico*, *Noticias de la República de las Letras*, *Noticias literarias de Florencia*, *Anales Políticos y literarios de Linguet*, *Gazeta de Salud*, *Montly Review*, *London Magazine*, *Britisch (sic) Register*, *Papel Periódico de Flandes* y, sin mayor concreción, los mejores de Alemania. En Varela Hervías puede consultarse la lista de publicaciones extranjeras que se utilizaron en el *Espíritu*, pero hay que tener en cuenta que la mayoría de ellas provienen del *Esprit des Journaux français et étrangers* que incorporó algunas de ellas como fuentes habituales en los años de existencia de nuestro periódico.

¹³⁶ A Cladera se debe la traducción del *Dictionnaire de Physique* de Brisson unos años más tarde. Al parecer conocía el italiano, francés, portugués, inglés, griego, hebreo, latín y árabe. Para una biografía de Cladera véase Varela Hervías.

blicación. que en esto como en otros aspectos no hacía más que seguir a *Esprit des Journaux*; en ambos tenían cabida el estudio de diversas formas de gobierno, la denuncia de la trata de esclavos y de la tortura¹³⁷, la divulgación de las teorías de Locke y Condillac sobre la formación de las ideas, los progresos de la ciencia y del comercio o la revisión del sistema penal y de las cárceles, dentro, eso sí, del debido respeto al Trono y al Altar. El repudio de la escolástica aparecía en diversos números¹³⁸, aunque también se permitió en sus páginas la presencia de disertaciones contrarias a la filosofía moderna¹³⁹. En la presentación de la obra el editor calificaba al siglo XVIII como el más científico de cuantos habían transcurrido en el “*dilatado periodo de siete mil años*” y elogiaba los grandes avances realizados en matemáticas, astronomía, historia natural, física o química, de modo que “*la naturaleza ha sido sentenciada a sujetarse al estudio e indagación del ente racional que la habita*”¹⁴⁰. Una declaración que muestra la afinidad de Cladera con los postulados epistemológicos de la Ilustración y su confianza en el progreso, manteniendo al mismo tiempo una línea moderada como la de los periódicos belgas en que basaba parte de su producción. La voz propia de Cladera no se oye más que en sus respuestas a las cartas enviadas a su periódico, en la disertación presentada ante la Real Academia de Santa Bárbara y en los prospectos en los que anunciaba las intenciones de su publicación o los cambios que iba a experimentar e, indirectamente, en la acogida que ofreció a Valentín de Foronda para exponer sus propuestas; en todo ello se confirma su espíritu reformista y moderado, interesado en la mejora de la educación, la economía y las regulaciones sociales¹⁴¹. Su posicionamiento a favor de la filosofía de Condillac se manifiesta en esta nota a un artículo sobre una disputa filosófica entre M. Elmotte de Montreuil sur Mer y

¹³⁷ En contra del comercio de esclavos véanse los números 155, 228, 360 ó 582, por ejemplo o *EMDLE*: 155, 582 en el que se describe igualmente el abominable y lucrativo negocio de la trata de esclavos.

¹³⁸ Por ejemplo, en *EMDLE*: 19/ IV/ 1790, 384-385: “Este siglo rompió las cadenas de la esclavitud aristotélica y platónica” y, en referencia a Giordano Bruno, que “pudo ver entre la densa nube de la escolástica, la pluralidad de los mundos, la figura esferoide de la Tierra, lo inmóvil del Sol y la teoría general de cometas”. O en *EMDLE*

: 9/VIII/1790, 340 en el que se afirma que “el reino de la escolástica no ha sido sino el de la esclavitud y el oprobio del entendimiento humano”.

¹³⁹ *EMDLE*: 26/IV, 1790, 494, donde A. Cubiña cuestiona que el conocimiento comience a partir de los sentidos y que se pretenda llegar a través de estos a verdades superiores, desdeñando la verdad revelada.

¹⁴⁰ *EMDLE*: 2/VII/1787, Idea de la obra.

¹⁴¹ La disertación de Cladera viene recogida en el número 131 de 2 junio de 1788 y sigue en el número 132. Respecto de la formación dada en las universidades españolas, por ejemplo, un lector afín sin duda al periódico, manifestaba su profunda disconformidad con los estudios de Leyes, basados en el Derecho Romano y ajenos al Derecho Natural, sustentados en un aprendizaje memorístico, ausencia de reflexión y de método, falta de precisión en las ideas y textos anticuados como el del P. Goudin, del que dice es un conjunto de “jerigonzas y encadenamientos de términos y voces sin saber lo que significan”, *EDMLE*: 21/IX/1789, 57. El texto de Antoine Goudin O.P. (1639-1695), de afiliación claramente tomista, era utilizado todavía en aquellos años en universidades españolas como la de Salamanca.

Don Aubry, Prior de un Monasterio Benedictino de Francia: “Aconsejamos a los que se interesan en las discusiones filosóficas lean con cuidado dichas piezas, pues con las luces de uno y otro escritor se pone en claro la mayor solidez del sistema de Condillac, que hoy en día sigue la mayor parte de los sabios de Europa, y la decrepitud del que han seguido y siguen aun en España varios cuerpos literarios, sin embargo de que ya otros les han abandonado prefiriendo el primero”¹⁴², pero añade en el número siguiente que “Los elogios que se prodigan a Condillac en este y otros Números anteriores se han de entender de la parte de sus obras filosóficas no prohibidas hasta ahora, como lo está la parte histórica del mismo”¹⁴³. Foronda también tomó precauciones semejantes, esta vez en el caso de César Beccaria¹⁴⁴, acatando los mandamientos de la censura para evitar inconvenientes en la distribución del periódico.

Las reseñas de obras de autores españoles fueron tomadas de los periódicos extranjeros, sin que para nada se manifestase la opinión del clérigo mallorquín¹⁴⁵. Entre la amplia selección de temas que ofrecía el *Espíritu* destacan por su amplitud los relacionados con la economía, en particular con la agricultura y el comercio, asuntos que preocupaban a muchos autores nacionales, algunos de los cuales, como Valentín de Foronda, encontraron en el periódico un vehículo de expresión de sus ideas y propuestas. Las ciencias también tuvieron un lugar destacado, así como el teatro y las artes escénicas¹⁴⁶. Para Cladera la religión y la filosofía debían tener también cabida en las páginas de su periódico. El periódico en ningún momento trató de los acontecimientos revolucionarios que tenían lugar en el país vecino pese a que *Esprit des Journaux* y otras gacetas extranjeras de las que servía no se abstenían de hacerlo¹⁴⁷.

¹⁴² EMDLE: 4/V/1789, 19.

¹⁴³ EMDLE: 11/V/1789, 32.

¹⁴⁴ “Esto no es decir que se siga enteramente la obra de Beccaria, pues bien sé que el Santo Tribunal de la Inquisición la tiene prohibida, pero yo deseo que se siga esta obra en todo aquello que no perjudique a nuestra Religión”, EMDLE: 4/V/1789, 12.

¹⁴⁵ Véase, por ejemplo, los números 162 y 183 donde se comentan *Historia del lujo y de las leyes suntuarias en España* de Juan Sempere y Guarinos o el *Teatro histórico de la elocuencia española* de Antonio Capmany, tomadas probablemente de noviembre de 1788 y marzo de 1789 de *Esprit des Journaux*.

¹⁴⁶ Entre otros reportajes y sueltos referentes a las artes escénicas Cladera tradujo en varias entregas *Idées sur le geste et l'action théâtrale* de M. Engel, París 1789, con inclusión de las láminas del libro.

¹⁴⁷ La lectura, por ejemplo, del ejemplar de agosto de 1790 de la obra de Lieja, nos permite acercarnos a varios extractos, reseñas y poemas en los que se denunciaba el despotismo del antiguo Régimen, se defendía la libertad y la igualdad entre los ciudadanos, se celebraba el 14 de julio y se exaltaba el movimiento revolucionario.

Varela, *Espíritu*..., 12, sostiene que el *Espíritu* se vio limitado en cuanto a sus fuentes de información pues el gobierno suprimió la circulación de algunas publicaciones extranjeras y cita el caso del *Journal de Physique*. A partir del 19 de septiembre de 1789 se prohibió la entrada en España de los papeles, relaciones y estampas relativas a los acontecimientos en Francia, tanto si hablaban a favor o en contra de los sucesos revolucionarios, en AHN. Cons. Lib. 1327, f. 697, en Javier Bragado Lorenzo y Ceferino Caro López, «La

4.2 La ciencia del *Espíritu* y su compatibilidad con la religión.

La concepción de la ciencia que resumaba la publicación era la de una forma de conocimiento revisable, acumulable y no definitiva que se basaba en principios demostrables solo hasta cierto punto, en sintonía con la filosofía escéptica de nuestros modernos¹⁴⁸. No desaprovecha tampoco la ocasión para informar a sus lectores de los progresos realizados a lo largo del siglo en cuestiones científicas a través de memorias de academias extranjeras. Y defendía la compatibilidad entre la ciencia y la religión, haciéndose eco de la carta aparecida en el *Journal des Savans* que el abate Tesla había dirigido a Lalande¹⁴⁹. La carta de Tesla servía a Cladera para insistir en que ciencia y religión no estaban reñidas.

censura gubernativa en el siglo XVII», *Hispania*, LXIV/2, 217 (2004) 571-600, 594. No se nombraba ningún papel en particular, se trataba de una orden de vigilancia genérica en las aduanas con la que se intentaba controlar la circulación de opúsculos y otros impresos semejantes. En palabras del juez de imprentas Felipe Ribero “Los libros de gran tamaño ni las obras de muchos volúmenes”, representaban amenazas para el *statu quo* a causa de “su precio, el tiempo y ocio que pide su comprensión y lectura”. Lo que había que temer, en cambio, eran “las piezas llamadas fugitivas: los folletos de pocas hojas”, porque, como reconocía abiertamente, “esto se vende barato, se lee luego, le compran todos”, en el artículo citado, p. 596. A Cladera no le debió afectar esta disposición de Campomanes, pues siguió utilizando el *Journal de Physique*, como puede comprobarse, por ejemplo, en los números 244, 246 y 248, en los que se incluyen artículos publicados por el periódico de La Métherie correspondientes al año 1790 que no se recogieron en otras publicaciones a las que acudía habitualmente el clérigo mallorquín, como el caso de *Esprit des Journaux*. Las facilidades que le otorgó Floridablanca pueden explicar esta excepción, pues en realidad no representaba esa amenaza que tanto preocupaba a los censores de que los papeles revolucionarios circularan con facilidad. Sin embargo, Cladera se mostró cauteloso y seleccionó aquellos artículos y noticias que no le enfrentasen con las autoridades, evitando citar a autores considerados peligrosos. Por ejemplo, en la reseña del *Tratado Elemental de Química* de Lavoisier traducida del ejemplar de *Esprit* de septiembre de 1789 se omitió el nombre de Condillac. En 1789 podía tener consecuencias lo que unos años antes pasaba sin dificultad. Véase EMDLE: 21/XII/1789, 362.

¹⁴⁸ EMDLE: 9/VIII/1790, 340: “Las ciencias son teorías que contienen principios demostrados, hasta un cierto punto, de los cuáles se saca un enlace de consecuencias, que conducen al fin, que no es el non plus ultra de la teoría. Pero que es el último esfuerzo al que llegó el espíritu humano. [...] un sabio toma la ciencia que cultiva, que le dejaron sus predecesores, pero hace valer esta herencia, la mejora, desmonta tierras incultas, aumenta los edificios comenzados, y al cabo de su carrera deja a otros la ventaja de aprovecharse de sus trabajos”.

¹⁴⁹ En los números 250 y 251. La carta estaba fechada el 20 de abril de 1790 y fue publicada en *Journal des Savans*, sin embargo, apareció en nuestro periódico en septiembre de ese mismo año y en el *Esprit des Journaux* en agosto. La proximidad de las fechas me inclina a creer que Cladera la tomó directamente del papel belga, pues de ese ejemplar y de todos los demás hacía un uso intensivo. En ella, Tesla recordaba la fundación de la academia *dei Lincei*—la primera, que se propuso renovar la física y que renunció a los sueños escolásticos empleando la observación y la experiencia como bases del estudio de la ciencia— y de la Academia Romana; evocaba la actitud del Papa Clemente IX, que “había aprendido la filosofía con Benito Castelli, protegió a Galileo, cedió con disgusto al gran Cassini a Luis XIV, liberó a P. Riccioli de la mala voluntad que le tenía el Inquisidor y concibió el proyecto de una academia en Roma”, y señalaba el hecho de que en Roma se publicara el primer comentario sobre los *Principia* de Newton, “cuya física era tan impugnada en Francia por los ardientes defensores de los torbellinos de Descartes” En Roma, continuaba, tras las expediciones al Polo y al Ecuador, el estado papal fue el primero de Europa en medir el grado del meridiano. Para reforzar su argumento de la contribución de la iglesia romana a las ciencias, Tesla proporcionaba una lista numerosa de personalidades italianas asociadas a las academias citadas y una descripción de sus actividades científicas y comentaba el interés del Papa reinante, Benedicto XIV, y del cardenal Zelade por las cuestiones científicas. En cuanto al tema de Galileo, relataba otros casos de persecución, condena o indiferencia—Descartes en Francia, Brahe en Dinamarca, Wolff en Alemania, Linneo en Suecia o Locke en Inglaterra—, de modo que rechazaba que la condena del filósofo pisano pudiese

El interés por las Ciencias tiene un ejemplo señalado en la inclusión a lo largo de ocho números de la memoria anual de Jean-Claude de La Métherie (1743-1817) correspondiente al año de 1789 inserta en el *Journal de Physique*, del que el naturalista era director desde 1785. Esta memoria fue publicada en el volumen de enero de 1789 y reproducida en *Esprit des Journaux* durante los meses de abril a octubre de ese mismo año, mientras que la primera entrega del semanario español lleva fecha de 24 de agosto¹⁵⁰. La memoria de La Métherie contaba los últimos adelantos y observaciones astronómicas y pasaba revista a las distintas ramas de las ciencias naturales, dedicando especial atención a la química, que por entonces se estaba convirtiendo en un astro ascendente dentro de la investigación científica; la extensión dedicada en esta memoria a la química responde indudablemente al impulso que recibió esta ciencia en el último tercio del dieciocho. Cladera debía ser consciente del empuje de esta ciencia y de sus aplicaciones pues su periódico planteó en muchas ocasiones cuestiones relacionadas con la química y sus utilidades, dando una información actualizada¹⁵¹.

La Métherie decía sobre la física que “Esta ciencia se trata hoy en día de un modo muy diferente al antiguo, pues ha abandonado los sistemas que tantas veces nos han extraviado y solo se admiten cuando se fundan en nuevas experiencias”. En la memoria se distinguía entre la física que pudiéramos llamar matemática y la física experimental; ambas partían de observaciones y experiencias pero la primera trataba de fenómenos conocidos que podían sujetarse al cálculo matemático, dando lugar a tratados de mecánica como el de Lagrange o de hidrodinámica como el de abate Bossuet; las consecuencias y resultados derivados de la física experimental sin embargo eran en muchas ocasiones inconsistentes e irreducibles al análisis matemático y por tanto no poseían el nivel de certidumbre del caso anterior. En efecto, la memoria proporcionaba una serie de experiencias similares cuyos efectos sin embargo no eran coincidentes, y por tanto se podían interpretar desde distintas ópticas. No se ofrecían sin embargo resultados relacionados con la física matemática y se invitaba al lector a revisar números anteriores para informarse de cuestiones tratadas desde esa perspectiva. La distinción entre la física matemática y la física experimental

considerarse el colmo de la ignorancia y de la superstición, apuntando a motivaciones personales detrás del proceso, dada la facilidad de Galileo para granjearse enemigos. *EMDLE*: 13/IX, 1790, 47 y *EMDLE*: 20/IX/1790, 52-53.

¹⁵⁰ La memoria comenzó en el número 195 y se continuó en números sucesivos hasta el 203 inclusive, a lo largo de los meses de agosto, septiembre y octubre.

¹⁵¹ Así, en *EMDLE*: 14/XII/1789,362-365, se imprime la reseña del *Journal des Savans* del *Traité Élémentaire de Chimie de Lavoisier*, publicado en París ese mismo año. No habrá traducción al castellano hasta 1798.

ponía de manifiesto que los fundamentos de ambas eran idénticos —la observación y la experiencia— y por tanto en que ninguna era sistemática en el sentido de lo que se entendía por sistema, una aclaración oportuna para todos aquellos que miraban con suspicacia los métodos y resultados de la física matemática.

4.3 La astronomía, favorita del *Espíritu*.

Dentro del campo del estudio de la naturaleza la astronomía recibió en el *Espíritu* un trato privilegiado, permitiendo a los lectores estar al tanto de los progresos realizados en Europa. El atractivo de esta disciplina no era patrimonio exclusivo de los astrónomos, suscitaba igualmente por sus características bastante curiosidad entre el público general, algunos de cuyos individuos disponían de instrumentos para realizar sus propias observaciones. A lo largo de sus 271 números Cladera reprodujo muchas noticias que trataban diversas cuestiones relativas a esta disciplina¹⁵². En relación con la astronomía, Herschel fue una figura central debido fundamentalmente al descubrimiento del nuevo planeta y a su pericia en la construcción de telescopios. El nombre de *Georgium* dado en honor del rey de Inglaterra fue objeto de críticas por parte de la comunidad científica. Lalande, por ejemplo, proponía denominaciones más acordes con las tomadas de la mitología griega para los otros planetas¹⁵³. Del mismo Lalande es el discurso sobre el estado de la astronomía en Europa aparecido en *Journal des Savans* y en *Esprit des Journaux* y publicado en España en diciembre de 1790; en él se resumían los avances más notables realizados en la disciplina, algunos ya reseñados en números anteriores¹⁵⁴: un nuevo catálogo de estrellas que mejoraba el del británico Flamsteed; las observaciones del pasaje de Mercurio sobre el Sol; la observación de la fase redonda de Saturno; el descubrimiento de dos nuevos satélites de este planeta; la determinación de la órbita del nuevo planeta o el perfeccionamiento de las tablas de Júpiter y de Saturno, todo ello gracias a las mejoras ins-

¹⁵² Mencionaré algunas, dando entre paréntesis el número en que pueden consultarse: la observación desde Bagdad del tránsito de Mercurio del 4 de mayo de 1786 realizada por el vicario general de Babilonia, Beauchamps (2, 13); la construcción de un telescopio por Herschel (1, 14) y sus hipótesis sobre la existencia en la Luna de volcanes en erupción (73, 87); los satélites de Saturno y la revolución sobre sí mismo de este planeta (2, 6, 38, 108); el descubrimiento de dos satélites del nuevo planeta ((10); la observación de la rotación del anillo de Saturno (247, 407); el mapa de la Luna de Cassini (44); la rectificación de las tablas de Flamsteed ante las nuevas observaciones de Herschel (50); las observaciones de Juan Gerónimo Schroeter (1745-1816) sobre las máculas, bandas, atmósfera y rotación de Júpiter, con las láminas correspondientes (130, 124), los nuevos catálogos de Beauchamps o los cometas descubiertos por Carolina Herschel (21, 48). En el número 159 se informa de una mancha observada en la Luna por este mismo astrónomo, en una carta dirigida a de La Métherie, también extractada del mismo diario.

¹⁵³ *EMDLE*: 18/I/1790, 61-65. Se trata de una carta de Lalande al *Journal des Savans*, del que era redactor.

¹⁵⁴ *EMDLE*: 6/XII/1790, 321 y ss.

trumentales producidas y a la aplicación rigurosa del cálculo a las ecuaciones de las atracciones gravitatorias mutuas que daban cuenta de las desigualdades observadas en las órbitas de los grandes planetas. Lalande resaltaba la contribución de las expediciones al conocimiento de los fenómenos celestes y nombraba la comandada por Malaspina. Como cosa curiosa cabe mencionar que ponía como ejemplo de la facilidad de su método para la determinación de las longitudes en el mar—una tabla de horas que se correspondía con la altura del sol—la habilidad de su sobrina en los cálculos, “con un valor que no podía esperarse de su juventud ni de su sexo”. En el discurso se mencionaba la utilidad de contar con observatorios situados en países meridionales, como los que se construían en Madrid, dirigido por Megné o el que se iba a instalar en Sicilia dotado con excelentes instrumentos de Ramsden. El estado de la astronomía que pintaba Lalande era floreciente y el interés que despertaba grande, incluso entre las mujeres, que acudían a cursos como el establecido por Mme. Dupieri a semejanza de los de la Srta. Agnesi de Milán o de la Sra. Bassi de Bolonia. La atracción gravitatoria determinaba los movimientos celestes y los estudios realizados por Laplace explicaban las desigualdades de los satélites de Júpiter, las matemáticas resultaban indispensables en el cálculo astronómico: “La geometría jamás ha sido tan útil a la astronomía como lo es ahora manejada por Mr. de la Place, ni ha producido descubrimientos tan nuevos y difíciles”¹⁵⁵. Desde luego los textos que publicaba Cladera eran prestados pero cumplían con la misión de instruir, alentando al mismo tiempo al estudio y observación de los cielos entre sus lectores, entre los que se contaba un buen puñado de mujeres.

También hubo contribuciones nacionales en este campo. En abril de 1788 se publicó el artículo titulado *Triunfo de Urania y progresos celestes del año 1787* que recogía algunos sucesos que habían tenido lugar durante ese año, y en una nota adicional se comentaba que en España, pese a no hallarse el estudio de la astronomía tan adelantado como en otras naciones, también se realizan observaciones, como las efectuadas por D. P.A.S y G¹⁵⁶, o las del ingeniero Antonio Gillemán, quien había seguido el eclipse del 15 de junio del año anterior desde la casa del conde de Campomanes¹⁵⁷. En un número posterior se proporcionaban los datos obtenidos por el ingeniero Gillemán sobre el eclipse parcial de sol del 4 de mayo de 1788 observado desde la cámara del príncipe, en presencia de su

¹⁵⁵ EMDLE: 6/XII/1790, 325.

¹⁵⁶ Se trata de Pedro Antonio Salanova, de cuyas observaciones y polémica con Gillemán dieron noticia el *Correo de los Ciegos* y el *Diario de Madrid*.

¹⁵⁷ EMDLE: 126, 28 de abril 1788.

esposa y del infante D. Gabriel; el autor del suelto, que posiblemente fuera el propio militar, resaltaba la concordancia entre los datos obtenidos de la observación y los adelantados en dos mapas que describían gráficamente la progresión del eclipse¹⁵⁸. Recordemos que ambas observaciones habían sido también reseñadas en el *Correo*.

4.4 Hablemos de Newton.

El *Espíritu* trasladaba también a sus lectores la admiración y reverencia que suscitaba Newton en la Europa de fin de siglo, rendidos desde hacía ya varias décadas Francia y demás reinos al británico, al genio por excelencia. Si el abate Baudisson en su ensayo sobre el *Ensayo sobre la unión del cristianismo y la filosofía* afirmaba que “Entre los filósofos modernos merecen sin duda mayor consideración los que son generalmente respetados como guías, inventores y maestros del Espíritu humano, lo que seguramente podemos atribuir a los cuatro a quienes D’Alembert en el discurso preliminar de la Enciclopedia concede el imperio de la filosofía; a saber, Bacon, Cartesio, Locke y Newton”¹⁵⁹, en nuestro país el propio Cladera manifestaba su visión del conocimiento al paso que glorificaba al gran matemático inglés en la disertación leída en la Real Academia de Santa Bárbara, una de las pocas ocasiones en que escuchamos directamente al redactor: el conocimiento “procura averiguar las cosas en sus fuentes, examinarlas, ilustrar al mundo con una nueva verdad, o a lo menos proponerle lo que le parezca dudoso. Ciertos desbarros son útiles en las ciencias. ¿Quién duda que los errores de Descartes, mezclados con sus aciertos abrieron el gran camino a Newton para que adquiriese éste el sublime mérito que reconoce y admira el universo en sus inmortales obras”¹⁶⁰.

Cladera, al igual que su corresponsal Foronda comulgaba con el sensismo de Condillac, del que era gran admirador¹⁶¹. Un ejemplo más lo tenemos en los versos del poeta que contrapone la conducta del autor de los *Principia* a la de los petimetres del momento¹⁶²:

...En el retiro
Siempre luchando en áridas fatigas
Célebre Newton, tu lugar ganaste

¹⁵⁸ EMDLE: 16/VI/1788, 63-64.

¹⁵⁹ EMDLE: 29/X/1787, 505-506.

¹⁶⁰ EMDLE: 2/VI/1788, 3.

¹⁶¹ Así lo describe en la disertación mencionada: “un hombre cuya religión, cuyo saber y cuya geometría en sus raciocinios es conocida de cuantos meditan las obras que hacen el mayor honor a su memoria”. EMDLE: 2/VI/1788, 6.

¹⁶² EMDLE: 9/XI/1789, 238. Firma P.C.A.C.Y. M.S.A.

4.5 Reseñas tomadas en préstamo. La atracción gravitatoria.

Las reseñas, memorias y extractos de obras recién publicadas constituían junto a la sección de *Novedades Literarias* de *Esprit des Journaux* un depósito de reportajes del que Cladera seleccionaba muchos de los numerosos relatos que necesitaba para componer su periódico, sin añadir por su parte ninguna apostilla que personalizara la referencia. De hecho, hasta las revisiones de obras de autores españoles se tomaban de las novedades bibliográficas de que daban cuenta los periódicos impresos en Bélgica; en particular de las que provenían de las *Effemeride letteraria de Roma* o del *Giornale de Vincenza*; es cierto que se trataba en general de traducciones realizadas al italiano, pero también comentaban estos periódicos los originales castellanos. Entre las producciones científicas que cabe destacar se encuentra la reseña sobre el *Traité Élémentaire de Chimie* (1789) de Lavoisier, publicado en el periódico de Cladera en diciembre 1789 y tomado probablemente del número de septiembre de *Esprit des Journaux*, que a su vez se había servido del extracto de *Journal des Savans* de junio de ese mismo año¹⁶³. El comentario a la obra de Lavoisier era de Lalande, algo que no menciona el papel francés ni tampoco el español.

En relación a Newton señalaremos dos novedades: la nueva traducción al francés de su *Óptica* y el texto de Jacques Antoine Joseph Cousin (1739-1800) *Introducción al estudio de la Astronomía Física*¹⁶⁴. De la *Óptica* se decía que la traducción, libre pero fiel, había sido aligerada de perífrasis y repeticiones y que contenía notas y observaciones del traductor, así como añadidos sobre los progresos realizados desde la publicación de la obra original que mejoraban su comprensión¹⁶⁵. En cuanto a la obra de Cousin, su reseña no era sino la versión castellana de la aparecida en la tercera parte del número de agosto de 1787 del *Journal Encyclopédique*¹⁶⁶. Cousin exponía sin ningún tipo de salvedades que la ley gravitatoria gobernaba realmente los movimientos planetarios, es decir, que era una ley de la naturaleza y no un artificio matemático. Cladera recogía, en una traducción

¹⁶³ EMDLE: 14/XII/1789, 362. Cladera suprime los párrafos finales de la reseña en los que se alababa la contribución de Mme. de Lavoisier a la obra a través de las láminas que había diseñado.

¹⁶⁴ EMDLE: 23/VII/1787, 73 y EMDLE: 4/X/1787, 321-324, respectivamente.

¹⁶⁵ El extracto procedía del segundo volumen de *Journal Encyclopédique* correspondiente a marzo de 1787, aunque no se reproducía la comparación que este periódico hacía entre la nueva traducción y la antigua de Pierre Coste. Una reseña de esta nueva versión francesa de la *Óptica* se insertó en *Journal des Savans* de diciembre de 1787; teniendo en cuenta que en el periódico español se publicó en julio de ese año y que no se corresponde, creo que podemos confirmar la asignación realizada.

¹⁶⁶ El *Journal de Physique* realizó también una reseña en el número de julio de 1787, pero su texto no coincide con el de Cladera, cosa que sí ocurre con el del *Journal Encyclopédique*.

no muy inspirada, las ideas sustanciales expresadas por el redactor del *Journal*, que estaban tomadas del discurso preliminar que abría la obra de Cousin. En este preámbulo se definía la astronomía física como la ciencia que pretendía inquirir las leyes que operaban en los fenómenos celestes observados mediante la aplicación de los métodos analíticos, es decir, mediante el cálculo¹⁶⁷. El origen y fundamento de la astronomía física estaba en los *Principia* de Newton y en la ley de atracción, seguida por todos los sabios de Europa una vez que había quedado totalmente desechada la teoría cartesiana de los vórtices. En la reseña se enunciaba la ley gravitatoria, pero se recordaba que determinados fenómenos y observaciones no habían podido ser tratados con eficacia hasta unos años más tarde. Cousin, proseguía el artículo, refundía en un único tratado los progresos realizados por los más ilustres geómetras, quienes con su contribución a la perfección del análisis mediante métodos más “fecundos y generales” habían resuelto algunos de los problemas inabordables desde la teoría primitiva, incapaz de dar cuenta de algunas cuestiones como era el caso de las desviaciones observadas en los movimientos planetarios, las atracciones mutuas de varios cuerpos o la no esfericidad perfecta de los planetas¹⁶⁸. Uno de los éxitos más notables de la teoría newtoniana había sido la explicación de las mareas, cuya causa residía en la atracción del Sol y la Luna sobre las distintas masas de nuestro planeta. Se consagraba, con los felices resultados obtenidos, la idoneidad del método analítico matemático para el estudio de los fenómenos astronómicos. De la obra de Cousin hizo una versión al castellano Pedro Ziriza publicada por la Imprenta Real en 1796.

Es cierto que para las fechas que estamos considerando las disputas filosóficas sobre la naturaleza de la atracción habían perdido casi toda su vigencia, pero no olvidemos que la aceptación de la ley gravitatoria implicaba la del sistema copernicano y todavía en España Valentín de Foronda, en este mismo periódico, recordaba la condena inquisitorial de Galileo por sostener el movimiento de la Tierra, aprovechando esta ocasión para afirmar que a esta verdad solo se oponían los que no habían leído las obras de Jorge Juan y de los más célebres matemáticos de Europa. En nota al pie de página remitía a lo que

¹⁶⁷ Cousin, en el discurso preliminar de su obra, como buen discípulo de la tradición analítica francesa, se mostraba absolutamente a favor del método que llevaba de los fenómenos a las leyes inmutables por la aplicación de análisis matemático que tantos resultados positivos habían producido: *La perfection de l'analyse est un des objects les plus important dont on peut s'occuper.[...] Les astronomes à qui on doit les découvertes les plus important s'étaient d'abord distingué dans l'analyse mathématique.* Jacques. Cousin, *Introduction à l'étude de l'astronomie physique* (Paris: Didot, 1787), X.

¹⁶⁸ EMDLE: 4/X/1787, 322.

había escrito Jorge Juan en el *Estado de la Astronomía en Europa* y transcribía literalmente un párrafo de la citada obra¹⁶⁹.

Unos números más adelante se hacía referencia de nuevo al tema de las irregularidades anomalísticas en un extracto procedente del *Journal de Physique* en el que se comenzaba afirmando la concordancia de la ley gravitatoria con los movimientos celestes¹⁷⁰. Estas anomalías, continuaba, eran especialmente sobresalientes en Júpiter y Saturno, de modo que el movimiento medio de Saturno se hallaba retardado y el de Júpiter, acelerado. Tanto Euler como Lagrange las habían estudiado, aunque había sido Laplace quien había logrado dar una explicación completa sobre las mismas. A Laplace se debía también la explicación de la causa de la observada aceleración del movimiento de la Luna, que no era otra que las variaciones seculares y periódicas de la órbita solar, provocadas por la atracción de los planetas. La atracción gravitatoria había logrado explicar con las más recientes técnicas matemáticas las desviaciones que se habían detectado entre las observaciones y la formulación inicial de la teoría. Además ya no preocupaba averiguar la causa de la atracción, la cuestión había dejado de tener relevancia en cuanto a la legitimidad de la teoría, se tomaba como un hecho, como una ley que funcionaba, que explicaba cómo se realizaba el movimiento planetario. El tema del movimiento acelerado de la Luna se asomaba igualmente en la carta de Lalande dirigida al *Journal des Savans* y reproducida en el *Espíritu*¹⁷¹. En ella se explicaba que la anomalía era debida a la variación periódica de la excentricidad de la órbita solar, tal y como había comunicado a la Academia Real el propio Laplace el 19 de diciembre y se recordaba que se debía a este mismo geómetra el descubrimiento de las ecuaciones seculares de Júpiter y Saturno realizado en 1786¹⁷².

¹⁶⁹ “¿Será decente con esto obligar a nuestra Nación a que después de explicar los sistemas y la Filosofía Newtoniana haya que añadir a cada fenómeno que depende del movimiento de la tierra que no se crea esto en contra de las Sagradas Letras? ¿No será ultrajar éstas el pretender que se opongan a las más delicadas demostraciones de geometría y mecánica? ¿Podrá ningún Católico sabio entender esto sin escandalizarse? Y cuando no hubiera en el Reino luces suficientes para comprehenderlo, ¿dejaría de hacerse visible a una Nación que tanta ceguedad mantiene? No es posible que su Soberano lleno de amor y de sabiduría tal consienta: es preciso que vuelva per el honor de sus vasallos: y absolutamente necesario que se puedan explicar los sistemas sin la precisión de haberlos de refutar, pues no habiendo duda en lo expuesto tampoco debe haberla en permitir que la ciencia se escriba sin semejantes sujeciones” *EMDLE*: 4/V/1789, 9-10.

¹⁷⁰ “los movimientos de todos los cuerpos celestes [...] parecen estar sujetos a la ley constante de la gravitación universal. Sea cual fuere la causa física que les obliga y somete a esta ley, como es causa constante y fija debían observarla regular y perfectamente, pero no obstante, presentan todavía algunos fenómenos anomalísticos, que por no ser bastante sensibles, sino comparando unos siglos con otros, se les da el nombre de *desigualdades seculares*”, *EMDLE*: 21/IV/1788, 1. Tomado de *Journal de Physique*: I/1788, 10.

¹⁷¹ *EMDLE*: 30/VI/1788, 114.

¹⁷² Estas explicaciones se hallan incorporadas en el texto de Cousin de 1787 –véase página IX– y posiblemente se imprimieron en el *Diario de Física* como introducción al nuevo descubrimiento de Laplace.

Todo ello venía a confirmar el sometimiento de los cuerpos celestes a la ley de gravitación.

4.6 La discrepancia en el *Espíritu*.

A pesar de que el mundo académico europeo había abrazado por aquellas fechas la teoría gravitatoria no dejaron de oírse voces contrarias al sistema newtoniano. En el periódico de Cladera también aparecieron disertaciones en las que explícita o veladamente se discrepaba de algunas de sus teorías.

4.6.1 Teoría de los cometas.

Con el propósito ilustrado de ahuyentar el temor que los cometas producían en la gente, Cladera insertó un artículo de los *Anales de Linguet* en el que bajo la excusa de tranquilizar a la gente temerosa de los efectos maléficos de estos seres errantes se enunciaba una teoría crítica con los seguidores de la atracción universal¹⁷³. Comenzaba el articulista de los *Anales* ironizando sobre una supuesta irritación de Lalande ante las numerosas consultas que se le habían hecho relativas a un posible choque del próximo cometa contra la Tierra, y consideraba que estaban bien merecidas las molestias que le ocasionaban la inquietud de la gente por sostener teorías que admitían esta posibilidad¹⁷⁴. A continuación, el redactor del suelto insertaba un texto entrecomillado de un “autor moderno” manifestando que procedía de sus Reflexiones sobre la luz “que compuso en un tiempo en que él estaba a oscuras”¹⁷⁵. En realidad el “autor moderno”, al que no se nombraba, era el propio Simon Nicolas Henry Linguet (1736-1794) que reproducía parte del contenido del capítulo XV de su libro titulado *Reflexions sur la lumière ou Conjectures sur la part qu'elle*

¹⁷³ EMDLE: 13/X/1788, 475. El cometa que se menciona en el texto debió ser el anunciado por Nevil Maskelyne ante la *Royal Society* en 1786. Se trataba según el astrónomo real del que se había avistado en 1532 y 1661 y cuya vuelta estaba prevista para finales de 1788 o principios de 1789. En 1787 la Imprenta Real editó la memoria de Maskelyne en castellano con el título *Aviso de la vuelta del cometa que se vio en los años de 1532 y 1661, y se espera en el de 1788, leído a la Real Sociedad de Londres en 29 de julio de 1786*. Este cometa fue el detectado por Carolina Herschel en diciembre de 1788.

¹⁷⁴ “Creo que este paga con justicia por lo mucho que se le importuna, el crédito que dio al sistema no solo de la vuelta de los Cometas, sino también de la posibilidad de una colisión entre estos globos que se pretenden errantes, y la regularidad del curso del que habitamos”

¹⁷⁵ Tomado de *Annales politiques, civiles et littéraires du dix-huitième siècle*, 1788, tomo XIII, 452. La oscuridad en la que se encontraba y que dieron lugar a las reflexiones expuestas en su obra estaba motivada por su estancia en la prisión de la Bastilla entre 1780 y 1782. En su aviso a los lectores dice: “*Ce petit ouvrage fait partie des fruits de la douloureuse oisiveté qui a consumé près de deux ans de ma vie depuis le 27 Septembre 1780 jusqu'au 19 Mai 1782. Le sujet ne contraste pas autant qu'on pourroit le croire avec le lieu où il a été conçu; il est vrai qu'il est singulier d'avoir été imaginé d'expliquer les propriétés de la Lumière quand la jouissance m'en étoit ravie & de prouver qu'elle est le principe de tout, quand je n'en avois pas l'usage; mais il ne l'est pas que je me sois occupé de Dieu & des étoiles quand on ne me laissoit de correspondances, sans exception, qu'avec Dieu par la pensée & avec les étoiles par une lucarne étroite & grillée*”.

a *au mouvement des corps celestes*, de 1784, donde exponía sus propias explicaciones sobre la luz, la gravedad y el movimiento de los cuerpos sin aportar formulación matemática alguna y realizando divagaciones sobre los, para el autor, previsibles habitantes de los cometas. Que Linguet no comulgaba con la teoría gravitatoria de Newton era evidente incluso en las pocas páginas del artículo¹⁷⁶. El fundamento de su especulación se basaba en el orden, abundancia y sencillez con los que el Ente Supremo había poblado el mundo, así como de una naturaleza formada por especies jerarquizadas¹⁷⁷. Los soles y sus planetas constituían las dos primeras especies de objetos celestes: los soles estaban quietos y los planetas estaban ligados indefectiblemente a su estrella; la especie intermedia era precisamente la de los cometas, viajeros vinculados temporalmente a cada uno de los soles que visitaban cuando atravesaban los espacios siderales siguiendo trayectorias cerradas que algún día se podrían determinar con exactitud. El año para cada cometa era el tiempo que tardaba en recorrer su órbita, los habitantes de los mismos habrían sido pertrechados por la naturaleza de los recursos necesarios para aguantar las extremas temperaturas a las que debían estar sometidos en sus derroteros¹⁷⁸. Linguet ejerció un tiempo como abogado y más tarde se dedicó con pasión al periodismo; como tantas personas interesadas en los asuntos científicos, exponía sus propias teorías a partir de ciertas nociones y convicciones personales y de las diversas especulaciones que transitaban por el campo de la investigación de la naturaleza. No se contentaba con aceptar o rechazar los diversos sistemas explicativos de los fenómenos, tomaba de unos y otros lo que le parecía más conveniente en orden a conseguir una visión integradora del mundo regida por unos pocos principios universales; en su caso el principio del movimiento estaba en la luz. Desconozco hasta qué punto Cladera estaba interesado en las teorías físicas de Linguet, prefería sin duda sus disquisiciones políticas y económicas, pues en sus propias palabras “de la política se aprende en los *Anales de Linguet*”¹⁷⁹, pero el tema de los cometas, y más con la previsible visita de uno de ellos, encontraba buena acogida en las páginas del papel madrileño y

¹⁷⁶ “Newton más feliz en esto que en la aplicación del principio de su movimiento decidió que se pronosticarían algún día sus apariciones como se predicen los eclipses”, *EMDLE*: 13/X/1788, 477. Los conocimientos matemáticos mostrados por Linguet en su obra no eran desde luego notables. Su interpretación de la ley del inverso del cuadrado de la distancia se convertía en proporcional al cuadrado de la proximidad, sin que sepamos qué magnitud es la proximidad.

¹⁷⁷ Dios, “en la construcción de todos los entes comienza formando especies muy distintas, y separadas entre sí; después dispone otras intermedias, y que sin ser ni las primeras, ni las segundas tienen cierta relación con ella por sus diferencias, y semejanzas”, *EMDLE*: 13/X/1788, 477.

¹⁷⁸ “y quizás cuando Newton calculaba con hartos poca exactitud, el horrible calor del que suponía penetrado el de 1680, sus habitantes disfrutaban del mejor verano, y bendecían a la providencia por la más abundante cosecha”, *EMDLE*: 13/X/1788, 479.

¹⁷⁹ *EMDLE*: 5/I/1789, 744.

podía resultar atractivo para sus lectores, quienes quizás se habían contagiado de los temores sobre el fin del mundo que circulaban en Francia y en otros países ante la posibilidad de que un cuerpo celeste de esta especie chocara en su trayectoria con nuestro planeta. Lalande, en una memoria de 1773 comentó que la proximidad a la Tierra de una serie de cometas podía causar alteraciones en los movimientos terrestres; si bien el que se esperaba para 1788 era el más cercano de todos ellos, el astrónomo francés había descartado cualquier tipo de interacción entre los dos cuerpos; sin embargo sus afirmaciones no despejaron las inquietudes de los parisinos y en 1788 volvieron a resurgir las alarmas con fuerza¹⁸⁰. A lo largo del siglo XVIII ciertas conjeturas sobre catástrofes ocurridas en el pasado que podían repetirse en el futuro por la cercanía a la Tierra de algunos cometas dada la periodicidad de su trayectoria, causaron episodios de alarma entre la población. A ello contribuyó, entre otros, la obra de William Whiston (1667-1752) *A New Theory of the Earth from its Original to the Consummation of All Things* (1696), en la que se planteaba que el diluvio universal había sido causado por el paso de un cometa¹⁸¹. Otros filósofos naturales habían otorgado a los cometas un papel en la formación de la Tierra y de los planetas; Buffon la atribuía al choque de un cometa contra el sol, lo que había provocado la expulsión de una parte de la masa solar. A estas suposiciones se refería Linguet, aunque finalmente tranquilizaba a sus lectores asegurándoles que el “eterno geómetra” ya había previsto que los astros no chocaran entre sí¹⁸².

¹⁸⁰ Véase Chantal Grell, Robert Halleux, *Sciences, techniques, pouvoirs et sociétés en Europe (France, Angleterre, Italie, Pays-bas) de la fin du XV^e siècle à la fin du XVIII^e siècle* (París: Armand Colin, 2016), 414-415.

¹⁸¹ Whiston, como es sabido, fue un propagador de la obra de Newton que publicó *Arithmetica Universalis* y escribió un libro de divulgación titulado *Newton's Mathematick Philosophy More Easily Demonstrated*. Whiston propugnaba una interpretación literal y no alegórica de la Biblia e intentaba reconciliar el relato sagrado con la filosofía natural, destacando los aspectos milenaristas de los trabajos del caballero inglés. Véase Patricia Fara, *Newton The Making of Genius* (Londres: Columbia University, 2002), 72-82.

¹⁸² “y en fin ya no son el instrumento inmediato de la venganza divina cuando quiere castigar los mundos prevaricadores, ni sirven de balas a su enorme artillería para chocar, a reducir a polvo los globos proscritos, tampoco de receptáculos de agua, o urnas de diluvio para anegarlas como también lo aseguran algunos que se han burlado de sus predecesores, y de los que nos burlamos altamente”, *EMDLE*: 13/X/1788, 479. Con estas palabras tranquilizaba a sus lectores: Finalmente Linguet tranquilizaba con estas palabras a sus lectores: “Los Cometas absueltos de estas acusaciones, hechos Ciudadanos del espacio, con el permiso de correrle con mayor extensión, no pueden en adelante, ni inspirar horror, ni exponer a los demás mundos el menor peligro: tampoco pueden chocar con ellos porque no están expuestos a estos choques. El eterno geómetra tiró, cuando les dio el movimiento, todas las líneas que habían de seguir en su curso, y proporcionó de tal modo las dimensiones, que no pueden encontrarse”, *EMDLE*: 13/X/1788, 480.

4.6.2 Naturaleza del Sol: luz, calor, electricidad y química.

Relacionado sino directamente con el tema de los cometas sí con otros cuerpos celestes, tenemos la disertación presentada a la Academia de Metz por Mr. Cattaud y posteriormente reproducida en el *Journal Encyclopédique* que trataba de desentrañar las causas y los efectos de la luz y del calor del Sol. Cladera la recogió en los números 260 y 261 de su periódico¹⁸³. El autor, del que no he podido encontrar referencia alguna, daba como un hecho bien establecido la posición central del Sol y el giro en su torno de los planetas y analizaba la naturaleza de sus fuentes de calor y de luz; rechazaba que el sol fuera un fuego semejante al terrestre o que estuviera formado por la “materia de la luz y el calor”¹⁸⁴, como se pensaba generalmente. No podía aceptar que el sol fuera un globo inflamado porque no lograba explicarse la causa que provocaba que se mantuviera encendido¹⁸⁵, pero lo que le parecía definitivamente absurdo era que la inmensidad del sol estuviera solo al servicio de dos planetas, Marte y la Tierra, a los que procuraba unas condiciones de temperatura que permitían la vegetación y la vida. El resto de los planetas se abrasaban o se helaban si se admitía el fuego central¹⁸⁶. Partiendo del postulado fundamental de la economía de la naturaleza, desmentido aparentemente por ese derroche estéril de calor y luz proveniente del Sol, Cattaud atacaba que uno y otra tuvieran necesariamente su origen en el fuego y por tanto que nuestra estrella, como dispensadora de ambos, fuera una masa ígnea. Aducía que la química había comprobado la existencia de sustancias naturales capaces de producir luz y calor y que, sin embargo, no eran fuego, y recordaba que el fluido eléctrico también podía producir esos efectos. Luego el sol podía producir luz y calor sin ser fuego¹⁸⁷. La primera objeción que levantaba era que en este

¹⁸³ El original en *Journal Encyclopédique*, Tomo VII, parte II de 15 de octubre de 1790, p. 257-272 y Tomo VII, parte III de 1 de noviembre de 1790.

¹⁸⁴ *EMDLE*: 22/XI/1790, 267.

¹⁸⁵ Cattaud desechaba que los cometas fueran el alimento del Sol, explicación avanzada por algunos para sostener la idea del fuego central, entre otras razones por la periodicidad observada en las trayectorias cometarias. En *EMDLE*: 22/XI/1790, 273.

¹⁸⁶ Por cierto, en su traducción Cladera escribe en varias ocasiones abrazar por abrasar, transformando una frase con sentido en una figura literaria. Así escribe: “Entonces no se pensaba que este astro [el sol] pudiese ser otra cosa que un globo abrazado”, *EMDLE*: 22/XI/1790, 267, dos páginas después “es de sentir que este calor sería suficiente, no solo para reducir los fluidos que reconocemos al estado de vapor, sino también para abrazar todos los cuerpos que se hallan en su superficie. Sabemos que el fuego abraza cuando abraza, pero no son términos intercambiables y, desde luego, el diccionario de autoridades no los da como sinónimos.

¹⁸⁷ La luz era considerada como “aquella materia que los cuerpos luminosos arrojan de sí, o ponen en movimiento, y no es otra cosa que un fluido sutilísimo que se mueve en cualesquiera direcciones”. Como materia que era, la luz estaba compuesta por partículas muy sutiles capaces de atravesar orificios pequeños. Estas son las palabras de Benito Bails en su obra *Principios de matemáticas* (Madrid, 1776) Tomo II, p. 198. El libro era un compendio dedicado a la enseñanza y podemos tomar sus palabras como la teoría oficial.

caso la densidad y la masa del sol serían incapaces de sujetar los planetas por la debilidad de la fuerza de atracción. En realidad, decía el autor, el sol debía de ser un cuerpo sólido, que era la teoría sostenida por Buffon¹⁸⁸. ¿De dónde procedían entonces sus efectos luminosos y caloríficos sobre nuestro planeta? Cattaud respondía a esto valiéndose de la atracción gravitatoria: el sol atraía la materia de la luz y del calor esparcida en el espacio, es decir, el fluido ígneo, de modo que se formaba una especie de atmósfera alrededor del globo solar; este fluido que rodeaba al Sol no era ni luz ni calor, era un principio elemental que mostraba distintos efectos a resultas de distintas causas, así, solo al ponerse en movimiento, al atravesar el espacio, actuaba como fluido luminoso, y al llegar a nuestra atmósfera al encontrarse con un medio resistente y combinarse con otros materiales producía un calor que aumentaba con la densidad del aire, lo que explicaba que el calor fuera mayor en la superficie de la Tierra que a cierta altura sobre la misma. El sol actuaba de forma análoga al globo electrificado que al girar producía a su alrededor una atmósfera de luz. La analogía se aplicaba también a los planetas, que al girar sobre sí mismos resplandecían por este mismo efecto con luz propia; en este fenómeno había que enmarcar las auroras boreales, auguraba Cattaud. Con su teoría también se explicaba que el calor fuera menor en las cimas de los montes que en las superficies menos elevadas por ser la atmósfera en las primeras menos densa. Cómo se producía esa transformación del fluido luminoso en calor era una cuestión espinosa de resolver; la respuesta podría encontrarse en la química y, fundamentalmente, en el comportamiento del fluido eléctrico “cuya acción observada con cuidado puede explicar la del fluido simple y elemental del que es una modificación”¹⁸⁹. Las últimas reflexiones de Cattaud le llevaban a postular que debido a que el sol no tenía naturaleza ígnea y a que los planetas eran capaces de generar por ellos mismos calor, las supuestas diferencias abismales de temperaturas entre los más cercanos a nuestra estrella y los más alejados se difuminaban, apuntando de esta manera a la posibilidad de vida y vegetación no solo en nuestros compañeros errantes, sino también en el propio sol y las demás estrellas, salvando de este modo el escollo de un universo en su mayor parte estéril que mediante unas causas descomunales producía unos efectos insignificantes. En realidad esta idea de la falta de economía de medios que apreciaba en la grandeza

¹⁸⁸ “Yo creo que el sol es esencialmente de la misma naturaleza que los mundos que giran a su rededor. Así lo supuso Mr. de Buffon en su hipótesis, y esta suposición no se ha impugnado hasta ahora. Los filósofos antiguos y modernos que le creen en estado de ignición, dicen que el fondo del disco es de la misma materia de que están formados los planetas, explicando las manchas que en él se observan con las asperezas y preeminencias de este sólido; añadiendo que aparecen o se ocultan a medida que el fuego de que le suponen rodeado, deja algunas de sus cimas descubiertas, o las oculta con sus llamas”, *EMDLE*: 29/XI/1790, 293.

¹⁸⁹ *EMDLE*: 29/XI/1790, 299.

del universo, este despilfarro de recursos constituía la objeción más fuerte de Cattaud frente a las dos hipótesis que se proponía impugnar. Las analogías con los procesos químicos y con los efectos de la electricidad, las suposiciones de respetados hombres de ciencia como el conde de Buffon y la necesidad de componer un cosmos lleno de vida constituían las líneas maestras de la disertación. A pesar de que daba por hecho el principio de la gravitación universal no asumía un espacio vacío como había postulado Newton, como tampoco lo hacía una gran parte de la comunidad científica que, aunque aceptaba la fuerza de atracción, suponía un éter elástico responsable de esa acción. Ese medio era para el ponente la materia de la luz y del calor, un fluido o materia ígnea que también se manifestaba como fluido eléctrico y que se hallaba esparcida por el espacio y concentrada alrededor de los cuerpos celestes. Cattaud reflejaba en sus consideraciones sobre el fuego y la luz el debate existente sobre la naturaleza y propiedades de los mismos, como nos hace ver La Métherie, a quien parece seguir Cattaud¹⁹⁰.

No sé si fue un cierto escepticismo de Cladera o un reflejo cauto, lo que le llevó a suprimir el párrafo en el que Cattaud abogaba por la habitabilidad del Sol; el caso es que procuró no escandalizar a sus lectores con esta hipótesis que el propio autor de la memoria no se atrevía casi a enunciar. A pesar de la aprensión que manifestaba Cattaud, la posibilidad de que los planetas y cometas estuvieran habitados circulaba en la literatura de la época y no solo en las obras populares, de hecho se dio lo que William Clark llama “antropología cósmica”, con una descripción detallada de las características de venusianos, marcianos, etc.¹⁹¹ Podemos preguntarnos qué incitó a Cladera a traducir e insertar esta memoria. ¿El debate sobre la naturaleza del calor y sobre la teoría del calórico? ¿La analogía entre el fluido eléctrico y el fluido o materia responsable de la luz y el calor? ¿Las teorías de Buffon sobre el Sol? Pues en su memoria Cattaud presentaba su opinión sobre el calor como manifestación de un fluido que se transformaba al combinarse con la atmósfera terrestre, aunque en ningún momento lo identificaba ni lo nombraba como calórico; y rechazaba que el sol fuera fuego. Este no fue el único artículo del *Espiritu* dedicado

¹⁹⁰ La Métherie sostenía que “Le feu est un corps si subtil que nous ne saurions le saisir. Aussi nous ne le connoissons que par quelques effets. Je soupçonne avec M. Macquer & quelques autres Chimistes que le feu est identique avec la matière de la lumière et le fluide lumineux. La lumière échauffe, brûle, calcine &c comme le feu; & celui ci devient lumineux. Plusieurs Physiciens croient au contraire que le feu & la lumière sont entièrement distincts, parce qu’un corps peut contenir beaucoup de feu, avoir un grand degré de chaleur sans être lumineux, &c réciproquement il peut être lumineux sans avoir de chaleur; mais on peut répondre que la lumière & la chaleur sont deux états différent du même fluide”, *Observations sur la Physique*: I/1786, 11.

¹⁹¹ William Clark, The death of Metaphysics in Enlightened Prusia, en *The Sciences in Enligthened Europe* (William Clark, Jan Golinski, Simon Schaffer (ed), 421-473: 450-452.

al fuego. En uno de sus números reproducía una opinión contra el calórico¹⁹². Y por otra parte en casi todas estas disputas aparecía inevitablemente el fluido eléctrico y sus propiedades: “Mientras que el fluido eléctrico existe como tal, extendiéndose solamente en cuerpos contiguos, ni es luminoso, ni caliente, ni oloroso: y como al mismo tiempo no tiene peso alguno sensible, ni produce efecto alguno químico conocido en las substancias que le poseen, ignoraríamos su existencia en este estado”¹⁹³. Eran temas científicos de actualidad a los que la memoria de Cattaud añadía especulaciones de autores reputados, como el conde de Buffon, y sus propias y atrevidas conclusiones, fueron eliminadas prudentemente por Cladera.

Me gustaría destacar algunos aspectos comunes entre los artículos de Linguet y de Cattaud que podemos calificar de ciencia popular: ambos trataban de materias que tocaban a la ciencia y que despertaban el interés y la curiosidad del público general, salvando las diferencias estilísticas y argumentativas existentes entre un polémico y provocador periodista y un honrado miembro de la Academia de Metz cuyas reflexiones se amparaban en datos y proposiciones respetadas y cuyas conclusiones se vertían únicamente como opiniones probables; sus autores sustentaban sus argumentaciones en analogías, los fundamentos últimos de sus discursos se basaban en unas creencias personales sobre los principios metafísicos y teleológicos a los que según ellos estaba sujeta la naturaleza, no mostraban reparos a apelar a la imaginación y ambos buscaban unas teorías explicativas unitarias que dieran cuenta de los fenómenos. Aunque en el artículo de Linguet no se expusiera su concepción antinewtoniana del movimiento planetario, quien leyese su *Reflections sur la lumière* se encontraría con una teoría que volvía a atribuir dicho movimiento a la existencia de un fluido formado por una sustancia capaz de transmitir ciertas fuerzas motrices, como la electricidad y el magnetismo, sin debilitarlas¹⁹⁴. Esta sustancia sin peso,

¹⁹² “Siguiendo este principio no se puede admitir ninguna materia particular del calor; porque esta materia que por necesidad debe ser el fuego o uno de sus compuestos, no podría entrar en un cuerpo o abandonarle sin mudar sus principios, porque teniendo cada cuerpo una cantidad de fuego proporcionada a su naturaleza, el más leve aumento o disminución alteraría necesariamente sus propiedades”, *EMDLE*: 2/VIII/1790, 335.

¹⁹³ *EMDLE*: 13/IX/1790, 40.

¹⁹⁴ En esta obra Linguet discrepaba de Newton, de Leibniz y de Descartes y se defendía de las posibles acusaciones de plagio que podían surgir por las coincidencias de sus opiniones con las de los autores de *Physique du monde*, obra del barón de Merivetz, con láminas de Goussier, publicada entre 1780 y 1787. Como ellos, Linguet negaba que la impenetrabilidad y la gravedad fueran propiedades de la materia y se felicitaba de la vuelta del fluido que causaba el movimiento de los planetas, pero discrepaba de la interpretación de la luz que esos autores hacían al considerarla una vibración del éter. Y realizaba una encendida defensa de Buffon frente a la crítica, en su opinión despiadada, de las teorías del gran naturalista francés sobre la formación y evolución de los planetas, que si podían no resultar convincentes al intelecto al menos agradaban a la imaginación. El objetivo del libro de Linguet era, en todo caso, proponer una nueva teoría de la luz y de los colores, impugnando tanto a Newton como a Descartes y sus seguidores, pero

sin adherencia entre sus partes, penetrable, susceptible de compresión y dilatación infinitas, igual en todo el universo, capaz de impulsar los cuerpos, no era otra sino la luz. Los rayos de luz eran el mecanismo por el que se producían los movimientos en el cosmos, del que había desaparecido la fuerza gravitatoria de atracción. Cattaud no se desentendía de la gravedad, al contrario, afirmaba rotundamente al respecto que “nadie conoce mejor que yo de que autoridad debe ser el parecer de Newton sobre uno de los puntos más importantes de la física y de la astronomía, sobre un punto que sin la menor duda es la fuente principal de todos los fenómenos que pueden presentarse a nuestros sentidos”¹⁹⁵, pero como Linguet introducía en sus explicaciones un principio material –para Linguet la materia de la luz, para Cattaud el fluido ígneo– que unificaba la causa inicial de fenómenos en apariencia dispares. En la literatura de la época se daba a menudo como un hecho incuestionable la existencia de un agente universal, causa común y única, primer motor de los fenómenos y de las causas secundarias¹⁹⁶; no podía ser de otra manera porque Dios solo había realizado un acto de Creación: el fundamento último de esa causa era de carácter metafísico. Pedro Alonso Salanova realizó también una interpretación de esta concepción unitaria asignando a la electricidad el papel de agente único. En efecto, en el *Diario curioso, erudito, económico y comercial*, que más tarde cambiaría su cabecera a *Diario de Madrid*, Salanova publicó bajo el título *Astronomía eléctrica o aplicación de las leyes físicas de la Electricidad a las del movimiento de los astros* un breve opúsculo en el que a partir de las suposiciones de Newton y las de Buffon, como las denominaba, especulaba sobre la posibilidad de que la electricidad fuera la causa del movimiento planetario. Desde luego parecía comulgar con la idea de la causa única subyacente a los fenómenos pues aducía la existencia de “motores, agentes o resortes naturales y poderosísimos, cuyas invariables leyes parece traen consigo una generalidad absoluta, que las hace extender a un grandísimo número de causas, de que nace otro mayor de efectos”¹⁹⁷.

conciliándolos al mismo tiempo: bastaba con considerar una sustancia que “[...] suffiroit comme le *plein* à soutenir, à diriger tous les globes semés dans son sein: elle n’apporteroit pas plus de difficulté à leur marche que le *vide*: & s’il faut admettre des forces motrices particulières, telles que l’*électricité*, le *magnétisme*, &c elle seroit propre à les transmettre, sans être capable de les affloiblir”, p. 54.. El texto reproducido en el artículo corresponde a las páginas 125 a 131 de la obra citada.

Consulta <https://archive.org/stream/rflexionssurla00ling#page/n3/mode/2up>. [Acceso 24 de junio de 2014].

¹⁹⁵ EMDLE: 22/XI/1790, 266.

¹⁹⁶ Así lo expresaba el barón de Marivetz en su *Physique du monde*, que gozó de gran éxito y fue también conocida en España: “La Physique ne será une science exacte que lorsqu’elle n’aura qu’un premier principe, que lorsque tous les effets seront en dernier analyse rapportables à une cause générale et unique, losque toutes les actions pourront se déduire d’une seule action”, Marivetz, *Physique...*, liii. Véase el Prefacio donde expone su pensamiento al respecto. El objeto de la investigación de la naturaleza era encontrar ese agente común del movimiento y del calor, Marivetz, *Physique...*, cvii.

¹⁹⁷ *Diario curioso*, 15/VIII/1787, 186.

Siguiendo según decía a Buffon suponía que el Sol era un globo vítreo; al girar sobre sí mismo producía un fluido o atmósfera eléctrica que también poseían en su giro los planetas, cuyo movimiento estaba ocasionado por la naturaleza de las fuerzas eléctricas “efluente” y “afluente”, a las que igualaba con las fuerzas centrífuga y centrípeta respectivamente¹⁹⁸. Me pregunto si Salanova encontró su inspiración en la obra del conde de Tressan *Sur le fluide électrique considéré comme agent universel* (1786), que sostenía algo parecido. En el *Journal Encyclopédique* de octubre de 1786, parte primera, se dio noticia de esta obra, respecto a la cual se afirmaba que el autor se proponía demostrar que el fluido eléctrico era el agente universal, el principio material de todas las operaciones¹⁹⁹. Salanova contaba solo con seis planetas, pero para entonces ya se sabía de Urano, recordemos que Herschel anunció su descubrimiento en marzo de 1781.

4.6.3 La teoría de los colores newtoniana.

Las *ampollas* de agua jabonosa y sus iridiscencias constituyeron el objeto de la sección científica de los números 152 y 153. En una carta al *Diario General de Francia*, de donde estaba tomado el artículo, se remitía el extracto de una memoria premiada por la Academia de ciencias de Ruan que el remitente consideraba con méritos suficientes para ser publicada, lamentándose de que esa empresa no hubiera sido llevada a cabo por la propia Academia. La traducción de Cladera no fue especialmente afortunada²⁰⁰. Como tampoco creo a sus lectores les resultara ameno el resto del artículo, ya que necesitaban para ello estar al tanto de lo que decía Newton sobre los colores. La memoria trataba de explicar las iridiscencias que se formaban al proyectar luz sobre una pompa de jabón situada sobre una lámina de vidrio plano. El autor de la memoria realizaba una descripción cualitativa de sus observaciones y pasaba a continuación a sacar sus consecuencias, basadas en la explicación newtoniana de la formación de los colores por la existencia en los cuerpos de

¹⁹⁸ *Diario curioso*, 15, 16, 17, 18, 20 y 21 de agosto de 1787.

¹⁹⁹ En el *Journal Encyclopédique*, octubre 1786, primera parte, 6, se reproducía el siguiente texto de Tressan: reproduciendo el siguiente texto: “*Je considère dit-il dans l'application de ses prémisses à notre système solaire cet astre (le soleil) comme une sphère immense d'activité, qui leur (aux planètes) ayant donné une atmosphère électrique, les tient suspendues dans un espace infiniment peu résistant, & dans un point où l'attraction & la répulsion qui se trouvent égales les assujettissent à décrire des révolutions autour de lui*”.

²⁰⁰ Supongo que a los lectores les costaría entender el significado de esta frase en una sola lectura: “aunque el jabón no produce estos colores sino separándose del agua, porque es constante no se manifiestan hasta pasado un cierto tiempo; cuyo intervalo es siempre proporcionado al grueso de la ampolla, pues cuanto más delgada, más pronto se descubren los colores”. *EMDLE*: 27/X/1788, 505. La frase original dice: “*aussi, n'est-ce qu'après certain temps qu'elles commencent à se développer; intervalle toujours proportionnel à l'épaisseur de la bulle; car plus elle est mince, plutôt elles se développent*”. *Journal general de France*, n° 144 de 1 de diciembre de 1787, 575. La *Memoria* comienza en la página 574 y se continúa en el número 146 de 6 de diciembre, p. 582.

distintos tipos de partículas que reflejaban o absorbían determinados rayos de luz. De hecho, siguiendo una insinuación del propio Newton, había intentado averiguar las formas irregulares de esas partículas mediante el microscopio: “Deseoso de descubrir si las partículas de cada color tienen una figura particular, hice varias tentativas con el microscopio compuesto, y jamás me permitió el inconstante objeto el menor examen”²⁰¹. Estas partículas coloreadas y pesadas experimentaban afinidades y repulsiones y eran de tres tipos: rojas, azules y amarillas, enunciadas en orden creciente a sus masas. Cada una de estas partículas reflejaba el correspondiente color y sus mezclas daban lugar a los restantes colores observados. Las partículas del mismo color se atraían y las de colores distintos se repelían. Hasta aquí parecía seguir a Newton pero en realidad el propósito de la memoria era refutar la interpretación dada en la *Óptica* sobre la formación de los anillos, pues, según el autor premiado “Con solo esta prueba y dispensando y cualquier otra se puede decir de la falsedad del *sistema de los accesos de fácil reflexión y de fácil la transmisión*”²⁰², frase en cursiva en el texto con la que el autor remitía al propio Newton²⁰³. ¿En qué consistía su explicación alternativa? En que las partículas coloreadas se desprendían del disolvente al evaporarse el agua y estar en contacto con el aire exterior, lo que las dotaba de libertad para reunirse según sus afinidades. A estas alturas podemos intentar poner nombre y apellidos al autor de la Memoria basándonos en unas pocas observaciones. Para empezar conoce y cita textualmente la *Óptica* en la traducción de 1787, pues en su memoria, que es de 1786, al comienzo, decía exactamente lo mismo que en la traducción a la que he hecho referencia, aunque negando que la afirmación newtoniana fuera cierta²⁰⁴. Por otra parte al hablar de sus experiencias nombraba el angioscopio, un instrumento de exploración médica. Se trata en efecto de Jean-Paul Marat, doctor en medicina

²⁰¹ EMDLE: 3/XI/1788, 528. En efecto, en el *Traité d'optique*, de Newton II, traducido bajo el patrocinio de M. Beauzée (Paris: Chez Leroy, 1787), Tomo II, p. 86 se lee: “Je suis entré dans ce long détail parce qu'il n'est pas impossible qu'un jour les microscopes soient perfectionnés au point de nous faire voir les particules d'où dépend la couleur des corps si déjà ils ne sont en quelque sorte parvenus à ce point car je serois fort porté à croire que ceux qui grossissent distinctement cinq à six cents fois les objets vus à la distance d'un pied peuvent rendre visibles quelques unes de ces molécules les plus grossières”. Esta edición de la *Óptica*, el nombre de cuyo traductor no figuraba en los títulos de crédito, apareció en 1787 y como ya se ha visto más arriba el periódico de Cladera recogió el extracto del *Journal Encyclopédique*.

²⁰² EMDLE: 3/XI/1788, 580.

²⁰³ Proposición XII de la *Óptica*, tal como aparece en la versión francesa de Beauzée, 112: “Les retours de la disposition d'un rayon quelconque à être réfléchi je les appelle *Accès de facile reflexion* comme j'appelle *Accès de facile transmission* les retours de sa disposition à être transmis Quant à l'espace qui se trouve entre deux retours je le nommerai *Intervalle des accès*”. Como sabemos, la formación de los anillos se explica hoy en día mediante la teoría ondulatoria de la luz; Newton, aun manteniendo la corpuscularidad de la luz, se aproximó al fenómeno casi desde una perspectiva ondulatoria, a través de estos accesos de reflexibilidad y refrangibilidad periódicos y constantes para un color determinado.

²⁰⁴ En el periódico de Cladera se expresaba de este modo el autor de la *Memoria*: “No tuvo razón cuando

y como se sabe autor de una serie de investigaciones físicas que no obtuvieron sino el repudio y la enemistad de la Academia de Ciencias²⁰⁵; su pretensión de que la Academia aprobara sus experimentos y admitiera las conclusiones derivadas de ellos, contrarias a las establecidas por Newton, no obtuvieron el éxito deseado, privándole de esta manera del prestigio que suponía que sus escritos impresos contaran con el visto bueno de la ilustre institución. Sus discrepancias frente a Newton en relación con los colores y la luz quedaron plasmadas en su obra de 1788 *Mémoires académiques ou nouvelles découvertes sur la lumière*, que ampliaba su tratado de 1780²⁰⁶; en ella incluyó la memoria sobre las pompas jabonosas reproducido por Cladera. Marat era el traductor de la Óptica y por ello conocía bien esa obra. Plenamente consciente del ostracismo al que le habían condenado los académicos, como escribe en su diario, se vio obligado a que su traducción apareciese anónimamente: “*C’est ce que je fait en 1787, à l’égard d’une traduction de l’Optique, dont Bauzée fut l’éditeur, et que fut jugée digne de l’académie*”²⁰⁷. ¿Sabía Cladera cuando publicó el extracto que el autor era Jean-Paul Marat, un personaje revolucionario y mal visto por los académicos franceses? Los números 152 y 153 del *Espíritu* salieron en noviembre de 1788 y en Francia se sabía desde enero de ese año quien era el autor, luego es posible que Cladera o alguno de sus corresponsales estuviera al tanto. Marat era desde luego conocido en España, la biblioteca nacional tiene ejemplares de sus obras sobre la luz, el fuego y la electricidad²⁰⁸, y en 1783 su nombre sonó para ayudar a Floridablanca en la creación de una academia en Madrid²⁰⁹. El atractivo de la noticia seguramente residía en la presentación de una serie de observaciones y experiencias que, en principio,

un Ilustre Geómetra estableció por principio cierto que los cuerpos diáfanos acoloridos y muy delgados como el agua, el vidrio, el aire, puestos en ampollas o reducidos a pequeñas láminas, producen colores correspondientes a su tenuidad. Las pruebas en contrario son tan multiplicadas como destructoras de semejante pensamiento”, *EMDLE*: 27/X/1788, 505. En el *Traité d’optique*, II, 1-2. Se puede leer: “C’est une chose connue, que les corps transparents fort minces, tels que le verre, l’eau, l’air, etc., soufflés en bulles ou réduits en lamelles, produisent, suivant leur ténacité, diverses couleurs; tandis qu’ils paroissent acolories, lorsqu’ils sont plus épais”.

²⁰⁵ El propio Marat reconoció posteriormente su autoría, como publicó *Journal général de France*, n° 6 de 12 de enero de 1788, 6. Véase *Marat avant 1789*, en Jacques de Cock (ed.). (Lyon: Fantasmagorie, 2003), 525.

²⁰⁶ Jean Paul Marat, *Mémoires académiques ou nouvelles découvertes sur la lumière* (Méquillon: París, 1788).

²⁰⁷ *Journal de la République française* n° 98 du 14 janvier 1793, 4-5, en *Marat avant...*, 519.

²⁰⁸ *Découvertes sur la lumière constatées par une suite d’expériences nouvelles* (1780), *Recherches physiques sur le feu* (1780), *Recherches physiques sur l’électricité* (1782).

²⁰⁹ José Barón Fernández, «Juan Pablo Marat y la proyectada Academia de Ciencias de Madrid en 1783», *Medicina e Historia*, abril 1974, 2ª parte. En 1780 Bernardo y Tomás Iriarte propusieron a Floridablanca el establecimiento de una Academia de Ciencias; en 1791 se comenzó a contactar con los posibles futuros académicos. La nómina de los elegidos incluía a lo más granado de la ciencia española del momento, véase Antonio Lafuente, Juan Pimentel «La construcción de un espacio público para la ciencia: escrituras y escenarios en la Ilustración española», en Antonio Lafuente *et alii*, *Las dos orillas de la Ciencia. La traza pública e imperial de la Ilustración española* (Madrid: marcial Pons, 2012), 145-188, nota 73, 306.

podían invitar a ser replicadas por los curiosos de estas cuestiones y a especular sobre sus consecuencias.

4.7 Colaboradores.

Uno de las raras colaboraciones externas en el periódico fue la de Valentín de Foronda, quien en sus *Cartas desde Bergara* presentaba sus reflexiones sobre distintos temas de economía política, agricultura o legislación. Foronda acudía a menudo a comparaciones y metáforas en las que el protagonismo era de las ciencias: “estos tres principios son lo que la palanca a la mecánica o lo que las leyes de la atracción descubiertas por el gran Newton a la Astronomía”²¹⁰; o “críticos que escriben con agua regia”; los prólogos eran como “conductores eléctricos”²¹¹, y se justificaba de estas comparaciones por haber dedicado muchos años al estudio y gozar de la compañía de los caballeros de Bergara, bien familiarizados con las ciencias. En otra ocasión se declaraba apasionado de las matemáticas²¹², y a menudo mostraba que conocía las más recientes publicaciones sobre química²¹³. Partidario de la unidad de medidas en el reino, apostaba como Buffon por hacer de la longitud del péndulo que bate segundos en el Ecuador la base de un nuevo sistema métrico²¹⁴. El modo de conocimiento que propugnaba era el que se seguía en las ciencias naturales: “Es necesario obrar como físicos y razonar como geómetras, esto es, no admitir un hecho sino después de haberlo mirado con ojos de lince bajo de todos sus aspectos y no sacar de él sino las consecuencias que resulten inmediatamente”²¹⁵; no se debía acatar la autoridad de otros sino examinar escrupulosamente cualquier asunto, como lo hacían los químicos²¹⁶. Foronda se mostraba optimista en cuanto al progreso de la ciencia, que había de procurar la felicidad y la mejora de la humanidad, y vislumbraba en lejanía un mundo mejor, libre de los errores del pasado, un listado de los cuales ofrecía en las páginas del periódico²¹⁷. Reflexionaba sobre las causas de que el error hubiera sido admitido a lo largo de los siglos como verdad infalible y que se hubiera perseguido a los

²¹⁰ EMDLE: 17/XI/1788, p. 592.

²¹¹ EMDLE: 10/XI/1788, 570.

²¹² EMDLE: 8/XII/1788, 665.

²¹³ Nombra a Priestley y a Lavoisier, conoce la *Nueva Nomenclatura Química* e incluso discrepa de Gutiérrez Bueno respecto a las medidas higiénicas más apropiadas para conseguir un aire saludable en prisiones, hospicios y otros lugares cerrados. Véanse, los números 189, 253 y 260, 206, 229 y 266.

²¹⁴ EMDLE: 6/VII/1789, 228.

²¹⁵ EMDLE: 5/I/1789, 750. Se trata de un discurso en el que se reivindica la supresión de las aduanas y la libertad de comercio en nombre de la fraternidad que debía reinar entre las naciones.

²¹⁶ “quienes no se contentan con los resultados que les dan los primeros reactivos, sino que hacen uso de otros diferentes para asegurarse si han padecido alguna equivocación en el concepto que habían formado”

²¹⁷ EMDLE: 4/V/1789, 1-14. *Disertación presentada por D. Valentín de Foronda, Individuo de la Academia de Burdeos a una de las Sociedades del Reyno*. Estos errores se centraban en lo que llamaba costumbres y

que habían intentado corregirlo, nombrando algunos de los casos recientes de esta persecución. Mencionaba a Descartes, que había perfeccionado el álgebra y la geometría y se había visto obligado a abandonar su patria; denunciaba la persecución a la que fueron sometidos en Francia los que habían rechazado la filosofía aristotélica, mientras que en la actualidad el mayor insulto que se podía hacer a un físico en ese país era el de aristotélico. Por todo ello reivindicaba la libertad de escribir, disentir, criticar y opinar, salvo en los mandamientos de la Religión Católica o en las prescripciones gubernamentales, unas restricciones que como Foronda debía saber podían ser más o menos estrictas, sujetas como estaban a vaivenes políticos y arbitrariedades, pero que no debían obviarse para evitar caer en situaciones peligrosas²¹⁸. Pasaba a considerar el lamentable estado de la educación en España, todavía sujeta a las prescripciones escolásticas e ignorante de la lógica de Condillac, de la metafísica de Locke, de la física de Newton o Musquembrueqs (*sic*) o de la historia natural de Buffon. El remedio estaba al alcance de la mano siguiendo la receta de Foronda: “No nos opongamos, pues, a los que nos quieren desengañar de nuestros errores: demos pábulo a los que trabajan en instruirnos: debemos a sus plumas libertad: levantemos monumentos literarios que depongan que hemos hecho más que gravitar sobre la tierra: no fomentemos las censuras de la ignorancia: no protejamos los furros de la envidia: no temamos abrir los ojos para ver la luz, y mucho menos permitamos el que la ignorancia confunda a la sabiduría”²¹⁹. Foronda era indudablemente un ilustrado que creía fervientemente en que la razón y el progreso llevarían a la felicidad humana, pero tenía buen cuidado de evitar cualquier tropiezo con la censura. Habían pasado más de cincuenta años desde el tiempo en que los redactores del *Diario de los Literatos de España* se afanaban en reivindicar la libertad de filosofar. Foronda iba más lejos en su compromiso, extendía esa libertad no solo al ámbito de la filosofía natural, como hacían Salafranca y sus compañeros, sino también a los de la política o a los de la moral.

regulaciones sociales bárbaras de los pueblos antiguos. Pasaba después a la persecución que habían sufrido aquellos que habían intentado contrarrestar creencias absurdas sobre nuestro mundo.

²¹⁸ En una carta posterior Foronda viene a decir que los tiempos que corrían eran favorables a esa mayor libertad de expresión ya que: “[...] los amabilísimos populares é ilustrados reformadores que vemos con gusto sobre el solio, y su sapientísimo y filósofo Ministro de Estado desean propagar los conocimientos de cuanto puede contribuir a labrar la felicidad de una nación”, algo que se vería truncado unos meses más tarde con el endurecimiento de la censura. Posiblemente el ilustrado trataba de halagar al Rey y su Ministro o al menos congraciarse con el poder. *EMDLE*: 6/VII/1789, 227. Tanto Foronda como Cladera eran conscientes de que debían ser prudentes si no querían tener problemas con la censura.

²¹⁹ *EMDLE*: 4/V/1789, 14

4.8 La ciencia en el *Espíritu*.

El *Espíritu de los mejores diarios literarios de Europa* utilizó generosamente las publicaciones extranjeras, una práctica habitual en la prensa española del XVIII, como también lo era no mencionar las fuentes. Sin embargo es el único que acudió con reiteración a una publicación científica como era el *Journal de Physique*, poniendo al alcance de los lectores las cuestiones de actualidad que se estudiaban y debatían en otros países. Transmitió la conformidad de la teoría gravitatoria con las observaciones astronómicas cuyas irregularidades habían supuesto un severo contratiempo para la aceptación sin paliativos de la ley de atracción y puso de relieve la fecundidad del cálculo matemático para resolver problemas físicos complejos, colaborando con ello, aunque fuera por boca de otros, a aceptar que la física matemática era una herramienta legítima de investigación de la naturaleza. No faltaron en la publicación disertaciones críticas con las teorías newtonianas, especialmente las relacionadas con la luz y los colores, fueron sometida a riguroso escrutinio y revisión durante aquellos años. La publicación de Cladera refleja la aceptación de la física matemática en los centros de enseñanza, como es el caso del de San Hermenegildo, donde Pedro Henry desarrollaba un programa de estudios avanzado acorde con los manuales actualizados que circulaban en España, y aunque en su discurso de inauguración asomaran todavía reivindicaciones en favor de la ya no tan nueva física, es evidente que la capacidad de reacción de los proponentes de la filosofía tradicional había disminuido considerablemente.

Como publicación dirigida a un público diverso, insertó igualmente memorias y disertaciones en las que se especulaba con las teorías newtonianas, la electricidad, los cometas y los fluidos, en la búsqueda de un principio universal del que se dedujeran todos los demás. Se trataba de elaboraciones de individuos que no pertenecían a la élite de la comunidad científica –Linguet, Cattaud, Salanova– y que construían su conocimiento desde sus supuestos básicos más generales que los propiamente científicos –el orden divino de la Creación, la economía de la naturaleza, buscando ordenar científicamente el cosmos.

5. Desenlace.

A lo largo de este recorrido por algunas de las publicaciones periódicas más relevantes del siglo XVIII hemos podido comprobar que en ellas la ciencia jugó un papel importante. Es cierto, sin embargo, que una gran parte de los artículos que se presentaron a los lectores provenían de periódicos extranjeros o de diccionarios especializados, sin que mediara

elaboración propia del redactor, cuya actuación quedaba reducida generalmente a la selección y resumen de unos textos que muy a menudo parecen escogidos al azar o según las disponibilidades del momento. Pero hemos de recordar que estamos ante una prensa generalista y miscelánea cuyo programa no era el de las revistas o memorias de las academias que se imprimían en otros países, por lo que las noticias científicas que se insertaban buscaban despertar la curiosidad o el asombro, entretener e instruir al público y proclamar los beneficios de la ciencia.

Todos los papeles periódicos que hemos analizado manifestaban en la presentación de la obra su compromiso de informar sobre los avances que se producían en las distintas disciplinas y prometían dedicar a ello los apartados correspondientes. Lo que resulta más relevante de la prensa que hemos estudiado no es tanto los contenidos científicos que divulgaba, sino los valores que se asociaban a las prácticas y resultados de la ciencia. Estaba por un lado su utilidad, convertida en virtud hegemónica que justificaba ante la opinión pública el desplazamiento de una cultura humanística a una cultura económica y tecnológica que tenía en el progreso su expresión irrefutable. Frente a las especulaciones abstractas y estériles de la filosofía escolástica la nueva física aportaba un conocimiento de los fenómenos que se traducía en condiciones más seguras para la navegación, en máquinas más potentes y eficientes, en producciones agrícolas más copiosas y diversificadas, en una metalurgia avanzada y en un cúmulo de ventajas que no viene ahora el caso enumerar. Inseparable por tanto del ensalzamiento de la ciencia era el rechazo a la filosofía tradicional que todavía conservaba a finales de siglo algunos reductos en los que se resistía a la imparable corriente de la modernidad. Las conquistas de la ciencia reforzaban la autonomía y capacidad de la razón y la experiencia para investigar el orden natural, desligándose de las constricciones impuestas por principios y mandatos de aplicación a otros aspectos de la existencia, como eran los emanados de la religión, la teología o la metafísica. La mirada que se dirigía al mundo buscaba un orden natural distinto del que proporcionaba el marco escolástico, que ya no podía satisfacer los intereses individuales y colectivos.

A pesar de la inquietud con que todavía se contemplaban las manifestaciones del escolasticismo, la realidad era que estaba en franca retirada en comparación con el primer tercio de siglo, las ciencias se habían impuesto en las instituciones educativas del Ejército y la Marina; las Sociedades de Amigos del País y similares buscaban el beneficio económico y social mediante los inventos y procesos tecnológicos que proporcionaba la inves-

tigación; las órdenes religiosas dedicadas a la enseñanza habían incorporado a sus programas los conocimientos científicos y, lo que quizás sea más relevante, la mirada sobre la naturaleza había dejado de estar tutelada por la metafísica. Las cuestiones ontológicas, arrinconadas en las cátedras universitarias, habían perdido relevancia en el mundo más amplio de una cultura interesada en averiguar cómo funcionaba la naturaleza, qué beneficios podían obtenerse de su explotación y de los descubrimientos científicos, cuáles eran las leyes justas que debían regir el orden social, qué acuerdos debían establecerse entre el pueblo y el Soberano.

Los flujos de información muestran una tendencia claramente favorable a la física experimental y un cierto recelo hacia la física de los “geómetras”, identificada más con las ciencias matemáticas que con una disciplina que supusiera una alternativa a los sistemas y a la filosofía natural de la escolástica. Se exaltaban, por ejemplo, las aportaciones de la física experimental a la navegación, olvidando que la física matemática estaba detrás de los avances experimentados en la construcción naval y en la seguridad de las travesías. La física de Newton se interpretaba elogiosamente como ciencia de la observación y de la experiencia, sus reglas de filosofar se tenían como método adecuado para la investigación de los fenómenos naturales, pero no desaparecían las reticencias hacia lo que los redactores consideraban aspectos sistemáticos de sus *Principia*. ¿Cuáles eran estos aspectos? Cuando la prensa española trataba sobre la física experimental como única línea de investigación legítima no sabemos exactamente que se entendía por esa denominación, ni si su suspicacia hacia los sistemas incluía igualmente a la física matemática. ¿Dónde se colocaba a un Newton al que a veces se lo situaba entre los sistemáticos y otras al lado de los experimentales? ¿Era por el título de su obra magna sobre la mecánica celeste que se asociaba al establecimiento de principios *a priori*? ¿Era por postular la fuerza gravitatoria universal cuya causa se desconocía? ¿Era por establecer leyes formuladas matemáticamente? La idea sobre la física que se transmitía en los papeles periódicos era la de una ciencia que se legitimaba por estar poderosamente asociada a la utilidad inmediata que proporcionaba, a su capacidad para resolver asuntos que contribuían al bienestar de la nación, dejando de lado todo aquello que tuviera un tinte abstracto y especulativo más propio de las matemáticas que de la filosofía natural a la que se pretendía sustituir.

Aunque se admitía la ley de gravitación como descripción matemática, se consideraba por muchos que no estaba sustentado en la experiencia. En los periódicos estudiados Newton era siempre un genio de carácter casi divino cuyos trabajos en mecánica y óptica habían merecido el reconocimiento general de la comunidad científica. Esa imagen de

Newton se recogía también en la literatura, como se ha comprobado en las poesías insertadas en las publicaciones. La ley de atracción gravitatoria se enunció en numerosos artículos, se presentó la solución a las irregularidades astronómicas observadas dentro de la teoría, se adjudicó al caballero inglés el descubrimiento del cálculo infinitesimal y se transmitió la explicación newtoniana de las mareas como la más ajustada a los fenómenos del flujo y reflujo. En el último tercio de siglo el movimiento de la Tierra había dejado de ser un obstáculo para la admisión de una mecánica celeste regida por la gravitación pues el reconocimiento del sistema de Copérnico era público y sin tapujos y las objeciones levantadas sobre la esencia de la gravedad y sus implicaciones filosóficas no tenían fuerza suficiente para mermar la eficacia del cálculo en el tratamiento de los movimientos de los cuerpos en el espacio. Las teorías de Newton, convertidas en leyes, venían avaladas por la autoridad de las academias y el prestigio de los autores –astrónomos, militares, catedráticos, matemáticos o religiosos– y eran divulgadas en diccionarios y obras de iniciación y entretenimiento que se daban a conocer en las secciones bibliográficas de la prensa. No faltaron explicaciones alternativas a las newtonianas, principalmente en relación con la naturaleza y efectos de la luz y del fuego, materias que en esos momentos estaban abiertas a disquisiciones de distinta índole; ni especulaciones atrevidas cuyos autores buscaban interpretaciones unitarias de los fenómenos que implicasen a ser posible a las actividades eléctrica y magnética y que se amparaban en principios *a priori*, partiendo en algunos casos de la cosmografía de Buffon.

Antoni Malet coloca la cultura científica periodística de la sociedad barcelonesa sobre la del resto del país, trayendo a colación la labor de las publicaciones periódicas madrileñas y la del *Diario de Barcelona*. Mientras que este último, fundado en 1792, una fecha para registrar en la memoria, obtiene su beneplácito como periódico que trata de cuestiones de ciencia²²⁰, el *Censor* (1781-1786), en sus *Discursos* 144 y 145 de 1787, es ridiculizado por su ataque hacia la atracción newtoniana y el vacío. En realidad, lo que venía a decir el discurso del *Censor* es que la atracción no podía ser la causa de la gravedad, que con esa palabra solo se daba entender un efecto, algo que era sostenido, entre otros, por Musschenbroeck y, en algunas ocasiones, por el propio Newton: “Pero si se habla de la atracción *efecto*, diré que no es otra cosa sino gravitar, o pesar mutuamente los unos planetas sobre los otros, con una fuerza que es en razón directa de sus masas, e inversa de

²²⁰ “[...] science featured prominently in the “*Diario*”, and that it offered a less metaphysical, more sophisticated and updated view than the supposedly more enlightened and learned “*Censor*”. (Malet: 145)

los cuadrados de sus distancias”²²¹. Más allá de lo expuesto en el *Censor*, que es más una consideración filosófica que una lección de física, Malet parece desconocer que en la prensa madrileña de las últimas décadas del XVIII aparecían a menudo referencias a Newton, y se defendía abiertamente su teoría gravitatoria; basta echar un vistazo al *Correo de los ciegos*, como se ha podido comprobar. También olvida Malet los *Elementos de Bails* que, aunque no fueran obra original, exponían sin tapujos el sistema de Copérnico y la mecánica y astronomía newtoniana.

Una parte sustancial de los textos filosóficos o científicos que hemos encontrado provenían de obras extranjeras. Los periódicos franceses y algún que otro italiano constituyeron una fuente de información sin rival para la divulgación de las novedades tanto científicas como bibliográficas; los diccionarios proporcionaron unos conocimientos sintéticos que se presentaban asépticamente, sin toma normalmente de partido entre teorías competidoras; los editores echaron mano de fragmentos de libros que estaban a su alcance, sin que seamos capaces de discernir en muchos los criterios de selección de los que se ayudaban. En cualquier caso se dio una labor traductora de primer orden, aunque no podemos decir lo mismo de su calidad; los textos científicos presentaban la dificultad de incorporar términos de la lengua fuente a la lengua de destino y exigían un cierto dominio técnico de las distintas materias, lo que daba lugar a soluciones que divergían de unos traductores a otros, e incluso a vacilaciones dentro de un mismo texto, tanto en la grafía como en la elección de vocablos. Cladera, por ejemplo, dominaba varias lenguas y en sus traducciones, según él mismo cuenta en la *Introducción al Diccionario de Física* de Brisson, se documentaba con profesores, artesanos, fabricantes y especialistas en la materia. A un traductor se le pedía que conociera los principios del arte de traducir, consultara traducciones previas, buscara los originales más fiables, se documentara sobre el autor y el texto y se instruyera con especialistas, a más de aclarar y enriquecer el texto con nota²²². El principio fundamental era el de fidelidad al texto, lo que de ningún modo equivalía a literalidad como bien sabían los principales especialistas de la traducción. Los redactores de los papeles no disponían del tiempo que todas estas labores requerían y los resultados dejaban frecuentemente mucho que desear. No obstante los reparos que puedan ponerse a estas prácticas parasitarias, que por otra parte estaban bien extendidas en los periódicos de carácter misceláneo, no sería honesto negar la contribución que la prensa

²²¹ *El Censor*, n° 144, 236.

²²² José Antonio Sabio Pinilla, «La traducción en la época ilustrada (Panorámicas de la traducción en el siglo XVIII)», en M^a Jesús García Garrosa y Francisco Lafarga (eds), *La Historia de la traducción en España en el siglo XVIII* (Granada: Comares 2009), 46.

hizo a la circulación del conocimiento y en cierto modo a la apropiación del discurso científico mediante su traslación al idioma español.

El examen de algunos artículos—los de Salafranca y sus compañeros o los de Foronda, por ejemplo—nos ha dado ocasión de conocer las lecturas que influyeron en estos autores y que eran bien conocidas en los entornos en que se movían. Descartes, Gassendi y Maig-nan son los más citados en el *Diario de los Literatos*; unos años más tarde serán Locke y Condillac los que los sustituirán. Un camino que ilustra lo que Stephen Gaukroger ha llamado “*The collapse of Mechanism and the rise of sensibility*”²²³.

En ese medio siglo se produjeron transformaciones notables en la sociedad española que quedaron reflejadas en los periódicos, cambios a los que en parte contribuyó la prensa con su defensa de la modernización del país, que pasaba necesariamente por las mejoras en la educación y en la formación de los cuerpos profesionales, por el abandono de la filosofía escolástica y la adopción de los principios y métodos de la ciencia que habían sido desarrollados con éxito en otros países, por una visión de la naturaleza cuya explotación mediante los avances científicos y técnicos aumentaba la producción y el beneficio económico, creaba y perfeccionaba infraestructuras necesarias para el desarrollo de la nación y traía condiciones de vida más placenteras. La utilidad era el nuevo ídolo ya su servicio estaba por supuesto la ciencia y, en particular, la física newtoniana. Los periódicos estudiados, fundamentalmente los del último tercio de siglo, remaban en la misma dirección que las altas instancias de la nación, a las que convenía una prensa que colaborara a la formación de una opinión ilustrada moderada que respetara los límites impuestos por la censura. Los redactores se mantuvieron dentro de esos confines, pero los gobernantes no perdían de vista que las informaciones de los periódicos venían en gran parte del extranjero y tras los acontecimientos revolucionarios en Francia trataron de poner en cuarentena los virus procedentes del norte: el orden social era intocable.

Si el *DLE* se dirigía a los “literatos”, es evidente que las publicaciones posteriores no eran tan selectas, aspiraban a extender su influencia incluso a las clases populares, sin olvidarse por supuesto de los “doctos”. El hecho de que el *Memorial*, el *Correo* y el *Es-píritu* se mantuvieran durante varios años y tuvieran un buen número de suscriptores es prueba de su radio de acción no se limitó a los eruditos. La participación de los lectores se hizo por fin realidad en el caso de los periódicos citados y la esfera de opinión más variada.

²²³ Stephen Gaukroger, *The Collapse of Mechanism and the Rise of Sensibility* (Oxford: Oxford University Press, 2010).

El conocimiento científico que circulaba a través de las publicaciones periódicas españolas respondía a las características de la prensa y a las inquietudes de la sociedad de su tiempo. En el *DLE* el acento se ponía en el rechazo a la filosofía escolástica, que también será objeto de repudio en los demás periódicos, y en la necesidad de subsanar las deficiencias que provocaban el atraso de la nación. Las carencias que denunciaban los redactores impedían que las novedades científicas de los periódicos extranjeros pudieran tener eco en ellos mismos y en sus conciudadanos. El “papel” de Nipho y los *Discursos* de Graef tenían una orientación práctica, en la que la ciencia impulsaba y mejoraba la actividad económica: se insistía en los valores del trabajo y de la aplicación al estudio. Los tres periódicos de los años ochenta examinados traen una información más precisa sobre los adelantos de las ciencias: la astronomía, las matemáticas, la óptica, la física newtoniana, la electricidad, la química o el calor, aparecen en sus páginas con frecuencia; en general se decantan por lo que llaman física experimental, sin precisar que entienden por ella, pero la relacionan con la utilidad, en una línea parecida a la propugnada por Campomanes en su *Discurso sobre el fomento de la industria popular*. Como prensa miscelánea igual traían a colación los escritos de academias científicas y de autores consagrados, como propuestas que no tenían el aval de las instituciones reconocidas. Pero la especulación no era patrimonio solo de los legos, recordemos a Fontenelle y sus *Entretiens sur la pluralité des mondes*.

CONCLUSIONES.

La finalidad de esta investigación ha sido recorrer los caminos por los que la física de raigambre newtoniana, en su doble vertiente de física matemática y física experimental, fue penetrando en España a lo largo del setecientos, y las modalidades que adoptó su apropiación. Si bien inicialmente las apariciones de Newton fueron esporádicas, hemos visto cómo a finales de siglo no se podía considerar otra física que aquella que derivaba de su legado doctrinal. Es indudable que a lo largo del setecientos se fue arrinconando la narración escolástica de la naturaleza, sustituida finalmente por la que se ha llamado, para simplificar, la física newtoniana. De la filosofía natural se fueron desgajando ámbitos de conocimiento que fueron adquiriendo una autonomía creciente, reflejada en la delimitación de sus contenidos, de sus métodos y de sus practicantes.

La aceptación de ese conocimiento se sustentó en una concepción utilitaria de la naturaleza y en la percepción de que las nuevas formas de investigar ofrecían una imagen más fiel del cosmos y, por tanto, más eficiente y eficaz a la hora de actuar sobre el entorno y sobre el hombre mismo, todavía rey de la Creación. Aunque Dios no había sido borrado de ella, su transformación se ponía al servicio de los seres humanos, autorizados a modificarla a su voluntad para conseguir sus fines. Esos valores, para ser suscritos, tuvieron que encontrar un sustrato fértil y amigable en ciertos sectores de la sociedad y, recíprocamente, fueron conformando una actitud favorable a su admisión en determinados grupos sociales, dispuestos a propagarlos.

El estudio de los mecanismos mediante los cuales se produjo esa transformación se ha centrado en un conjunto variado de impresos destinados a públicos diversos. Son escritos que responden a tipos textuales de distinta índole –expositivos, argumentativos, informativos, científicos– y que buscan insertar su mensaje en la esfera de la opinión pública con el propósito de ejercer su influencia en ella. Con mayor o menor intensidad provocaron resonancias en la sociedad de su tiempo, que amplificaron y modularon su discurso. Aunque considero que las obras seleccionadas son significativas, no puedo dejar de reconocer que, al fin y al cabo son tan solo una muestra de los que se imprimía en España, lo que limita necesariamente el alcance de estas conclusiones, restringidas a los textos que se han analizado. No abordo otros elementos que ayudarían a completar el proceso de recepción –escritos literarios, almanaques, pronósticos, instrumentos, archivos nacionales y privados, manuscritos, correspondencia, cuadernos de clase,

espacios de trabajo, viajes, etc.—, pero creo que mi investigación aporta materiales que colaboran a perfilar la visión necesariamente fragmentada que tenemos de la física en el siglo XVIII español.

Mi estudio se ha articulado a lo largo de las líneas definidas en los objetivos de la *Introducción*. En primer lugar, he querido investigar cuáles eran las concepciones que se vinculaban al término “física”, concepciones que experimentaron cambios tan importantes, que condujeron en último extremo, a finales de siglo, a la desaparición de la filosofía natural de raigambre escolástica como disciplina académica. Durante la primera mitad del setecientos, los modernos reivindicaron lo que llamaban “física o filosofía experimental”, sin que expresaran claramente que entendían por ello, ni el significado que daban a las palabras mágicas “observación” y “experiencia”. Las matemáticas pertenecían a otro ámbito de estudio, aunque algunos reconocían que tenían un papel que jugar en el conocimiento de la naturaleza. La separación disciplinar entre filosofía natural, física experimental y ciencias matemáticas se mantuvo en las instituciones docentes jesuíticas, si bien la conservación del nombre no implicó la de los contenidos y prácticas asociadas tradicionalmente a esas denominaciones. Los trasvases entre matemáticas y física experimental no terminaron de configurar la disciplina que hoy conocemos como física, pero claramente apuntaban en esa dirección.

Por otra parte, he examinado las modalidades de comunicación literaria por las que transitó el conocimiento científico. Junto a obras técnicas, como las *Observaciones* de Jorge Juan, o los *Elementos* de Bails, aparecieron en el mercado editorial español una serie de textos de divulgación que presentaban los aspectos más amables, útiles y recreativos de la nueva física. Me refiero a la prensa y a los escritos de Feijoo. Sin pertenecer exactamente a la misma tipología literaria que las anteriores, las *Lecciones* de Nollet, primer tratado en español que exponía con autoridad los métodos y prácticas de la física experimental, ofrecía igualmente una imagen atractiva para los que quisieran adentrarse en el mundo de la experimentación, bien fuera mediante aparatos e instrumentos, si se disponía de ellos, o bien siguiendo las explicaciones y los grabados, en caso contrario.

Los discursos que he analizado tenían el claro propósito de persuadir a sus destinatarios de las ventajas que ofrecía el cultivo de la física moderna. No solo se dirigían a un público determinado, también pretendían crear un público para la ciencia. Una opinión pública que se mostrara favorable a los estudios científicos y que defendiera las reformas necesarias para mejorar la situación científica y tecnológica del país constituía

un activo con el que podían contar los gobernantes para sus proyectos modernizadores. En ese sentido cobraban también importancia las instituciones educativas que ponían en práctica planes de estudio renovados. El Seminario de Nobles de Madrid, con la institucionalización de la física experimental en sus enseñanzas, remaba en la misma dirección que sus patrocinadores.

En los capítulos anteriores se ha proporcionado una buena muestra de los libros que estuvieron al alcance de los españoles, si bien a menudo no eran accesibles más que a un número muy limitado de individuos. Algunos afortunados los podían adquirir para su propio disfrute; otros los tenían a su disposición en locales públicos. En cualquier caso, ya en la segunda mitad del siglo, la obras de los más reputados matemáticos y físicos figuraban en los anaqueles de las bibliotecas institucionales. Los autores españoles utilizaron en sus escritos numerosas obras extranjeras, fundamentalmente francesas, aunque también tuvieron cierta importancia las italianas. De ellas obtuvieron muchos de los conocimientos que luego trasladaron a sus lectores. Cabe destacar la importancia que en la circulación de los saberes tuvieron los diccionarios y las publicaciones periódicas, tanto las eruditas, como las dirigidas a un público más general.

El propósito que me ha llevado a escribir esta tesis, ha sido ofrecer una visión comprensiva de la recepción y desarrollo de la física moderna en España, a través de una serie de factores, tanto materiales –libros, revistas, instrumentos– como espirituales–actitudes, valores, conquista de la libertad de pensamiento, relaciones o intercambios. Considero que hasta la fecha no se había puesto de relieve la función que cumplieron dichos elementos en el proceso, siempre precario, de modernización del país a lo largo del siglo XVIII.

Si comparamos los logros científicos que se dieron en países como Francia, Inglaterra o Italia a lo largo del seiscientos con el estado de la ciencia en España en aquella misma época, el balance no es favorable a los reinos de la monarquía española. La sociedad en su conjunto –sus políticos, intelectuales y filósofos–, vivió de espaldas a las corrientes que intentaban ordenar el mundo, y la situación del ser humano dentro de él, desde perspectivas que integraran en nuevos modelos las reflexiones suscitadas por sucesos que contradecían los anteriores marcos de pensamiento. Se formó un cordón sanitario que preservó la salud espiritual de los españoles, pero el confinamiento no llegó al extremo de impedir el contacto con el exterior: el imperio español se extendía todavía por Europa, mantenía lazos políticos y diplomáticos con otras naciones y las órdenes religiosas, en

especial la Compañía de Jesús, formaban parte de organizaciones internacionales por las que circulaban los saberes. El reino no podía seguir ensimismado en su glorioso pasado, el sueño se daba de bruces con la realidad y la necesidad de tomar nuevos rumbos se hizo imperiosa para un conjunto de individuos que, agrupados en tertulias y sociedades, buscaban salir del letargo. El germen del cambio vino de la mano de los *novatores*, pero no llegó a cuajar plenamente, precisamente por las ataduras de su formación, por su aislamiento de las corrientes más pujantes del pensamiento europeo, por su limitada repercusión en los círculos del poder y, fundamentalmente, por la falta de un sustrato científico apropiado: se enseñaban unas pobres y anticuadas matemáticas, las actividades científicas se limitaban a unas pocas aplicaciones inmediatas y rutinarias y se carecía de medios e instalaciones. Aunque los *novatores* no llegaron a sustituir los modelos anteriores, sí se inclinaron con decisión hacia la nueva hermenéutica del conocimiento; la búsqueda de sus fundamentos propició el rechazo a los modos de la escolástica y la aceptación de las nuevas líneas de investigación, abogando por un empirismo baconiano y una filosofía experimental cuyo modelo era el de Boyle. El marco en que se movieron fue el de las filosofías nacidas en la primera mitad del seiscientos, sin entregarse de lleno a ninguna de ellas. Las obras de los *novatores* no abordaron las ciencias físico-matemáticas ni expusieron la física experimental que era moneda corriente en países de nuestro entorno; sus alegatos a favor de la observación y la experiencia no se tradujeron en la descripción y realización de experimentos que pusieran de manifiesto las proposiciones que sustentaban. Hay naturalmente excepciones, encarnadas, entre otros, en Tosca y los *novatores* valencianos, que concedieron capacidad a las matemáticas para conocer el orden natural y admitir sus hallazgos en la filosofía natural; o, dentro de las ciencias físico-matemáticas, en aquellos que se dedicaron al cultivo de la observación astronómica. Pero la existencia de protagonistas aislados no puede ocultar la ausencia de una masa coral que los apoyara. Estas son las condiciones de desarrollo de las iniciativas de los autores que publican en el periodo comprendido entre los primeros años treinta y los últimos de los cuarenta.

En este contexto cultural la física, durante las primeras décadas del siglo XVIII, era todavía una ciencia con muchas ataduras escolásticas; seguía siendo libresca y abstracta y poco o nada comprometida con la práctica. Los modernos eran partidarios del sistema mecánico y de la filosofía experimental, pero en sus escritos se hablaba mucho de observación y experiencia en general, y poco o nada de experimentos. Esta era la tradición intelectual en que se movían Berni, Herrero y Piquer, pero en las obras de los dos médicos

se aprecia un cierto distanciamiento de la especulación puramente filosófica y una inclinación más decidida hacia una física más terrenal. El título que dan a sus textos incide en presentar la física experimental como un ámbito de conocimiento autónomo del de la filosofía natural tradicional, dotándola de identidad propia; sus contenidos tampoco responden estrictamente a la separación disciplinar entre filosofía natural y matemáticas: se introduce el estudio de las máquinas y el movimiento de los fluidos, cuestiones que tradicionalmente figuraban en los tratados de matemáticas mixtas, pero que se incluían ya en otros países en los de física; se describen instrumentos y experimentos; se renuncia al principio de autoridad y a los principios metafísicos y se opta por la comprobación experimental. Al mismo tiempo, el tratamiento de estas materias en vernáculo ponía el acento en una física material, ligada al disfrute de las personas y a su provecho, alejada de la manejada en las Escuelas, abierta a quien quiera interesarse en el funcionamiento de la naturaleza sin haber pasado por las aulas. La defensa que se hacía de la física experimental se basaba en la utilidad que reportaba, pero difícilmente podía apreciarse en unos textos elaborados por individuos que no la practicaban, y cuyos conocimientos provenían de lecturas variopintas que podían incluir desde una memoria de la Academia Real de Ciencias a unos diálogos recreativos, desde un tratado de matemáticas a las divagaciones de un polígrafo aristócrata como St. Aubin. A lo sumo nuestros autores habían manejado algún que otro instrumento sencillo, como el termómetro o el barómetro; puede que incluso hubieran realizado experiencias con la máquina neumática, pero eso no los convertía en físicos experimentales. En otro orden de cosas, tengamos en cuenta que no había cartesianos en España, pero el pensador más influyente era todavía Descartes, y eran las obras de los cartesianos franceses las que circulaban y las que servían de referencia. En el retrasado escenario científico del país, la filosofía cartesiana se podía refutar o admitir con argumentos y conceptos bien integrados en las concepciones de los modernos, a más de ser bastante conocida por la potente influencia de la cultura francesa en nuestro país.

La producción editorial española de temática científica del periodo era prácticamente nula: los libros editados en los pocos años que estamos tratando nos presentan un panorama cultural en el que se apreciaban corrientes que aspiraban a la modernidad, pero en el que dominaban todavía las categorías y las preocupaciones del siglo anterior. No se tradujeron tampoco tratados, una producción que iba en aumento en otros países. En España se recibían publicaciones periódicas extranjeras que incluían secciones de novedades literarias, amén de comentarios y reseñas; el conocimiento estaba ahí, pero

para apropiarse de él, era necesario que pudiera incorporarse al marco intelectual en que se movían los lectores. La oportunidad que ofrecían los papeles extranjeros para estar al tanto de las novedades científicas y profundizar en las teorías físico-matemáticas no podía ser plenamente aprovechada en el ambiente cultural español. El sustrato intelectual de los autores españoles no ofrecía desde luego terreno abonado para que se apreciara la información que transmitían las publicaciones que venían del exterior.

Los centros de enseñanza eran un reflejo de esa precariedad de la ciencia española: en el Seminario de Nobles se seguía en matemáticas el *Compendio de Tosca*, con escasa atención a las matemáticas puras, de las que al parecer se cursaban unas nociones elementales de geometría práctica y unos pocos tratados de matemáticas aplicadas; el manual de filosofía del centro fue tildado por el *DLE* de obsoleto e inadecuado para la educación de los seminaristas por la insuficiencia de su contenido. La preparación en las academias militares era también deficiente, la formación matemática terminaba en la trigonometría; la geometría analítica y el cálculo de Newton y Leibniz eran desconocidos. Las bibliotecas de las instituciones estaban mal dotadas, como denunció Jorge Juan al hacerse cargo de la dirección de la Academia de Guardiamarinas. Algunas bibliotecas privadas, sin embargo, estaban excelentemente surtidas, como la de Mayans o la de Sarmiento, que disponía de una magnífica colección de libros científicos en la que figuraban autores modernos.

El papel que correspondía a las matemáticas en el estudio de la naturaleza era problemático. Las matemáticas mixtas también se ocupaban de algunas de las cuestiones cardinales del ámbito de la física, pero, a diferencia de esta, no entraban en la esencia de los cuerpos ni en las causas de los efectos observados, objetos últimos de la filosofía natural; sin embargo, si se sustituían esas finalidades por el del estudio directo de los fenómenos, su descripción mediante las matemáticas adquiriría carta de naturaleza. Así lo reconocían algunos, pero en principio se mantenían las fronteras entre filosofía natural y matemáticas, aunque, como se ha visto, se fueron difuminando. Recordemos que el movimiento se estudiaba en la filosofía natural y no formaba parte de los textos matemáticos; el mismo Tosca lo dejaba fuera de su *Compendio*; la mecánica era exclusivamente “maquinaria”; la astronomía matemática y la cosmografía física analizaban los mismos objetos, pero los resultados matemáticos eran tan solo apariencias y no un reflejo de la realidad; la gravedad, entraba a formar parte de la estática en las cuestiones de equilibrio, su tratamiento como ley de la naturaleza correspondía sin embargo a la filosofía. Había de todos modos una conciencia de que las disciplinas

matemáticas eran útiles y debían ser cultivadas porque tenían una aplicación inmediata: geografía, astronomía, fortificación, arquitectura, navegación, calendario, etc., eran disciplinas indispensables para la monarquía.

Esta separación entre las dos esferas de conocimiento, su diferente estatus como ciencias, venía siendo tradicional en las obras matemáticas de los jesuitas –tan influyentes en el medio intelectual español–, que evitaban de este modo pronunciarse contra la metodología aristotélica y su concepto de experiencia. En el Seminario de Nobles de Madrid se mantuvo oficialmente esta diferenciación disciplinar hasta la expulsión de sus rectores, pero las filtraciones de la Física Experimental y de las Matemáticas en la filosofía natural fueron una realidad.

La escasa producción de obras científicas en español se puede observar desde dos vertientes: la de los oferentes, que se acaba de examinar, y la de los demandantes. No parece que hubiera una demanda social de textos de física o de matemáticas; seguramente aquellos que tenían un interés real en estas cuestiones encontraban una oferta mucho más atractiva en las obras extranjeras. En este menesteroso contexto editorial la aparición de un superventas supuso toda una conmoción. El *Theatro critico* y las *Cartas eruditas* fueron obras extraordinariamente populares y sus numerosas ediciones y reimpressiones indican la existencia de un público que conectó de inmediato con lo que contaba el beneditino y con la forma como lo contaba. Feijoo no escribió tratados científicos, ni sermoneó desde el atril de escritura; su propósito era desterrar opiniones comunes, y la ciencia moderna era un excelente vehículo para reivindicar la aproximación racional a los sucesos de la existencia: los fenómenos naturales obedecían a unas leyes mecánicas objetivas, la naturaleza no funcionaba caprichosa o arbitrariamente y no intervenían en ella fuerzas ocultas o misteriosas que enviaran mensajes cifrados a los humanos. La física experimental practicada en otros países había dado respuesta a multitud de cuestiones que surgían en el entorno cotidiano de sus lectores, más preocupados por mejorar las condiciones de su existencia y comprender los fenómenos cercanos que por adentrarse en sutilezas, hijas de la especulación. Sin ser el objetivo primordial de su obra, proporcionó una cultura científica general esencialmente recreativa, y lo hizo mediante aquello que mejor dominaba: su facilidad para comunicarse con el público, logrando despertar su curiosidad, invitándolo a formarse e investigar, dándole voz en sus escritos. El lector anónimo, el hombre o la mujer que nunca había pensado en proclamar sus opiniones fuera de su círculo social, encontraba un interlocutor que los incorporaba a sus discursos y los introducía en el escenario del debate. En su empresa educativa Feijoo provocó discusiones

sobre ciertas cuestiones físicas –la polémica entre Mañer y Sarmiento– en las que se observa el escaso conocimiento que algunos de los adversarios del benedictino tenía de física y matemáticas, y también que había gente, como el cofrade del autor, enterada de las producciones extranjeras. El pobre nivel de los ataques a Feijoo, lo que originaba la controversia o la descalificación, es indicativo de una cultura superficial y ajena a los problemas sustanciales que se debatían en otras latitudes. Feijoo invita a sus lectores a cuestionarse las apariencias o los lugares comunes, a utilizar el tamiz de la razón en sus juicios, a expresar sus criterios. Pero es un creador de opinión, es un agente con gran predicamento en la arena pública, y su misión es orientar y dirigir a los destinatarios de sus escritos hacia unas conclusiones determinadas: la escolástica es estéril e inútil, los métodos de la física experimental son los más aptos para el estudio de la naturaleza y rinden frutos, los datos de las observaciones astronómicas coinciden con lo establecido en el sistema copernicano, la física newtoniana no es producto de los inventos y especulaciones de los sistemas.

El buen recibimiento que se hizo a la *Física* de Piquer evidencia las pocas noticias que se tenían en el reino de lo que significaba realmente física moderna y física experimental. La obra estaba bien estructurada y bien escrita y mencionaba un buen número de autores extranjeros, pese a que ninguno de ellos, con la excepción de Boerhaave y de Wolff, hubiera publicado tratados importantes en el ámbito de las ciencias fisico-matemáticas o de la física experimental. A España seguían sin llegar tratados que circulaban por toda Europa, los de Musschenbroek, Desaguliers o Nollet, y mucho menos los escritos de los más eminentes matemáticos europeos, los de los Bernouilli, Euler, Clairaut o D’Alembert. La insuficiencia de los textos impresos en el país era, en parte, debida la falta de conocimientos de sus autores, pero fundamentalmente del escaso contacto real que tenían con la ciencia que se construía en el exterior. Las carencias eran bien conocidas, pero los que buscaban remedios se movían a tientas y la selección de lo que trasladaban carecía de una orientación definida. Regnault, St. Aubin, Daniel o Pluche representaban un tipo de literatura amable que ensanchaba el interés por la física fuera de los círculos de las academias y sociedades científicas, pero sus escritos se forjaban en espacios culturales donde existía algo más, donde se practicaban experimentos, se contrastaban teorías y se desarrollaban herramientas matemáticas. Estos divulgadores intermediaban entre el entorno de producción y el entorno de recepción, esferas que en la época no estaban tan claramente separadas como ocurriría más tarde. Sin embargo, no era este el caso español, donde el caldo cultural no podía proporcionar los nutrientes que alimentaban a los

divulgadores, demostradores, articulistas o inventores en otros países. Se veía la necesidad del cambio, se reclamaban afanosamente unos nuevos modos de relacionarse con la ciencia, pero las realizaciones de los escritores que hemos estudiado tenían mucho de vicarias, de poco reflexivas y de constreñidas por los prejuicios. Existía sin embargo un público decepcionado con los debates tardoescolásticos que esperaba los discursos y cartas de Feijoo. Durante los primeros cuarenta años del siglo hacen su aparición ciertos sectores sociales que aspiran a abandonar los moldes tradicionales y sustituirlos por una aproximación a la naturaleza más competente y útil. Son tentativas bien intencionadas, pero aun balbuceantes, de poner al país a la altura de los extranjeros. Es lo que pretendían Berni, Herrero y Piquer, Feijoo y los *diaristas*, y también lo que impulsaban las latas magistraturas de la nación.

El final de la década de los cuarenta presenta un panorama más prometedor, el impulso de la Corona se hace más patente y adquiere una orientación más diversificada. Se promueven durante los años siguientes instituciones científicas civiles, se invierte en obras públicas, se impulsa la construcción naval, se moderniza la Hacienda, se crea la Academia de Bellas Artes de San Fernando y se dota de observatorios a la Academia de Guardias Marinas y al colegio Imperial. El cambio también se observa en una más intensa participación de la sociedad en la vida de científica a través de agrupaciones, sociedades o academias. Hay un público cuyas inquietudes no se centran en los debates filosóficos a favor y en contra de Aristóteles —el mismo Piquer no entra en el tema—, una cierta clase social que posee los medios para acceder a espectáculos, comprar instrumentos, comentar libros, leer publicaciones periódicas, asistir a demostraciones de autómatas o a maravillarse con la cámara oscura. No es casualidad que el periplo ecuatorial de Juan y Ulloa sirviera de promoción de las ideas reformadoras impulsadas por Ensenada.

La publicación de las *Observaciones* (1748) supuso la presentación al público español de los elementos que caracterizaban las prácticas de la ciencia moderna, es decir, observación, instrumentos y matematización; junto a ello se señalaban los procedimientos que avalaban las conclusiones, así como las deficiencias teóricas y experimentales derivadas de supuestos problemáticos y de instrumentos perfeccionables. Todo ello puesto al servicio de un mejor conocimiento de las características del medio, lo que redundaba en su mejor aprovechamiento y utilidad. El libro apuntaba a dos tipos de lectores: el experto, es decir, los académicos y conocedores, aquellos ante los cuales Jorge Juan quería reivindicarse como uno de ellos, y el profano, que podía aprender las operaciones realizadas sin necesidad de comprobar los cálculos. La factura de la obra era

toda una novedad en España: aparecían fórmulas matemáticas, listas de datos, cálculos; se citaban los autores y las obras; proporcionaba una bibliografía actualizada, contaba con magníficos grabados. Por primera vez circulaba impreso el conocimiento científico de la mano de un autor que se había apropiado de la ciencia newtoniana y, quizás lo más importante, el gobierno de la nación podía contar con dos individuos a los que podía acudir para poner en marcha proyectos que requerían capacidad y saberes técnicos. España había contribuido a un descubrimiento importante, dos oficiales de la marina habían obtenido honores académicos, y todo esto insuflaba ánimo a las autoridades para seguir por la senda del progreso. Se les asignaron cometidos que confirmaron la orientación que tomó la ciencia en España, impulsada por la inversión pública en infraestructuras, la contratación de técnicos y artesanos extranjeros, la formación de personal especializado en el exterior y el fortalecimiento científico del estamento militar. La aparición de Jorge Juan y Ulloa proyectó luz sobre las tinieblas en las que se encontraba la ciencia oficial española. Había seguramente quienes estaban familiarizados, al menos teóricamente, con la ciencia newtoniana –lo sabemos de Sarmiento, de Pico de la Mirandola, de algunos jesuitas y, por qué no, de aficionados autodidactas o de los que habían tenido contactos con el extranjero; es probable que personajes de la Corte venidos con los monarcas estuvieran al tanto de los que se hacía en las academias –recuérdese que en Palacio se recibían los *journals savants*–, pero la pericia y la técnica adquirida por Juan y Ulloa suponían un conocimiento práctico, aplicable a las realizaciones programadas por el gobierno. Juan pretendía ir más allá de la respuesta a las necesidades inmediatas de la Marina y del poder político, quería levantar un sólido andamiaje para la ciencia que incentivara el desarrollo de las prácticas científicas en España y por eso propuso, sin éxito, la creación de una Academia de Ciencias y el establecimiento del Observatorio de la Marina, que logró. Sin embargo, los proyectos no terminaron de consolidarse, y las iniciativas que se llevaron a cabo sufrieron altibajos, obtuvieron resultados desiguales y padecieron la falta de continuidad. Desde el gobierno se impulsaba una modernización que afectaba fundamentalmente a los intereses del poder político, pero se temían y vigilaban los cambios en una sociedad estamental que perpetuaba los privilegios.

Si la física matemática comienza su andadura en España con la publicación de las *Observaciones*, es por esa misma época cuando se establecen los estudios de física experimental en el Seminario de Nobles de Madrid, al que se dota con un gabinete

instrumental, se asigna con un profesor formado en París y se sigue un texto de gran éxito en Francia. En la institución jesuítica se impartían las disciplinas matemáticas, la filosofía natural y la física experimental. Los jesuitas mantendrán fuera de las matemáticas la ciencia del movimiento y cuestiones como la gravedad, e irán incorporando a la filosofía natural los resultados y prácticas de la física experimental. Las leyes del movimiento, la atracción gravitatoria y la teoría corpuscular de Newton se expusieron en el Seminario fundamentalmente a través de las *Lecciones* de Nollet, que concebían la gravitación universal como un efecto del que no se conocía la causa, algo que tampoco correspondía a la física experimental averiguar ya que no tenía medios para ello; una aproximación pragmática, que evitaba consideraciones filosóficas sobre la existencia o no de mecanismos de interacción. Dado que la mecánica, en cuanto ciencia que se ocupaba del movimiento, no se estudiaba en la obra del abate, ni tampoco en el Seminario, las aportaciones de Newton al dar un tratamiento esencialmente matemático al movimiento quedaban eclipsadas, y las fecundas consecuencias que de ellas habían obtenido los físicos matemáticos del XVIII, ignoradas.

Los contornos que definían la filosofía natural y la física experimental se fueron difumando con el paso del tiempo. A la primera se fueron incorporando ciertos contenidos de la física experimental –instrumentos, experimentos–, de las matemáticas –maquinaria, geografía, geometría. Por otra parte, en matemáticas creció la importancia de los elementos propios de la geometría frente a los aplicados. El programa de la física experimental quedaba establecido de acuerdo con el texto de Nollet, que venía a su vez condicionado por los sucesivos de Musschenbroek. La traducción de las *Leçons* del abate proporcionó al público español el primer texto consistente de física experimental y, de hecho, sabemos que ejerció una fuerte influencia.

Tanto las *Observaciones* como el establecimiento de la física experimental en el Seminario madrileño fueron promocionadas por las autoridades gubernativas y por la Corona. Tales actuaciones expresaban la conformidad de las altas magistraturas de la nación con los nuevos desarrollos y prácticas científicas y con su implantación en los centros de instrucción. Los certámenes públicos en el colegio de los jesuitas, sobre todo aquellos que contaban con la presencia de los Reyes y de la nobleza, se notificaban en la *Gaceta*: la cultura del instrumento y de la experimentación contaban con la aprobación real. El mensaje se dirigía fundamentalmente al estamento nobiliario: mejora de la formación de oficiales y educación de los hijos de la hidalguía, ambos destinados al servicio del reino, bien fuera en la milicia o en la administración del Estado. Otros canales

de información transmitían igualmente las ventajas derivadas del conocimiento científico moderno, ahora a un público más general, menos uniforme; lo hacía Feijoo desde su celda con la protección real, y lo hacía también la prensa; lo hacía Enrique de Graef denunciando la ociosidad y proponiendo que los jóvenes pudiesen instruirse en cuestiones útiles que estimularan la agricultura, las artes liberales y mecánicas y el comercio. Para ello había que establecer academias y formar maestros que no considerasen sospechosa toda proposición filosófica moderna, ni hurtasen su atención a los experimentos físicos y matemáticos. De Graef dice que escribe para labradores y ecónomos, así que evita profundizar en las disputas filosóficas sobre la naturaleza o esencias de las cosas para centrarse en el uso común que se hace de ellas y en su utilidad. La ciencia era una actividad cuyo dominio no quedaba restringido al mundo de la academia, ni al de estamentos sociales privilegiados, sus conceptos y métodos estaban al alcance de cualquiera que tuviera un interés, ya fuera éste especulativo o meramente utilitario, en instruirse en ellos. Años más tarde, y con mayor extensión, Campomanes propondrá que se tomen las medidas necesarias para promover el fomento de la agricultura y la industria popular. La instrucción de las clases populares estaba también en el ideario de Francisco Mariano Nipho, que insistía a menudo en el repudio de la ociosidad y en el elogio del trabajo y de la instrucción en las Ciencias y las Artes. El convencimiento de que la ciencia era un factor capital de innovación y progreso era común a las élites ilustradas. El ejemplo del desarrollo alcanzado por otros países estaba bien presente en los planes reformistas tanto de la Administración del Estado como de los particulares. En consecuencia, desde mediados de siglo se enviaban pensionistas al extranjero, se contrataban técnicos foráneos y se ejecutaban planes de espionaje tecnológico e industrial.

Tímidamente, ya en los años sesenta, comenzaron a surgir asociaciones de individuos cuyo objetivo radicaba en la formación científica de sus asociados y en la contribución a la mejora de las producciones locales, iniciativas particulares que más tarde serían promovidas por el Estado. No se trataba de las grandes teorías científicas. El foco estaba puesto en cuestiones más inmediatas y tangibles, en una apropiación del conocimiento científico en su vertiente práctica y utilitaria, en la obtención de tecnologías aplicables a los procesos agrícolas o industriales; al Estado quedaba reservado el fortalecimiento de la capacidad militar. En otros países, este ejercicio también había estado vinculado a academias y sociedades privadas –aunque no solo a ellas–pero a diferencia de lo que ocurría en España, existían otras instituciones en las que se elaboraban marcos teóricos que aspiraban a conocer las leyes generales por las que se regían los fenómenos naturales

y a hacer predicciones sobre su comportamiento. No era exactamente lo que conocemos hoy en día por investigación básica –con las muchas cautelas con las que hay que tomar el término–, más tenían un fuerte componente matemático que dominaban pocos, y una tecnología experimental que requería a veces inversiones no pequeñas. La línea divisoria entre expertos y legos era ya entonces una realidad en algunas materias. En las academias de París, Berlín o San Petersburgo, sostenidas por las finanzas reales, se hacía este tipo de ciencia, igual que en la Royal Society londinense, mantenida por sus socios, pero ni uno ni otro modelo lograron la implantación en España.

La ausencia de revistas y memorias científicas en España a lo largo del siglo XVIII concede a la prensa un lugar destacado en la circulación del conocimiento. En el *DLE* el acento se ponía en el rechazo a la filosofía escolástica y en la necesidad de subsanar las deficiencias que provocaban el atraso de la nación. Las carencias que denunciaban sus redactores impedían que las novedades científicas de los periódicos extranjeros pudieran tener eco en ellos mismos y en sus conciudadanos. El “papel” de Nipho y los *Discursos* de Graef tenían una orientación práctica, en la que la ciencia impulsaba y mejoraba la actividad económica: se insistía en los valores del trabajo y de la aplicación al estudio. Los tres periódicos de los años ochenta examinados traían una información más precisa sobre los adelantos de las ciencias: la astronomía, las matemáticas, la óptica, la física newtoniana, la electricidad, la química o el calor, aparecían en sus páginas con frecuencia; en general se decantaban por lo que llamaban física experimental, sin precisar que entendían por ella, pero la relacionaban con la utilidad. Como prensa miscelánea, igual traían a colación los escritos de academias científicas y de autores consagrados, como propuestas que no tenían el aval de las instituciones reconocidas. En los libros que se reseñaban, tanto españoles como extranjeros, la aceptación de la física newtoniana no presentaba ningún problema, y tampoco era anatema el sistema de Copérnico; ciertos institutos de enseñanza religiosos, como los escolapios o los agustinos incorporaban elementos de la filosofía de Newton; la obra de Villalpando o el Jacquier, se seguían en las universidades que habían dejado atrás el escolasticismo. El *Memorial* retrataba un cambio de mentalidad en una parte influyente de la sociedad, que había abandonado definitivamente las cautelas respecto a ciertas teorías físicas sometidas todavía al ojo inquisidor. Pero no todos habían claudicado ante el imperio del matemático inglés, había resistencias en las universidades y se seguían imprimiendo obras como la de Roselli, que había levantado severas objeciones en los encargados de su censura, y que fue fuertemente atacada desde la prensa ilustrada: los bastiones del escolasticismo no habían caído.

La prensa de fin de siglo fue un vehículo de expresión de la opinión pública ilustrada dispuesta a hacerse sentir en el foro proporcionado por las publicaciones. Los lectores se convirtieron en participantes activos que comentaban, criticaban, disputaban y disertaban sobre los temas que les parecían relevantes; en las páginas de los papeles periódicos se pueden seguir las polémicas suscitadas en torno a ciertas ideas y actitudes, y explorar las propuestas de cambios sociales. El recurso a la prensa francesa como fuente de información privilegiada no impidió la continuidad de algunos colaboradores nacionales, ofreciéndonos la oportunidad de asomarnos a sus líneas de pensamiento y a las influencias que en ellas se perciben. Individuos como Munárriz, Aguirre, Salvà o Foronda utilizaron los periódicos como modo de hacer llegar sus apreciaciones y juicios; los papeles admitían igualmente contrastes de pareceres que contenían visiones discrepantes sobre los métodos científicos y la información que debía publicarse. Las autoridades a veces consideraron que los periódicos no eran los medios adecuados para tratar la física experimental o las matemáticas, materias cuya divulgación debía protegerse de intrusos o de individuos poco cualificados, pero solo actuaron en unos pocos casos. La censura ilustrada tampoco aseguraba que los mecanismos de control evitaran la impresión de escritos llenos de incongruencias e incluso errores.

En general los papeles periódicos apoyaron la teoría gravitatoria por su conformidad con las observaciones astronómicas, cuyas irregularidades habían supuesto un severo contratiempo para la aceptación sin paliativos de la ley de atracción. No obstante su inclinación a favor de la física experimental, daban también cabida a la física matemática como herramienta legítima de investigación de la naturaleza, aunque mostraran reticencias hacia la física de los “geómetras”, identificada más con las ciencias matemáticas que con una disciplina que supusiera una alternativa a la filosofía natural tradicional: el mismo Newton, tan alabado, no terminaba de librarse del aborrecido calificativo de “sistemático”. Las teorías de Newton, convertidas en leyes, venían avaladas por la autoridad de las academias y el prestigio de los autores —astrónomos, militares, catedráticos, matemáticos o religiosos— y eran divulgadas en diccionarios y obras de iniciación y entretenimiento que se daban a conocer en las secciones bibliográficas de la prensa.

La publicación de la obra enciclopédica de Benito Bails por parte de la Academia fernandina culmina la recepción en España de la física newtoniana y de los progresos que se habían realizado a lo largo del siglo. Los *Elementos de Matemáticas* de Benito Bails constituyen una obra plenamente newtoniana en el sentido que he dado a esta expresión.

Es decir, establece los principios filosóficos de Newton y sus leyes del movimiento, introduce la fuerza de gravitación universal y explica mediante ella los movimientos de los cuerpos celestes y los fenómenos astronómicos. El texto de Bails ofrecía al público español lo que se consideraba como conocimiento científico bien establecido en el campo de la ciencia del movimiento. Exponía los saberes que en Francia se tenían por necesarios para la formación de las “armas sabias” a través de un texto de enorme difusión, el de Bézout, que había sido adoptado también por otros centros docentes toda Europa. Sin reticencias ni remilgos daba por cierto el sistema de Copérnico. El lenguaje propio de las ciencias físico-matemáticas, cuya aspiración era encontrar las leyes que regían los fenómenos, era el cálculo diferencial e integral, y sus resultados se expresaban mediante ecuaciones. La mecánica se erigía como la ciencia base y modelo de las demás. La dinámica o mecánica que presentaba Bails, con los avances producidos a lo largo del setecientos, poco tenía que ver con la maquinaria de la que hablaba Tosca, y nada con las especulaciones de la filosofía natural. Si la mecánica parecía haber logrado ese objetivo, ciencias como la hidrodinámica tenían todavía un largo camino que explorar mediante experiencias y ensayos. Si bien la cultura francesa de la física se respira en la obra de Bails, gran admirador de D’Alembert, el matemático español no se olvidaba de las aplicaciones de la ciencia que proporcionaban beneficios a los individuos y a la sociedad. En realidad, veía en esa labor casi el único fin que tenían los conocimientos científicos. Una apreciación que se ponía de manifiesto en los prólogos, y más concretamente en los temas dedicados al movimiento de las aguas, donde concede gran importancia a los trabajos de los hidráulicos italianos.

A lo largo del siglo se observa un trayecto que va desde la perspectiva empirista de Boyle hasta la concepción del experimento como búsqueda de regularidades y leyes; un ejemplo de esta percepción lo hemos podido ver en Feijoo. La obtención de resultados y medidas cuantitativas daban lugar a registros ordenados de datos de los cuáles podían deducirse principios o propiedades generales expresables a veces en forma de leyes matemáticas. La física experimental, que inicialmente estaba orientada por la aproximación cualitativa de Nollet, terminó por inclinarse del lado cuantitativo de Musschenbroek, cuyo texto fue adoptado por distintas instituciones de enseñanza. Los experimentos resultaban mucho más productivos cuando sus resultados se podían expresar mediante cantidades numéricas y fórmulas que convertían en leyes generales un conjunto de experiencias dispersas, realizadas en lugares y tiempos determinados. La síntesis que suponía la expresión del conocimiento científico mediante formulaciones

matemáticas, tablas y gráficos facilitaba su tránsito y circulación. Ese conocimiento residía y se construía en los laboratorios, en los ensayos con modelos, en la fabricación de instrumentos estándares o en la normalización de las prácticas, y se transformaba en algo propio y, al mismo tiempo, universal

Al terminar el siglo no existía en España, ni en Europa, un acuerdo sobre lo que se debía entender por física: para algunos era la filosofía natural, con todos sus contenidos tradicionales, pero por los hallazgos de la observación y la experimentación. Para otros, la física experimental estaba delimitada por sus contenidos, que no contemplaban la historia natural ni la química, criterio mantenido por Musschenbroek y compartidos por Nollet. De hecho, tanto la química como la historia natural tenían ya desde hacía tiempo sus propias cátedras, sus espacios de investigación especiales y sus tratados particulares. La palabra “física” parece tener distintas acepciones: como término general se identificaba con la filosofía natural, que trataba de todos los entes naturales; como término específico, se ocupaba de los no vivientes y únicamente en cuanto eran extensos, tenían movimiento y eran susceptibles de reducción matemática. Los fenómenos estudiados por la mecánica, la hidrodinámica o la astronomía se recogían en las disciplinas matemáticas, pero el mismo Bails, en sus *Elementos*, distinguía entre una astronomía física y una astronomía matemática. Los desarrollos de la mecánica pasaron a formar parte de lo que se llamaba física general y la noción de que la física general era una disciplina matemática o que, recíprocamente, ciertas ciencias matemáticas formaban parte de la física, se iba convirtiendo en una apreciación común: las diferencias residían en el tratamiento, a base de experiencias en la física y mediante el recurso al análisis en las matemáticas. Los nuevos contenidos de las matemáticas y de la física, incluyendo en ella la química, fueron delineando los contornos de estas disciplinas académicas que, a resultas del incremento de volumen de conocimientos teóricos y prácticos y de la especialización derivada de ello, se habían ido desgajando de sus respectivos árboles comunes en un proceso que culminaría años más tarde. La tradición sigue en parte viva en la denominación de las disciplinas escolares: en el Reino Unido la mecánica pertenece al área de matemáticas aplicadas; en España, se sigue considerando que existe una asignatura llamada física y química y a los profesores de esa asignatura se les engloba bajo esa denominación.

En la trayectoria que hemos recorrido desde Berni a Bails, hemos podido percibir el camino transitado por la física en el siglo XVIII. Los primeros balbuceos los encontramos bien entrado el setecientos, cuando Herrero y Piquer intentan distanciarse de la filosofía escolástica tradicional al introducir los términos “moderna” y “experimental” en sus

títulos. Hay una aspiración en parte de la sociedad española, alentada también desde los ministros de la Corona, a compartir con el resto de los reinos europeos los desarrollos novedosos en el ámbito de la filosofía natural. La física de esos años no se desprende de las raíces intelectuales de sus propagadores, que no puede prescindir de su formación ni sus anhelos espirituales y religiosos. En consecuencia, Descartes es el filósofo de referencia, no porque sean cartesianos, sino porque comprenden que el destronamiento de Aristóteles ha sido de la mano del gran pensador francés.

A mediados del siglo XVIII el tiempo del cartesianismo había pasado, si es que alguna vez fue relevante en el medio intelectual español. La única física que contaba era la newtoniana, cuya recepción en España fijó en la publicación de las *Observaciones* de Jorge Juan. Me estoy refiriendo, naturalmente, a su aparición en la esfera pública pues, como he dicho, la aceptación de las teorías newtonianas y del movimiento terrestre debía estar más extendida de lo que los inquisidores creían al exigir el estatus de hipotético al sistema copernicano de Juan y Ulloa. Por otra parte, la inclusión en el programa del Seminario de Nobles de la Física experimental y la creación del gabinete correspondiente, suponen el punto de partida de una disciplina que se va separando de la filosofía natural, a la que acabará sustituyendo. En años sucesivos la mecánica formará parte de las enseñanzas de las academias militares y de ciertos centros, como el Colegio Imperial, la Academia de Bellas Artes de San Fernando o el Colegio de San Hermenegildo de Sevilla; la física experimental se orientará en la dirección marcada por Musschenbroek; química y metalurgia dispondrán de laboratorios y las efemérides astronómicas se contemplarán desde observatorios dotados de buenos instrumentos. Se contará además con un tratado puesto al día compilado por Bails.

De lo anterior no cabe concluir un avance triunfal de la ciencia española; su camino no estaba del todo desbrozado y sus debilidades se pusieron pronto de manifiesto. Expuesta a los vaivenes políticos, a la falta de continuidad de los proyectos y al predominio sucesivo de los diferentes grupos de presión, le fue difícil resistir en su día los embates de la reacción. Por otra parte, no se llegó a debilitar ni a dismantelar la estructura estamental de la sociedad española; de hecho, en el país había tan solo unos pocos sectores minoritarios que podamos calificar de burgueses, y la gran masa de la población era analfabeta. En estas condiciones, solo una decidida apuesta y un compromiso permanente con la modernización del país en todos los órdenes que afectaban al entorno social podían haber hecho fructificar los logros de finales del setecientos, que quedaron en letargo a la espera de tiempos mejores.

En resumen: hasta mediados de siglo no hay en España, propiamente hablando, física experimental, por más que fuera reivindicada por los modernos; las ciencias físico-matemáticas tenían en el *Compendio* de Tosca su texto de referencia; las aportaciones de Newton y de sus sucesores no figuraban en los escasos textos que se imprimían; el cálculo diferencial e integral no había llegado a las aulas; no había instrumentos ni espacios para el desarrollo de prácticas experimentales. Los intereses de los eruditos se centraban en cuestiones que tenían más que ver con especulaciones filosóficas que con la intervención humana en los fenómenos naturales; las categorías de análisis seguían siendo esencialmente aristotélicas. Feijoo y las publicaciones periódicas de la época fueron los medios a través de los cuales se divulgaron ciertas nociones y, lo que es más importante, los valores asociados a la nueva ciencia, colaborando a crear una opinión favorable hacia ella que interesaba a los gobernantes. Desde los últimos años de la década de los cuarenta se observan nuevas actitudes e iniciativas en el medio social: se aparcan las consideraciones filosóficas que habían alimentado a los literatos, se adopta una relación más pragmática y utilitaria hacia la ciencia, se intensifican los intercambios tecnológicos y científicos con el exterior, se inician las enseñanzas de la física experimental mediante aparatos y máquinas y se cuenta con un manual; desde el gobierno se ponen en marcha planes de mejora de las infraestructuras militares y civiles, contando para ello con los nuevos conocimientos científicos; la reforma de las universidades, sin embargo, se encontrará con una oposición beligerante. En las últimas décadas del siglo la prensa nos presenta un panorama harto diferente del que se ha visto en los primeros capítulos: se habla con libertad del sistema heliocéntrico, las reglas de filosofar de Newton y sus leyes del movimiento se incorporan a las enseñanzas, se cuenta con un texto, el de Bails, equiparable a los que se estudian en otros países, la esfera de opinión pública se ha ampliado tanto en temas como en participantes y se establecen laboratorios y otros espacios para la ciencia. El reino es modestamente newtoniano.

La investigación que he realizado me provoca más preguntas que respuestas, consciente como soy de que hay un gran material pendiente de estudio y de ampliación. Queda fuera de mi estudio la ciencia popular, aunque algo se transpire en las publicaciones periódicas; tampoco abordo la biografía de muchos de los personajes que asoman por estas páginas, o la trayectoria de individuos como Pedro Salanova. La enseñanza en los colegios de escolapios merecería más atención que la que les he prestado. Hay muchas más cuestiones que tratar, pero, como dice el principio básico de economía, las necesidades son muchas y los recursos escasos.

BIBLIOGRAFÍA.

FUENTES PRIMARIAS

PUBLICACIONES PERIÓDICAS ESPAÑOLAS¹

DIARIO DE LOS LITERATOS

TÍTULO COMPLETO: *Diario de los literatos de España: en que se reducen a compendio los escritos de los autores españoles y se hace juicio de sus obras, desde el año MDCCXXVII.*

LUGAR DE PUBLICACIÓN Y EMPRESA EDITORA: Madrid: Antonio Marín (t. I); Juan Muñoz (t. II); Antonio Sanz (t. III); Imprenta Real

PERIODO DE PUBLICACIÓN: 1737-1742.

FORMATO Y NÚMERO DE TOMOS: en 8º; 7 tomos.

FUNDADOR/ES: Francisco Xavier de la HUERTA VEGA, Juan MARTÍNEZ SALAFRANCA, Leopoldo Jerónimo PUIG.

COLABORADORES PRINCIPALES: Blas Antonio de NASARRE

OTROS COLABORADORES: Gregorio MAYANS (quien defiende la superioridad del *Quijote* de Cervantes frente a Nasarre y Salafranca, que optan por el de Avellaneda). Recensión de la *Poética* de LUZÁN (tomo 4).

OBSERVACIONES: sigue el modelo del parisino *Journal des sçavans*, 05/01/1665. Suprimido en la etapa revolucionaria (1792), reapareció en 1816 como *Journal des savans*.

MERCURIO LITERARIO

¹ Una relación completa de las publicaciones periódicas españolas durante el siglo XVIII, en: LE GUELLEC, Maud. *Presse et culture dans l'Espagne des Lumières*. Nouvelle édition [en ligne]. Madrid: Casa de Velázquez, 2016 (généré le 18 janvier 2023). Disponible sur Internet: <<http://books.openedition.org/cvz/12737>>. ISBN: 9788490962947. La lista que se ofrece en 'Fuentes primarias' concierne solo a las cabeceras examinadas en esta investigación.

TÍTULO COMPLETO: *Mercurio literario o memoria sobre todo género de ciencias y artes, colección de piezas eruditas y curiosos fragmentos de literatura, para la utilidad y diversión de los estudiosos*

LUGAR DE PUBLICACIÓN Y EMPRESA EDITORA: Madrid: Imprenta del Reyno; Herederos de la Viuda de Juan García Infanzón (t. V).

PERIODO DE PUBLICACIÓN: 1739-1740.

PERIODICIDAD, FORMATO, NÚMERO DE TOMOS: mensual. En 12º. Se imprimieron 5 tomos.

FUNDADOR/ES: Salvador MAÑER, Antonio María HERRERO Y RUBIRA (Borja, Zaragoza, 1714 - Madrid, 1767) y José Lorenzo DE ARENAS.

COLABORADORES PRINCIPALES: OTROS COLABORADORES: el alférez de navío y miembro de la Real Academia de la Historia Manuel RODRÍGUEZ DE IDIÁQUEZ Y CUÉLLAR (s. XVII - después de 1750), publica en el *Mercurio*, en 1739, el *Discurso físico-mathemático*.

DISCURSOS MERCURIALES

TÍTULO COMPLETO: *Discursos mercuriales: memorias sobre la agricultura, marina, comercio, y artes liberales, y mecánicas*.

LUGAR DE PUBLICACIÓN Y EMPRESA EDITORA: Madrid. Imprenta de Gabriel Ramírez; imprenta de los Herederos de Lorenzo Mojados.

PERIODO DE PUBLICACIÓN: 1755-1756

PERIODICIDAD, FORMATO, NÚMERO DE TOMOS: bimensual. Se publicaron 20 números.

FUNDADOR/ES: Juan Enrique de GRAEF

OBSERVACIONES: la revista diserta monográficamente acerca de cuestiones de interés general: agricultura, comercio, historia... Los artículos se suceden sin aparente orden en lo que se refiere a los temas tratados. Cada número, de 80 a 90 páginas, consta de 6 o 7 escritos de carácter divulgativo.

DIARIO NOTICIOSO

TÍTULO COMPLETO / TÍTULOS ALTERNATIVOS: *Diario noticioso, curioso, erudito y comercial público y económico / Diario noticioso universal*

LUGAR DE PUBLICACIÓN Y EMPRESA EDITORA: Madrid: Imprenta del *Diario*.

PERIODO DE PUBLICACIÓN: 01-02-1758 a 09-06-1779;

PERIODICIDAD, FORMATO, NÚMERO DE TOMOS: diario; *in-folio*.

FUNDADOR/ES: Francisco Mariano NIPHO Y CAGIGAL (1719-1803).

COLABORADORES PRINCIPALES: Francisco M. NIPHO (hasta mayo, 1759); Juan Antonio LOZANO.

OBSERVACIONES: dejó de publicarse desde julio de 1776 a diciembre de 1777, y de nuevo entre 1782 y junio de 1786. Cambió de cabecera en varias ocasiones (véase, *infra*, *Diario curioso*, y *Diario de Madrid*).

MEMORIAL LITERARIO

TÍTULO COMPLETO / TÍTULOS ALTERNATIVOS: *Memorial literario, instructivo y curioso de la Corte de Madrid / Memorial Literario y curioso de la Corte de Madrid*

LUGAR DE PUBLICACIÓN Y EMPRESA EDITORA: Madrid: Imprenta Real, hasta noviembre de 1790; García y compañía en 1801; Vega y compañía, a partir de 1802.

PERÍODO DE PUBLICACIÓN: de enero de 1784 a enero de 1791; de julio de 1793 a diciembre de 1797; de enero a septiembre de 1801; de enero de 1802 a diciembre de 1806; de enero a mayo de 1808 y, en el mismo año, octubre y noviembre.

PERIODICIDAD, FORMATO, NÚMERO DE TOMOS: mensual. Se editó quincenalmente entre septiembre de 1787 y diciembre de 1790, o enero de 1791 [Hartzenbusch, 1894, Aguilar Piñal, 1978]. El *Memorial* volvió a publicarse mensualmente desde julio de 1793 hasta diciembre de 1804. En su última etapa, a partir de 1805, tuvo periodicidad trimestral. En 8°. Se publicaron 52 tomos

FUNDADOR/ES: Joaquín EZQUERRA (o ESQUERRA), en colaboración con Pedro Pablo TRULLENC (o TRULLERO), hasta finales de 1789 ¿principios de 1790? Con José CALDERÓN DE LA BARCA, de 1793 à 1797; en colaboración con Pedro María DE OLIVE (1767-1843), de enero de 1801 a junio de 1804. Entre 1804 à 1808, José María y Mariano CAR-

NERERO están a cargo de la publicación. En la última etapa, 1808, la responsabilidad editorial recae en Mariano DE CARNERERO, Andrés DE MOYA LUZURIAGA, y Cristóbal DE BEÑA.

DIARIO CURIOSO

TÍTULO COMPLETO: ***Diario curioso, erudito, económico y comercial***,

LUGAR DE PUBLICACIÓN Y EMPRESA EDITORA: Madrid: Imprenta de Manuel González.

PERIODO DE PUBLICACIÓN: 01/07/1786 al 31/12/1787

PERIODICIDAD, FORMATO, NÚMERO DE TOMOS: véase, *supra*, *Diario noticioso*.

FUNDADOR/ES: Santiago THEWIN (Jacques THEVIN). Era ciudadano francés.

OBSERVACIONES: en julio de 1786, el *Diario noticioso* cambia el nombre a *Diario curioso, erudito, económico y comercial*, de 01/07/1786 a 31/12/1787. De contenidos más variados que el anterior. Habitualmente, consta de cuatro páginas. Distingue entre opinión e información. Incluye artículos eruditos y noticias diversas, incluyendo apuntes locales.

CORREO DE LOS CIEGOS DE MADRID

LUGAR DE PUBLICACIÓN Y EMPRESA EDITORA: Madrid: Imprenta Real; Hilario Santos; José Herrera.

PERIODO DE PUBLICACIÓN: 10/10/1786 a 24/02/1791. La publicación del periódico se interrumpió en dos ocasiones: del 30 de marzo al 18 de abril de 1787 y, siempre el mismo año, del 29 de septiembre al 10 de octubre.

PERIODICIDAD, FORMATO, NÚMERO DE TOMOS: bisemanario (martes y viernes). A partir del 18 de abril de 1787, martes y viernes. El 13 de octubre de 1790, la revista pasó a una frecuencia semanal, apareciendo los miércoles. 8 tomos; 422 números.

FUNDADOR: José Antonio MANEGAT.

COLABORADORES PRINCIPALES: Manuel CASAL (“Lucas Alemán y Aguado”); Manuel María AGUIRRE, (“Militar Ingenuo”); Cayetano CANO.

OTROS COLABORADORES: José CADALSO (publicación de *Cartas marruecas*; Juan Pablo FORNER; Tomás de IRIARTE; Juan MELÉNDEZ VALDÉS)

OBSERVACIONES: es una publicación que combina apuntes de literatura (en sentido lato), noticias y textos diversos, presentados al director. El 1 de abril de 1787 cambia el nombre por el de *Correo de Madrid*

ESPÍRITU DE LOS MEJORES DIARIOS

TÍTULO COMPLETO: *Espíritu de los mejores diarios que se publican en Europa. Dedicado a los Literatos y Curiosos de España*

LUGAR DE PUBLICACIÓN Y EMPRESA EDITORA: Madrid: Imprenta de González, desde el 1 de diciembre de 1788, y Antonio Espinosa a partir del 24 de mayo de 1789.

PERIODO DE PUBLICACIÓN: 2/07/1787 a 14/02/1791

PERIODICIDAD, FORMATO, NÚMERO DE TOMOS: se publica los lunes, jueves y sábados. A partir del 21 de abril de 1788 la frecuencia es semanal (lunes). 11 tomos.

FUNDADOR/ES: Cristóbal CLADERA I COMPANY.

DIARIO DE MADRID

LUGAR DE PUBLICACIÓN Y EMPRESA EDITORA: Madrid: Hilario Santos.

PERIODO DE PUBLICACIÓN: 01/01/1788 a 31/03/1825 [30/06/1917]

PERIODICIDAD, FORMATO, NÚMERO DE TOMOS: diario; in-folio.

FUNDADOR: Santiago THEVIN (hijo del periodista de origen francés citado *supra*)

COLABORADORES PRINCIPALES: CAPMANY; CIENFUEGOS.

OBSERVACIONES: tercera etapa del periódico fundado por Nipho. Su objetivo, según declara, es: “despertar la aplicación y el gusto por el estudio de todas las clases de ciudadanos”. Diario oficialista y conservador. No le afecta la supresión de las publicaciones periódicas de 24 de febrero de 1791. En 1825 cambió de nuevo de cabecera, pasando a llamarse *Diario de avisos de Madrid*. Con el título *Diario oficial de Avisos de Madrid*, se publicó hasta 1917.

PUBLICACIONES PERIÓDICAS EXTRANJERAS

Giornale de Letterati d'Italia (Venezia: Gio. Gabbriello Ertz, 1710-1740). Fundado por Scipione MAFFEI, Antonio VALLISNERI e Apostolo ZENO

Acta Eruditorum. (Lipsiae [Leipzig]: Christophori Guntheri, 1682-1782). Fundado por Otto MENKE.

Nova Acta Eruditorum. (Lipsiae: Bernhardi Christoph BREITKOPFII, 1732-1782)

Le Journal des Sçavans (Paris: Jean Cusson, 1665-1792). Fundado por Denis DE SALLO.

Mémoires pour l'histoire des sciences et des beaux-arts o *Journal de Trévoux* (Trévoux: Imprimerie de S.A.S, 1701-1767).

Journal Encyclopédique (1756-1793) (Bouillon: l'Imprimerie du Journal, 1756-1793). Fundado por Pierre ROUSSEAU.

L'esprit des journaux français et étrangers, ouvrage périodique et littéraire (Liège: Jean-Jacques Tutot, 1772-1812). Fundado por Jean-Jacques TUTOT.

Observations sur la physique, sur l'histoire naturelle et sur les arts (Paris: Hotel de Thou, 1773-1793). Fundada por Jean-Baptiste François ROZIER.

SEMINARIO DE NOBLES DE MADRID.

— *Conclusiones mathematicas dedicadas al serenísimo Principe Don Fernando. Defendidas por Don Phelipe Antonio Ramos, Seminarista en el Real de Nobles de esta Corte. Presididas por el R.P. Gaspar Alvarez de la Compañía de Jesus, Maestro de Mathematicas en el mismo Real Seminario. El día (--) de Mayo de 1733.*

— *Conclusiones mathematicas dedicadas al serenísimo Infante Don Phelipe. Defendidas por Don Antonio Bustillo, Don Joseph Avellaneda, Don Vicente de Borja, Don Martín de Areyzaga y Don Joachim Palacio, Seminaristas en el Real de Nobles de Madrid. Presididas por el R.P. Gaspar Alvarez de la Compañía de Jesus, Maestro de Mathematicas en el mismo Real Seminario. El día 3 de Octubre, año de 1734.*

— *Conclusiones de Physica experimental que defenderá en presencia de los reyes Nuestros Señores Don Fernando el VI y Doña Bárbara (que Dios guarde), Don Gaspar*

de Molina, Marqués de Ureña, Teniente de Capitán del Regimiento de Caballería de Granada, y Seminarista del Real Seminario de Nobles de Madrid. La presidirá el P. Antonio Zacagnini de la Compañía de Jesús el día de abril de MDCCLVII. Dedícalas a la Reyna, N.^{ra} S.^{ra} el Real Seminario (Madrid: Joachim Ibarra, 1757).

— *Conclusiones de physica experimental que defenderán en presencia de los Reyes, Nuestros Señores, Don Carlos III y D.^a María Amelia de Saxonia (que Dios guarde), Don Pedro de Silva y Sarmiento, del Cuerpo de Reales Guardiamarinas, y Don Patricio Sarsfield, Seminaristas del Real Seminario de Nobles de Madrid, el día 6 de julio de MDCCLX. Las presidirá el Padre Antonio Zacagnini, de la Compañía de Jesús. Dedícalas a la Reina, Nuestra Señora, el Real Seminario (Madrid: Joaquim Ibarra, 1760).*

— *Conclusiones mathematicas defendidas en el Real Seminario de Nobles en presencia de sus Mgjestades Catholicas, los Reyes Nuestros señores (que Dios guarde), por D. Joseph Caamaño y Gayoso (Seminarista en dicho Real Seminario), presididas por el P. Estevan Bramieri de la Compañía de Jesús, dedicadas al Rey Nuestro Señor D. Fernando VI, por el Seminario como a su unico patron (Madrid: Joaquín Ibarra, 1757).*

— *Conclusiones mathematicas defendidas en el Real Seminario de Nobles en presencia de sus Majestades Catholicas, los Reyes Nuestros señores (que Dios guarde), por D. Leandro Carrillo, Cadete de las Reales Guardias Españolas, y D. Edmundo Sarsfield, conde de Kilmalock, Seminaristas en dicho Real Seminario, presididas por el P. Estevan Bramieri de la Compañía de Jesus, dedicadas al Rey Nuestro Señor, D. Carlos III, por el Seminario como a su único patrón (Madrid: Joachim Ibarra, 1760).*

— *Conclusiones mathematicas defendidas en el Real Seminario de Nobles en presencia de sus Magestades Catholicas, los Reyes Nuestros señores (que Dios guarde), por D. Leandro Carrillo, Cadete de las Reales Guardias Españolas, y D. Edmundo Sarsfield, conde de Kilmalock, Seminaristas en dicho Real Seminario, presididas por el P. Estevan Terreros de la Compañía de Jesus, dedicadas al Rey Nuestro Señor, D. Carlos III, por el Seminario como a su unico patron (Madrid: Joaquín Ibarra, 1760).*

— *Conclusiones matemáticas, dedicadas al serenissimo, y eminentissimo Señor don Luis de Borbon, Infante de España, Cardenal de la Santa Iglesia, y Arzobispo de Toledo, y Sevilla, &. Defendidas por D. Antonio Campuzano, conde de Mansilla, D. Joseph Manuel Acedo, conde de Echauz y vizconde de Riocavado; y D. Pedro Rodriguez del Manzano, Seminaristas del Real de Nobles de Madrid. Presididas por el Reverendo Padre*

Estevan Terreros, de la Compañía de Jesus, Maestro de Mathematicas en el mismo Real Seminario. Dia 3 de noviembre de MDCCXLIV. (Madrid: Manuel Fernandez, 1744).

— *Conclusiones mathematicas dedicadas al muy alto, y poderoso Señor Don Fernando el sexto, Rey de las Españas, &. como a su unico patrono, por el Real Seminario de Nobles, por mano del Excmo. Señor Don Zenon de Somodevilla, Marquès de la Ensenada, Cavallero del Real Orden de San Genaro, del Consejo de Estado de su Magestad, & c., defendidas por Don Antonio de la Palma y León, en el año primero de esta Facultad. Don Juan Pesenti, Marquès de Monte-Corto, en el año segundo de la misma: y Don Antonio Ximenez Mesa, principiado ya el tercer año del estudio de estas Ciencias: todos tres Seminaristas en dicho Seminario Real de Nobles de Madrid. Presididas por el R. P. Esteban de Terreros y Pando, de la Compañía de Jesus, Mtro. de Mathematicas en el mismomo Real Seminario. Dia 7 del mes de marzo, Año de 1748 (Madrid: Manuel Fernandez, 1748).*

— *Conclusiones mathematicas, practicas y especulativas, defendidas en el Real Seminario de Nobles, en presencia de sus Magestades Catholicas los Reyes Nuestros Señores (que Dios guarde) por D. Juan Pesenti, Marquès de Montecorto, Seminarista en dicho Real Seminario, bajo la instrucción, y Magisterio del R.P. Estevan Terreros y Pando, de la Compañía de Jesus. Dedicadas al Rey Nuestro Señor D. Fernando el Sexto por el Seminario, como a su unico patrono (Madrid: Imprenta del Supremo Consejo de la Inquisición y de la Reverenda Camara Apostolica, 1751).*

— *Conclusiones de la Antigua y Nueva Philosophia, defendidas en el Real Seminario de Nobles de Madrid, con la asistencia Augusta de los Reyes Catholicos D. Fernando VI y Doña Maria Barbara (que Dios guarde). Por D. J.A. Horcasitas y Porras, Cavallero de la Orden de Calatrava. Bajo la dirección del R.P. Joseph Antonio Calzado de la Compañía de Jesus, Profesor de Philosophia en el mismo Real Seminario (Madrid: Gabriel Ramirez, 1751).*

— *Theses philosophicae, atque systema physicum experimentale, quod in scholis Regii Madritani Nobilium Seminarii publico certamini offerunt D. Petrus Cevallus et Guzman et D. Vitalis Lopez de Azcuitia, eiusdem Regii Seminarii alumni, quos, se ipsum, et has leves eorum primitias in grati animi sui officium, ac obsequium idem Seminarium D.O.C.Q. Catholico, Ac potentissimo Hispaniarum Regi Ferdinando VI, patrono suo clementissimo, atque optimo principi, etc. etc. Praeside R.P. Josepho Antonio Calzado, in eodem seminario philosophiae professore (Madrid: Joachim Ibarra, 1754).*

— *Exercicios literarios o examen que harán algunos caballeros seminaristas de las facultades que se enseñan en este Real Seminario de Nobles en Madrid bajo la dirección de los PP. de la Compañía de Jesús* (Madrid: Ibarra, 1764, 1765, 1766).

— *Constituciones del Real Seminario de Nobles de Madrid*, (Madrid: Gabriel del Barro, 1730).

— *Constituciones del Real Seminario de Nobles de Madrid* (Madrid, 1755).

— *Plan de estudios y habilidades que por ahora se tienen y enseñan en el Real Seminario de Nobles de esta Corte* (Madrid: Ibarra, 1785).

OTRAS FUENTES

— *Exercicio de Matemáticas que ha de tener en los Reales Estudios de esta Corte D. Agustín de, Teniente del Regimiento de la Orotava en la isla de Tenerife: dia 9 de julio, a las 10 de la mañana; presidiendole D. Antonio Rosell Viciano, Catedrático de Matemáticas en los mismos Reales Estudios* (Madrid: Joaquin Ibarra, 1780).

— *Exercicio público de fisica experimental, que tendra en los Estudios Reales de esta Corte don Carlos Gimbernat y Grasot, asistiendole don Joaquin Gonzalez de la Vega, profesor interino de la misma Facultad en ellos, el dia 16 de julio por la mañana a las 9 y por la tarde a las 5* (Madrid: Alfonso Lopez, 1787).

— *Theses philosophicae et mathematicae publice propugnandae a D. Iuliano Baquero et Ruizcolino cler. phil. bac. et coll. andres. alumn. Praeside Ioanne Baptista Noguera professore valentino in Valentina Academia die xiii. mensis Iulii, anno MDCCLXXV. Hora 9. Matut.*

— *Noticia abreviada del Real Seminario patriótico vascongado: Idea general* (1777?).

— *Examen de Matemáticas, Fortificación militar, Física General y Chimia, que ha de tener el Seminarista Don Ignacio María Porcel y Aguirre, cadete de Reales Guardias Españolas en los exámenes generales de la R.S.P.B., en los días 15 y 16 de julio; y en las juntas generales de la R.S.B. en Bilbao, dia 2 de agosto a las 10 de la mañana. Baxo la dirección de Don Gerónimo Mas, profesor de Matemáticas sublimes en el R. Seminario Patriótico Bascongado* (Vitoria: Baltasar de Manteli, 1790).

AUTORES

ALEMBERT, Jean Le Rond D'. *Traité de Dynamique* (Paris: David, 1758).

— *Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides. Pour servir de suite au Traité de Dynamique* (Paris: David, 1744).

ALMEIDA, Teodoro de. *Física Experimental o Instrucciones de la Natural Filosofía* (Madrid: Imprenta Real, 1806), tomo I.

— *Cartas físico-matemáticas de Tedosio a Eugenio* (Madrid: Imprenta Real, 1792).

ÁLVAREZ, Gaspar. *Elementos geométricos de Euclides dispuestos en methodo breve y facil para mayor comodidad de los aficionados u uso del Real Seminario de Madrid* (Madrid, 1739).

AMELLER, Carlos. *Elementos de Geometria y Fisica experimental para el uso e instrucción de los alumnos del Real Colegio de Cirujia de Cadiz* (Cádiz: Manuel Jiménez Carreño, 1788).

ANDRÉS I MORELL, Juan. *Origen progresos y estado actual de toda la literatura* (Madrid: Sancha, 1784-1806), tomo VIII.

B

BAILLY, Jean Sylvain. *Histoire de l'astronomie moderne* (Paris: de Bure, 1779), tomo II.

BAILS, Benito. *Principios de matemáticas: donde se enseña la especulativa, con su aplicacion a la dinámica, hydrodinámica, óptica, astronomía, geografia, gnomónica, arquitectura, perspectiva, y al calendario* (Madrid: Ibarra, 1776).

— *Elementos de Matemáticas* (Madrid: Ibarra, 1779-1804).

— «Elogio de Don Jorge Juan», en Benito Bails, *Principios de Matemática* (Madrid: Joaquín Ibarra, 1776).

BARTHELEMY SALGUES, Jacques. *De Paris des moeurs de la littérature et de la philosophie* (Paris: Dentou, 1813).

BERNI Y CATALÀ, Juan Bautista. *Filosofía racional natural metafísica y moral* (Valencia: Antonio Bordazar, 1736).

BERNIER, François. *Abregé de la philosophie de Gassendi* (Paris: Anisson et Posuel, 1678).

BERNOUILLI, Jean. *Discours sur les loix de la communication du mouvement* (Paris: Claude Jombart, 1727).

BEZOUT, Étienne. *Cours de mathématiques à l'usage des gardes du pavillon et de la marine*

(Paris: Musier fils, 1764-1770).

BOERHAAVE, Hermann. *Elementa Chemiae* (Paris: Guillaume Cavalier, 1733).

BOIX Y MOLINER, Miguel Marcelino. *Hipócrates aclarado y Galeno impugnado por estar fundado sobre los aforismos de Hipócrates no bien entendidos que son el tercero y veinte y dos del primer libro* (Madrid: Blas de Villanueva, 1716).

BONOT DE CONDILLAC, Étienne. *La Logique ou les premières developemens de l'art de penser. Collection complète des œuvres de M. l'abbé de Condillac* (Paris, 1780).

BORDAZAR DE ARTAZU, Antonio. *Proporción de monedas pesos y medidas con principios prácticos de Aritmética i Geometría para su uso* (Valencia: Bordazar, 1736).

BOSSUT, Charles. *Traité élémentaire de Méchanique et Dinamique appliqué principalement au mouvement des Machines* (Paris: Thesin, 1763).

— *Traité élémentaire de Méchanique Statique avec de notes sur quelques endroits* (Paris: Jombert, 1772).

BOUGUER, Pierre. *La Figure de la Terre déterminée par les Observations de Messieurs Bouguer et de la Condamine de l'Académie Royal des Sciences envoyés par ordre du Roy au Pérou pour observer aux environs de l'Equateur. Avec une relation abrégée de ce voyage qui contient la description du Pays dans lequel les Opérations ont été faites* (Paris: Jombert, 1749).

BRESCIA, Fortunato de. *Philosophia sensum mechanica ad usos académicos accommodata* (Brixiae: Rizzardi, 1735).

BURNET, Thomas. *Archaeologiae Philosophicae or The Ancient Doctrine concerning the Original of Things* (London: J. Fisher, 1736).

C

CAPMANY, Antonio. *Teatro histórico de la elocuencia española* (Madrid: Antonio de Sancha, 1786).

CASSANI, Joseph. *Escuela militar de fortificación defensiva y ofensiva. Arte de fuegos y de escuadronar* (Madrid: Gonzalo de Reyes, 1705).

CASTEL, Louis. *Le vrai systéme de physique general de M. Isaac Newton* (Paris: Claude-François Simon, 1743).

CASTRO, Pedro de. *Causas eficientes y accidentales del fluxu y refluxu del mar* (Madrid: Manuel Ruiz de Murga, 1694).

CELIS, Isidoro de. *Elementa Philosophiae* (Madrid: Imprenta Real, 1787), tomo II.

CHAMBERS, Ephraim. *Cyclopaedia: or an Universal Dictionary of Arts and Sciences* (London,

1741).

— *Dizionario Universale delle Arti e delle Scienze* (Venezia: Giambatista Pascuali, 1748-49).

— *Ciclopedia o vero dizionario universale delle arti e delle scienze* (Napoli: Giuseppe de Bonis, 1747-1754).

— *Dizionario Universale delle Arti e Scienze di Efraimo Chambers* (Genova: Tarigo, 1770).

CLAIRAUT, Alexis. «De l'aberration apparente des étoiles causée par le mouvement progressif de la lumière» *Histoire de l'Académie Royale de Sciences* 1737 (Paris: L'Imprimerie Royale, 1740). *Mémoires* 05-227.

— *Theorie de la figure de la Terre tirée des principes de l'Hydrostatique* (Paris: Durand, 1743).

CONDAMINE, Charles de La. *Mesure de trois premiers degrés du méridien dans l'hémisphère austral tirée des observations de Mrs. de l'Académie Royale des Sciences envoyés par le Roi sous l'Équateur. Avec le journal servant à l'introduction historique* (Paris: L'Imprimerie Royale 1751).

— *Viaje a la América meridional* (Madrid: Espasa Calpe, 1999).

CORSINI, Eduardo. *Institutiones Philosophicae ad usum scholarum piarum* (Venetiis: Typographia Balleoniana, 1743).

D

DERHAM, Willem, «Experimenta & Observationes de Soni Motu Aliisque ad id Attinentibus», *Philosophical Transactions* (1683-1775), vol. 26 (1708-1709) (London: Royal Society), 2-35.

DESCARTES, René, *Le Monde*.

— *Principia Philosophicae*.

DIAZ VALDES, Pedro. *Tratados sobre la Física del clero* (Barcelona: Manuel Texero, 1806).

E

ÉMOND, G. *Histoire du Collège Louis Le Grand depuis sa fondation jusqu'en 1830* (Paris, 1845).

EULER, Leonhard. *Mechanica sive motus scientia analytice exposita* (Petropoli [San Petersburg]: ex Typographia Academiae Scientiarvm, 1736).

F

FEIJOO, Benito Geronimo. *Theatro critico universal o discursos varios en todo genero de materias para desengaño de errores comunes* (Madrid: Lorenzo Francisco Mojados, 1726), tomo I (Madrid: Francisco del Hierro y herederos, 1728-1740).

— *Ilustracion apologetica al primero y segundo tomo del Theatro critico* (Madrid: Francisco

del Hierro, 1729).

— *Cartas eruditas y curiosas en que por la mayor parte se continúa el designio del Theatro critico universal impugnando o reduciendo a dudosas varias opiniones comunes* (Madrid: Herederos de Francisco del Hierro, 1742-1753), tomos I-IV (Madrid: Joachim Ibarra, 1760), tomo V.

— *Justa repulsa de inicuas acusaciones* (Madrid: Antonio Pérez de Soto, 1749).

FERNÁNDEZ NAVARRETE, Francisco. *Ephemerides barometrico-medicas matritenses, para el mas puntual, y exacto calculo de las observaciones que han de ilustrar la Historia Natural, y Medica de España, extractadas de Orden de la Real Academia Médico-Matritense* (Madrid: Imprenta Real, 1737-1738).

— *Disertación sobre la historia de la náutica y de las ciencias matemáticas* (Madrid: Real Academia de la Historia, 1846).

FONTENELLE, Bernard le Bovier de. *Éléments de la Géometrie de l'infini* (Paris: L'Imprimerie Royale, 1727).

G

GAUTIER, Hubert. *La Bibliothèque de Philosophes et des Savans* (Paris: André Cailleau, 1723), tomo I.

GOMEZ URIEL, Miguel. *Bibliotecas antigua y nueva de escritores aragoneses aumentadas y refundidas en forma de diccionario bibliográfico-biográfico* (Zaragoza: Calixto Ariño, 1884), tomo II.

H

HERRERO Y RUBIRA, Antonio María. *Physica moderna experimental sistemática donde se contiene lo más curioso y útil de cuanto se ha descubierto en la naturaleza* (Madrid: s/n, 1738).

— *Dissertacion metheorologica sobre el Phenomeno o aurora septentrional que se descubrió en el orizonte de Madrid el dia 16 de Diciembre de este año de 1737* (Madrid: Joaquín Sánchez, 1737).

HURTADO DE MENDOZA, Pedro. *Espejo geographico* (Madrid: Juan García Infanzon, 1690).

J

JUAN Jorge, ULLOA, Antonio de. *Observaciones Astronomicas y Phisicas hechas de orden de S. Mag. en los Reynos de Peru de las cuales se deduce la Figura y Magnitud de la Tierra y se aplica a la Navegación* (Madrid: Juan de Zuñiga, 1748).

- *Observaciones Astronomicas y Phisicas hechas de orden de S. Mag. en los Reynos de Peru de las cuales se deduce la Figura y Magnitud de la Tierra y se aplica a la Navegación. Corregidas y enmendadas por el autor* (Madrid: Imprenta Real de la Gaceta, 1773).
- JUAN SANTACILIA, Jorge. «Estado de la Astronomía en Europa», en *Observaciones astronómicas y phisicas hechas de Orden de su Magestad en los Reynos del Perú* (Madrid: Imprenta Real de la Gazeta, 1773), s/n.
- *Compendio de navegación para el uso de los cavalleros guardias-marinas* (Cádiz: Academia de Guardias-marinas, 1757).
- *Examen Maritimo Theórico Práctico ó Tratado de Mechanica aplicado a la Construcción Conocimiento y Manejo de Navíos y demás Embarcaciones* (Madrid: Francisco Manuel de Mena, 1771).
- *Examen Maritimo Theórico Práctico ó Tratado de Mechanica aplicado a la Construcción Conocimiento y Manejo de Navíos y demás Embarcaciones* (Madrid: Imprenta Real, 1793).
- JUAN SANTACILIA, Jorge, ULLOA. Antonio de Ulloa *Relacion historica del viage a la America meridional hecho de Orden de S. Mag. para medir algunos grados de meridiano terrestre y venir por ellos en conocimiento de la verdadera Figura y Magnitud de la Tierra con otras varias Observaciones Astronomicas y Phisicas* (Madrid: Antonio Marin, 1748).

L

- LALANDE, Joseph Jérôme. *Astronomie* (Paris: Desaints, 1771).
- LATASSA Y ORTÍN, Félix de. *Biblioteca nueva de escritores aragoneses que florecieron desde el año 1500* (Pamplona: Joaquín de Domingo, 1801), tomo V.
- LE GENDRE, Gilbert Charles. *Traité historique et critique de l'opinion* (Paris: Briasson, 1741), tomo V.
- LE MAUR, Carlos, *Discurso sobre la astronomía, ò introducción al conocimiento de los fenómenos astronómicos, sus leyes, su causa y su aplicación à los usos de la vida civil* (Madrid: Imprenta de Francisco Xavier García, 1762).
- LÓPEZ, Tomás. *Cosmografía Abreviada: uso del globo celeste y del terrestre* (Madrid: Viuda de Ibarra, 1786).
- LOSSADA, Luis de. *Cursus Philosophici Regalis Collegii Salmanticensis Societatis Jesu: in tres partes divisi: prima [-tertia] pars* (Salamanca: Franciscis Garcia ab Honorato & San Miguel, 1724-1735).

M

MAIANS I SISCAR, Gregori, *Epistolario*, vol. II.

<https://bivaldi.gva.es/es/corpus/unidad.do?idUnidad=48138&idCorpus=20000>.

MAIRAN, Dortous de. «Memoire sur la cause generale du froid en hiver et du chaleur en été» en *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, 1919. *Mémoires* 104-130.

MALEBRANCHE, Nicolas. *La Recherche de la Verité* (Paris: Palard, 1778), tomo I.

MANEGAT, Antonio.

MAÑER, Salvador. *Antitheatro critico sobre el tomo tercero del Theatro critico y Replica satisfactoria primera y segunda parte a la Ilustracion Apologetica del P. Feyjoo. En que se descubren, manifiestan y señalan 998 errores, que podran contarse por los margenes* (Madrid, 1731).

— *Antitheatro critico, sobre el primero y segundo tomo del Theatro critico universal*. (Madrid, 1729).

— *Crisol critico theologico historico politico physico y mathematico* (Madrid: Bernardo Peralta, 1734), tomos I y II.

MARAT, Jean Paul. *Découvertes sur la lumière constatées par un une suite d'expériences nouvelles* (Paris: Méquillon, 1788)

MARIE, Joseph François *Traité de Mécanique* (Paris: Desaint, 1774).

MARIOTTE, Edme. *Oeuvres de M. Mariotte* (Leiden: Pierre Vander 1717), tomo I.

MARTÍNEZ, Martín. *Philosophia Sceptica, extracto de la physica antigua y moderna, recopilada en dialogos entre un Aristotelico, Cartesiano, Gassendista, y Sceptico, para instruccion de la curiosidad Española* (Madrid: s/n, 1730).

MARTINO, Nicolà di. *Elementa statices in tyronum gratiam tumultuario studio concinnata* (Nápoles: Felices Mosca, 1727).

MAUPERTUIS, Pierre Louis Moreau. *Discours sur les différentes figures des astres* (Paris, 1742).

— «Les loix du mouvement et du repos déduits d'un principe métaphysique» *Histoire de l'Académie Royale des Sciences et de Belles Letres* (Berlin: Haude, 1746), 267-294.

— *La figure de la Terre déterminée par les observations des Messieurs de Maupertuis Clairaut Camus Le Monnier de l'Académie Royale de France et de M. l'abbé Outhier correspondant de la même Académie accompagnés de M. Celsius professeur d'Astronomie à Upsal faites par ordre du Roi au cercle polaire* (Paris: Imprimerie Royale, 1738).

— *Astronomie Nautique Ou Élémens d'Astronomie tant pour un Observatoire fixe que pour un Observatoire mobile* (Paris: Imprimerie Royale, 1743).

MERCIER, Louis-Sébastien. *Mon bonnet de nuit*, (Neuchatel, Imprimerie de la Societé Typographique, 1785), tomo I.

MICHELOTTI, Francesco Domenico. *Sperimenti idraulici principalmente diritte a confermare la teorica ed a facilitare la pratica del misurare le acque correnti* (Torino: Reale Stamperia, 1771), tomo II.

MUSSCHENBROEK, Pierre van. *Cours de physique expérimentale et mathématique* traduit par M. Sigaud de la Fond (Paris: chez P. Fr. Didot le jeune, 1769), tomo I.

— *Elementa physicae conscripta in usus academicos* (Venetiis: Joannem Baptistam Recurti, 1745).

N

NÁJERA, Juan de. *Desengaños filosóficos. Primero en que se demuestra que las Razones Seminales de San Agustín admitidas y explicadas por los Doctores solemnes no son los Compendios Cartesianos. Segundo en que se reducen los nuevos sistemas philosophicos excepto el Cartesiano a el Aristotélico de las Escuelas por la clave de la famosa distinción de potencia y acto. Tercero en que se concluye que la Philosophia de las Escuelas obtiene de justicia la primacía que posee sobre las modernas por autoridad por experiencia y por razón* (Sevilla: Imprenta Siete Revueltas, 1737).

NEWTON, Isaac. *Opticks: or a treatise of the reflection refractions inflections and colours of light* (London: Williams Innys, 1730).

— *Traité d'optique* (Paris: Chez Leroy, 1787), tomo II.

NICERON, Jean Pierre. *Mémoires pour servir à l'histoire des hommes illustres* (1727-1745), tomo XXI.

NOLLET, Jean-Antoine. *Leçons de Physique expérimentale* (París: Guerin, 1753).

— *Programme ou Idée général d'un Cours de Physique Expérimentale* (Paris: Le Mercier, 1738).

— *Lettres sur l'électricité* (Paris: Guerin et Delatour, 1760).

— *Ensayo de la electricidad de los cuerpos* (Madrid: Imprenta del Mercurio, 1747).

— *Lecciones de Física Experimental* (Madrid: Joaquín Ibarra, 1757).

P

PAULIAN, Aimé-Henri. *Dictionnaire de Physique portatif* (Avignon: Girard, 1758), tomo I.

PIQUER ARRUFAT, Andrés. *Física moderna racional y experimental* (Valencia: Pascual García, 1745).

— *Logica moderna o Arte de hallar la verdad y perficionar la razón* (Valencia: Joseph Garcia, 1747).

PITCAIRN, Archibald. *Elementa medicinae physico-mathematica* (Venecia: Antonio Bortoli,

1733).

POLINIERE, Pierre. *Expériences de Physique* (Paris, 1734), tomo I.

PORCEL Y AGUIRRE, Ignacio. *Examen de Matemáticas, Fortificación militar, Física General y Chimia, que ha de tener el Seminarista Don Ignacio María Porcel y Aguirre, cadete de Reales Guardias Españolas en los exámenes generales de la R.S.P.B., en los días 15 y 16 de julio; y en las juntas generales de la R.S.B. en Bilbao, día 2 de agosto a las 10 de la mañana. Baxo la dirección de Don Gerónimo Mas, profesor de Matemáticas sublimes en el R. Seminario Patriótico Bascongado* (Vitoria: Baltasar de Manteli, 1790).

PREVOST D'EXILES, Antoine François. *Le Pour et le Contre. Ouvrage périodique d'un gout nouveau* (Paris: chez Didot, 1735), tomo VI.

PURCHOT, Edmond. *Institutiones Philosophicae ad faciliorem veterum ac recentiorum philosophorum lectionem comparatae* (Lugduni: Antonio Boudet, 1711).

PYENSON, Lewis, Jean François GAUVIN, dir. *L'Art d'enseigner la physique. Les appareils de démonstration de Jean Antoine Nollet 1700-1770* (Québec: Éditions du Septentrion, 2002).

R

REGNAULT, Noël. *Entretiens physiques d'Aristide et d'Eudoxe* (París: Damonville, 1737).

RODRÍGUEZ DE CAMPOMANES, Pedro. *Noticia de la vida y obras del muy ilustre y reverendo padre don fray Benito Gerónimo Feijoo monge benedictino de la congregación de España Catedrático de Prima de Teología jubilado de la Universidad de Oviedo Maestro general de su orden del Consejo de Su Majestad* (Madrid: Imprenta Real de la Gaceta, 1765).

ROHAULT, Jacques. *Traité de physique* (Paris: Guillaume Desprez, 1682).

ROLLIN, Charles. *Traité des Études* (Paris: Estienne, 1741), tomo II.

S

SANZ, Miguel. *Breve noticia de la vida del Excmo. Sr. D. Jorge Juan y Santacilia reducida a los hechos de sus Comisiones Obras y Virtudes que a instancia de sus Apasionados presenta al público su Secretario D. Miguel Sanz Oficial segundo de la Contaduría principal de Marina*. Estudio preliminar edición y notas de Armando Alberola Romá y Rosario Die Maculet (Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2013).

SARMIENTO, Martín. *Demonstracion critico-apologetica del Theatro critico* (Madrid: Vda. de Francisco del Hierro, 1732).

SAVÉRIEN, Alexandre. *Histoire des philosophes modernes. Avec leur portrait dans le Gout du*

Crayón (París, 1766-1799).

— *Dictionnaire Universel de Mathématiques et de Physique* (Paris: Rollin, Jombert, 1753).

SEIXAS Y LOBERA, Francisco de. *Theatro naval hydrographico* (Madrid: Antonio de Zafra, 1688).

SEMPERE Y GUARINOS, Juan. *Ensayo de una Biblioteca española de los mejores escritores del reynado de Carlos III* (Madrid: Imprenta Real, 1785-1789).

— *Historia del luxo y de las leyes suntuarias en España* (Madrid: Imprenta Real, 1788).

SIGAUD DE LA FOND, Joseph Aignan. *Elementos de física teórica y experimental* (Madrid: Ibarra, 1787-1792).

—, *Éléments de physique théorique et expérimentale* (Paris: Gueffier, 1777).

SIGORGNE, Pierre. *Institutions newtoniennes ou Introduction à la philosophie de M. Newton* (Paris: J. F. Quillau fils, 1747).

SOMMERVOGEL, Carlos, ed. *Bibliothèque de la Compagnie de Jesus* (Bruxelles, 1896), vol.VII.

T

TERREROS Y PANDO, Esteban. *Diccionario castellano con las voces de ciencias y artes* [edición facsímil] (Madrid: Arco Libros, 1987).

TOSCA, Tomás Vicente. *Compendium philosophicum* (Valencia: Antonio Balle, 1721).

—, *Compendio Matemático* (Madrid: Antonio Marín, 1727).

V

VARGAS PONCE, José de. *Varones ilustres de la marina española. Vida de Don Juan Josef Navarro primer marqués de la Victoria* (Madrid: Imprenta Real, 1808).

VERNEY, Luis Antonio. *Verdadeiro metodo de estudar* (Valença: Antonio Balle, 1746), tomo II.

W X Z

WOLFF, Christian. *Elementa matheseos universae* (Ginebra: Henricum Albertum Gosse, 1740), tomo II.

XIMENO, Vicente. *Escritores del reino de Valencia cronológicamente ordenados desde el año MCCXXXVIII de la Cristiana conquista de la misma Ciudad hasta el de MDCCXLVIII* (Valencia: Joseph Estevan Dolz, 1749).

ZANCHI, Joseph. *Scientia rerum naturalium sive Physica ad usus académicos accomodata* (Viena: Aulæ Imperial. Typographum, 1748).

FUENTES SECUNDARIAS

- ABELLÁN, José Luis. *Historia crítica del pensamiento español* (Madrid: Espasa Calpe, 1988), III.
- ACOSTA GÓMEZ, Luis A. *El lector y la obra. Teoría de la recepción literaria* (Madrid: Gredos, 1989).
- ADDABO, Claudia. «The *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* in Naples», en Elizabeth Anne Boran, Mordechai Feingold ed. *Reading Newton in Early Modern Europe* (Leiden: Brill, 2017).
- AGUILAR PIÑAL, Francisco. «Diálogos de Chindulza (fragmentos sobre Madrid)», *Anales del Instituto de Estudios Madrileños*, II (1967).
- *La prensa española en el siglo XVIII. Diarios revistas y pronósticos* (Madrid: CSIC, 1978).
- «Los Reales Seminarios de Nobles en la Política ilustrada española», *Cuadernos Hispanoamericanos*, 356 (1980).
- «Entre la escuela y la universidad: La enseñanza secundaria en el siglo XVIII», *Revista de Educación*, núm. extraordinario (1988).
- *Bibliografía de autores españoles del siglo XVIII* (Madrid: CSIC, 1981-2001).
- ALBEROLA ROMÀ, Armando, Rosario DIE MACULET. «Jorge Juan y Santacilia: la visión de sus contemporáneos», en Agustín Guimerá Ravina, Víctor Peralta Ruiz, coord. *El equilibrio de los imperios: De Utrecht a Trafalgar (Actas de la VIII Reunión Científica de la FEHM, Madrid, 2005)*.
- , Cayetano MAS GALVAÑ, Rosario DIE MACULET, ed. *Jorge Juan y Santacilia en la España de la Ilustración* (Alacant: Publicacions Universitat d'Alacant, 2015).
- , Rosario DIE MACULET. *Jorge Juan y la Ciencia Ilustrada* (Madrid: Ministerio de Defensa - Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2017).
- ALBIÑANA, Salvador. «La Universitat de Valencia i els jesuïtes. El conflicte de les aules de Gramàtica (1720-1733)», *Studia Historia et Philologia in honorem M. Batllori* (1984).
- *La universidad de Valencia y la Ilustración en el reinado de Carlos III* (València: Universitat de València, 1986). Tesis doctoral.
- ALGABA CALVO, Antonio. «La difusión de la innovación. Las revistas científicas en España, 1760-1936», *Scripta Nova*, 4 (2000): <https://raco.cat/index.php/ScriptaNova/article/view/58778>.

- ÁLVAREZ BARRIENTOS, Joaquín. «El periodista en la España del siglo XVIII y la profesionalización del escritor», *Estudios de Historia Social*, 52-53 (1990).
- «Mecenazgo y escritura en los tiempos de Leandro Fernández de Moratín», *Cuadernos de Historia Moderna*, Anejos, 6 (2007).
- «Benito Jerónimo Feijoo elabora su imagen como autor», Anejos de *Dieciocho*, 5 (2019)., <http://hdl.handle.net/10261/219781>.
- ÁLVAREZ DE MIRANDA, Pedro. *Palabras e ideas: El léxico de la Ilustración temprana en España (1680-1760)* (Madrid: Anejos del Boletín de la Real Academia Española, 1992).
- ÁLVAREZ DE MORALES, Antonio. *La Ilustración y la Reforma de la Universidad en la España del siglo XVIII* (Madrid: Instituto Nacional de Administración, 1988).
- AMENEIROS RODRÍGUEZ, Rocío. *La Biblioteca de Martín Sarmiento: recepción de la Ilustración en España* (A Coruña: Universidade da Coruña, UDC/2015). Tesis doctoral.
- ANDÚJAR CASTILLO, Francisco. «La educación de los militares en la España del siglo XVIII», *Chronica Nova*, 19 (1991).
- «La Corte y los militares en el siglo XVIII», *Estudis*, 27 (2001).
- «El Seminario de Nobles de Madrid. Un estudio social», *Cuadernos de Historia Moderna*, 3 (2004).
- «El reformismo de Carlos III: mito y realidad», *Cuadernos de Historia Moderna*, 41, 2 (2016).
- ANES Y ÁLVAREZ DE CASTRILLÓN, Gonzalo. «La economía española en el siglo XVIII», en Enrique Fuentes Quintana, dir. *Economía y economistas españoles, 3. La Ilustración* (Barcelona: Galaxia Gutenberg - Círculo de Lectores, 2000).
- ARAGONÉS VALLS, Enric, Jorge ORGAZ GARGALLO. «Auroras boreales observadas en la península ibérica Baleares y Canarias durante el siglo XVIII», *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, 17 (2010).
- ARBOLEDA, Luis Carlos. «Acerca del problema de la difusión científica en la periferia: el caso de la física newtoniana en Nueva Granada (1740-1820)», *Quipu*, 4. 1 (1987).
- «Sobre una traducción inédita de los *Principia* al castellano hecha por Mutis en la Nueva Granada circa 1770», *Ideas y Valores*, 74-75 (1987).
- , Diana SOTO ARANGO. «Las teorías de Copérnico y Newton en los estudios superiores del Virreinato de Nueva Granada y en la Audiencia de Caracas. Siglo XVIII», *Quipu*, 8. 1 (1991).
- ARDAO, Arturo. *La filosofía polémica de Feijoo* (Buenos Aires: Editorial Losada, 1962).
- ARENZANA HERNÁNDEZ, Víctor. *La enseñanza de las matemáticas en el siglo XVIII en España*.

- La Escuela de matemáticas de la Real Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País* (Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 1988). Tesis doctoral.
- «Algunos aspectos de la evolución de los saberes matemáticos en Aragón en el siglo XVIII», en Joaquín Fernández Pérez, Ignacio González Tascón, ed. *Ciencia Técnica y Estado en la España Ilustrada* (Madrid: Sociedad española de historia de las ciencias y de las técnicas, 1990).
- ARIAS DE SAAVEDRA ALÍAS, Inmaculada. *Ciencia e Ilustración en las lecturas de un matemático: la biblioteca de Benito Bails* (Granada: Universidad de Granada, 2002).
- «Libros extranjeros en la biblioteca del matemático Benito Bails (1731-1797)», en María Begoña Villar García, Pilar Pezzi Cristóbal, ed. *Actas I Coloquio Internacional “Los Extranjeros en la España Moderna”. Celebrado en Málaga del 28 al 30 de noviembre de 2002*, vol. 2 (2003).
- «Las Sociedades Económicas de Amigos del País: Proyecto y Realidad en la España de la Ilustración», *Obradoiro de Historia Moderna*, 21 (2012).
- ARIEW, Roger, Alan GABBEY. «The scholastic background», en *The Cambridge History of Seventeenth Century Philosophy*. Daniel Garber and Michael Ayers, ed. (Cambridge: Cambridge University Press, 2003), vol. 1.
- , et al. *The A to Z of Descartes and Cartesian philosophy* [Recurs electrònic] (Lanham, Md.: Scarecrow Press, 2010).
- ASTIGARRAGA, Jesús. «Oikonomia y “comercio” en la versión española del *Journal Oeconomique*: los *Discursos Mercuriales* (1752-1756), de De Graef», *Cuad. hist. mod.*, 42. 1 (2017).
- AUSEJO, Elena, Francisco Javier MEDRANO SÁNCHEZ. «Construyendo la modernidad: nuevos datos y enfoques sobre la introducción del cálculo infinitesimal en España (1717-1787)», *Llull*, 33. 71 (2010).
- BACON, Francis. *Of the Proficiency and Advancement of Learning divine and human* (Philadelphia: Paul Dry Books, 2001).
- BAILLON, Jean-François. «Retraduire la Science. Le cas de l’*Optique* de Newton de Pierre Coste (1720), à Jean-Paul Marat (1787)», en Pascal Duris, dir. *Traduire la science: hier et aujourd’hui* (Pessac: Maison des Sciences de l’Home d’Aquitaine, 2008).
- BALDINI, Ugo. «The Academy of Mathematics of the *Collegio Romano* from 1553 to 1612», en Mordechai Feingold, ed. *Jesuite Science and the Republic of Letters* (Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2003).
- BARÓN FERNÁNDEZ, José. «Juan Pablo Marat y la proyectada Academia de Ciencias de Madrid

- en 178», *Medicina & historia: Revista de estudios históricos de las ciencias médicas*, 34 (1974).
- BATLLORI, Miquel. *Ratio Studiorum. L'ordenació dels estudis dels jesuïtes* (Vic: Eumo Editorial, 1999).
- BÉDAT, Claude. «Don Benito Bails, Director de Matemáticas de la Real Academia de San Fernando desde 1768 a 1797. Su biografía, su “Elogio” y sus dificultades con la Inquisición», *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, 27 (1968).
- BELTRAN MUNAR, Miquel. «Reflexiones sobre las memorias de Constantino Grimaldi», *Taula, quaderns de pensament*, 17-18 (1992).
- BENSAUDE-VINCENT, Bernardette. *L'opinion publique et la science: à chacun son ignorance* (Paris: Institut d'édition Sanofi-Synthélabo, 2000).
- , Antonio GARCIA BELMAR, José Ramón BERTOMEU-SANCHEZ. *L'émergence d'une science des manuels. Les livres de chimie en France (1789-1852)* (Paris: Éditions des Archives Contemporaines, 2003).
- BERENGUER CLARIÀ, Joaquín. *La recepció del càlcul diferencial a l'Espanya del segle XVIII. Tomàs Cerdà: introductor de la teoria de fluxions* (Barcelona: Universitat de Barcelona, 2015). Tesis doctoral.
- BERNAT, Pascual. «La Direcció d'Agricultura de la Reial Acadèmia de Ciències Naturals i Arts de Barcelona (1766-1808)», en Agustí Nieto-Galan, Antoni Roca Rosell. *La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona als segles XVIII i XIX. Història ciència i societat* (Barcelona: Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, 2000).
- BERTOMEU-SÁNCHEZ, José Ramón, Antonio GARCIA-BELMAR, Manolis PATINIOTIS, Anders LUNDGREN, coord. *Science & Education*, 15 (2006).
- «Ciencia y política durante el reinado de José I (1808-1813): el proyecto del Real Museo de Historia Natural», *Hispania. Revista Española de Historia*, 69. 233 (2009).
- BLANCO, Mónica, Carles PUIG-PLA. «The Role of Mathematics in Spanish Military Education in the 1750'; Two Transient Cases», *Philosophia Scientiæ*, 24. 1 (2020).
- BOS, H. J. M. «Mathematics and Rational Mechanics», en G. S. Rousseau, Roy Porter, ed. *The Ferment of Knowledge* (Cambridge: Cambridge University Press, 1989).
- BOSCH, M^a Dolores. «Aproximación a los hombres del periodismo español en el siglo XVIII», *Estudios de Historia Social*, 52-53 (1990).
- BRAGADO LORENZO, Javier, Ceferino CARO LÓPEZ. «La censura gubernativa en el siglo XVIII», *Hispania*, 64. 2, 217 (2004).
- BRENNI, Paolo. «Jean-Antoine Nollet et les instruments de la physique expérimentale», en Lewis

- Pyenson, Jean François Gauvin, dir. *L'Art d'enseigner la physique. Les appareils de démonstration de Jean Antoine Nollet, 1700-1770* (Quebec: Septentrion, 2002).
- BROECK, Philippe van de. *Dictionnaire des journeaux*, <http://dictionnaire-journaux.gazettes18e.fr/journal/0397-lesprit-des-journaux>.
- BROWN, Gary I. «The Evolution of the Term “Mixed Mathematics”», *Journal of the History of Ideas*, 52. 1 (1991).
- BROWNING, John D. «El padre Feijoo y el newtonianismo», *II Simposio sobre el padre Feijoo y su siglo* (Oviedo: Centro de Estudios del siglo XVIII, 1981).
- BUCHWALD, Jed Z, Sungook HONG. «Physics», en David Cahan, ed. *From Natural Philosophy to the Sciences. Writing the History of Nineteenth-Century Science* (Chicago: The University of Chicago Press, 2003).
- CANTOR, Geoffrey. «The rethoric of experiment», en David Gooding, Trevor Pinch, Simon Schaffer, ed. *The uses of experiment* (Cambridge: Cambridge University Press, 1999).
- CAPECCHI, Danilo. *The Problem of the Motion of Solid Bodies. A Historical View of the Development of Classical Mechanics* (Cham: Springer International Publishing, 2014).
- CAPEL, Horacio. «La geografía como ciencia matemática mixta. La aportación del círculo jesuítico madrileño en el siglo XVII», *Geocrítica. Cuadernos críticos de geografía humana*, 30 (1980).
- «La Geografía en los exámenes públicos y el proceso de diferenciación entre Geografía y Matemáticas en la enseñanza durante el siglo XVIII», *Areas*, 1 (1981).
- , Joan Eugeni SÁNCHEZ, Omar MONCADA. *Los ingenieros militares en España. Siglo XVIII* (Barcelona: Publicacions i Edicions de l'Universitat de Barcelona, 1983).
- , *De Palas a Minerva: la formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII* (Barcelona: Serbal/CSIC, 1988).
- , Vicente CASALS COSTA. «Los ingenieros o el matrimonio de las ciencias con las artes útiles», en Luis García Ballester, dir. *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla*, 4: siglo XVIII (Valladolid: Consejería de Educación y Cultura, Junta de Castilla y León, 2002).
- CARRETE PARRONDO, Juan, Fernando CHECA CREMADES, Valeriano BOZAL. *El grabado en España, Summa Artis*, 31 (Madrid: Espasa-Calpe, 1987).
- CASTAÑÓN DÍAZ, Jesús. *El Diario de los Literatos de España* [Extracto de la tesis doctoral del mismo título], s/f.
- *La crítica literaria en la prensa española del siglo XVIII (1700-1750)* (Madrid: Taurus, 1973).

- CEÑAL, Ramón. «Cartesianismo en España. Notas para su historia (1650-1750)», *Revista de la Universidad de Oviedo, Facultad de Filosofía y Letras*, 6 (1945).
- «Fuentes jesuíticas francesas de la erudición filosófica de Feijoo», *Cuadernos de Estudios del Siglo XVIII*, 18. 2 (1966).
- CERRUTI, Luigi. «Dante's Bones», en Kostas Gavroglu, ed. *The Sciences in the European Periphery during the Enlightenment* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999).
- CHAPARRO SÁINZ, Álvaro, Andoni ARTOLA RENEDO. «El entorno de los alumnos del Real Seminario de Nobles de Madrid (1727-1808). Elementos para una prosopografía relacional», en Álvaro Chaparro Sáinz, José María Imízcoz Beunza, ed. *Educación, redes y producción de élites en el siglo XVIII* (Madrid: Silex, 2013).
- CHARTIER, Roger. *L'ordre des livres* (Aix-en Provence: Editions Alinea, 1992).
- CLARK, William. «The death of Metaphysics in Enlightened Prusia», en William Clark Jan Gollinski, Simon Schaffer, ed. *The Sciences in Enligthened Europe* (Chicago: Chicago University Press, 1999).
- COHEN, I. Bernard. «Newton's concepts of force and mass», en I. Bernard Cohen, George E. Smith, ed. *The Cambridge Companion to Newton* (Cambridge: Cambridge University Press, 2002).
- COOLIDGE, J. L. «The unsatisfactory story of curvature», *The American Mathematical Monthly*, 59, 6 (1952).
- COOTER, Roger, Stephen PUMFREY. «Separate Spheres and Public Places: reflections on the History of Science Popularization and Science in Popular Culture», *History of Science*, 32 (1994).
- COPENHAVER, Brian. *The occult tradiction and its critics*, en *The Cambridge History of Seventeenth Century Philosophy*, I, 454-509.
- CORELL DOMÉNECH, Mavi, Víctor NAVARRO BROTONS. «Prensa y periodismo científico», en Juan José Fernández Sanz. *Doce calas en la historia de la prensa española especializada* (Guadalajara: Asociación de la Prensa de Guadalajara, 2004).
- COSTABEL, Pierre. «La signification d'un débat sur trente ans (1728-1758). La question des forces vives», *Cahiers d'Histoire de la Philosophie des Sciences*, 8 (1983).
- CRESPO DELGADO, Daniel. «Miguel Sánchez Taramas y Benito Bails dos tratados de ingeniería hidráulica de la España de la Ilustración», en Alicia Cámara Muñoz, Bernardo Revuelta Pol, ed. *La palabra y la imagen. Tratados de ingeniería entre los siglos XVI y XVIII* (Madrid: Fundación Juanelo Turriano, 2017).

- CUNNINGHAM, Andrew, Perry WILLIAMS. «De-centring the “Big Picture”: “The Origins of Modern Science” and the Modern Origins of Science», *The British Journal for the History of Science*, 26. 4 (1993).
- DAINVILLE, François. *L'éducation des jésuites (XVI-XVIII siècles)* (Paris: Les Éditions de Minuit, 1978).
- «L'enseignement scientifique dans les collèges des jésuites», en René Tatton, ed. *Enseignement et diffusion des Sciences en France au XVIIIème siècle* (Paris: Hermann, 1986).
- DEAR, Peter. *The Literary Structure of Scientific Argument. Historical Studies* (Philadelphia: University of Pennsylvania, 1991).
- *Discipline and experience. The mathematical way in the Scientific Revolution* (Chicago: Chicago University Press, 1995).
- DELGADO CRIADO Buenaventura, coord. *Historia de la educación en España y América*, 2 (Madrid: Morata, 1992-1994).
- DELPY, Gaspard. *Bibliographie des Sources Françaises de Feijoo* (Paris: Hachette, 1936).
- DEPARIS, Vincent, et al. «Investigations of Tides from the Antiquity to Laplace», en Jean Souhyet, et al. *Tides in Astronomy and Astrophysics* (Berlin Heidelberg: Springer-Verlag 2013).
- DÍAZ DÍAZ, Gonzalo. *Hombres y documentos de la filosofía española*, 2 (Madrid: CSIC, 1983).
- DIE MACULET, Rosario, Armando ALBEROLA ROMÀ. *La herencia de Jorge Juan. Muerte disputas sucesorias y legado intelectual* (Alicante: Universidad de Alicante & Fundación Jorge Juan, 2002).
- DOBBS, Betty Jo Teeter. *The Foundation of Newton's Alchemy or “The Hunting of the Green Lyon”* (Cambridge: Cambridge University Press, 1984).
- , Margaret C. JACOB. *Newton and the Culture of Newtonianism* (Amherst, N. Y.: Humanity Press, 1995).
- DUPONT-FERRIER, Gustav. *Du Collège de Clermont au Lycée Louis Le Grand (1563-1920)* (Paris: E. de Boggard, 1925).
- DURÁN GUARDEÑO, Antonio, Guillermo CURBERA COSTELLO. «Quinientos años de Matemáticas en Sevilla...y algunos menos en la Universidad», en Manuel Castillo Martos, coord. *Historia de los estudios e investigación en Ciencias de la Universidad de Sevilla* (Sevilla: Universidad de Sevilla, 2005).
- DURÁN LÓPEZ, Fernando. «Regalías, traducciones y devociones indiscretas», en Fernando Durán, ed. *Instituciones Censoras en la España del siglo XVIII* (Madrid: CSIC, 2016).
- ECHÁNOVE TUERO, Alfonso. «La preparación intelectual del P. Andrés Marcos Burriel, S. J.

- (1731-1750)», *Historia sacra*, 23. 45 (1970).
- ECO, Umberto. *Lector in Fabula. La cooperación interpretativa en el texto narrativo* (Barcelona: Lumen, 1999).
- EGIDO, Teófanos. «Los antiilustrados españoles», *Primer encuentro cultural hispano-alemán: La Ilustración en España y Alemania* (Cáceres 6-8 abril, 1988).
- *Los jesuitas en España y en el mundo hispánico* (Madrid: Marcial Pons, 2004).
- «El siglo XVIII: del poder a la extinción», en Teófanos Egido, coord. *Los jesuitas en España y en el mundo hispánico* (Madrid: Fundación Carolina & Centro de Estudios Hispánicos e Iberoamericanos, 2004).
- ELIZALDE ARMENDARIZ, Ignacio. «La influencia de Bayle y Fontenelle en Feijoo», en A. David Kossoff, *et al.*, coord. *Actas del VIII Congreso de la Asociación Internacional de Hispanistas 1983*, vol. 1 (1986).
- ELORZA, Antonio. *Cartas y discursos del militar ingenuo al Correo de los ciegos de Madrid; precedido de Sistema de sociedades patrióticas y de seminarios o casa de educación. Estudio preliminar* (San Sebastián: Patronato José María Quadrado, 1973).
- ENCISO RECIO, Luis Miguel. *Nipho y el periodismo español del siglo XVIII* (Valladolid: Universidad de Valladolid, 1956).
- «Las Sociedades Económicas de Amigos del País», en José María Jover Zamora dir. *La época de las Ilustración. El Estado y la cultura (1759-1808. Historia de España de Menéndez Pidal, XXXI-1* (Madrid: Espasa Calpe 1987).
- *Las sociedades económicas en el Siglo de las Luces* (Madrid: Real Academia de la Historia, 2010).
- ENTRAMBASGUAS, Joaquín. «Algunas noticias relativas a Don Francisco Mariano Nipho», *Revista de Filología Española*, 28 (1944).
- ESPAÑOL GONZÁLEZ, Luis, Juncal MANTEROLA ZABALA. «Antonio Gregorio Rosell y Viciano (ca. 1748-1829): *Instituciones matemáticas* (1785)», *Cuadernos dieciochistas*, 22 (2021).
- FEINGOLD, Mordechai, Andrej SVORENČÍK. «A preliminary census of copies of the first edition of Newton's *Principia* (1687)», *Annals of Science*, 77. 3 (2020). DOI: [10.1080/00033790.2020.1808700](https://doi.org/10.1080/00033790.2020.1808700).
- FELDHAY, Rivka. «The cultural field of Jesuit science», en John W. O'Malley, *et al.*, ed. *The Jesuits. Culture Sciences and the Arts 1540-1773* (Toronto: University of Toronto Press, 2000).
- FLECK, Ludwik. *La génesis y desarrollo de un hecho científico* (Madrid: Alianza Universidad, 1986).

- FONTANA, Michela, *A Jesuit in the Ming Court* (Lanham, MD: The Rowman & Littlefield Publishing Group, 2011).
- FORBES, Eric G. «Mathematical Cosmography», en G. S. Rousseau, Roy Porter, ed. *The Ferment of knowledge* (Cambridge: Cambridge University Press, 1980).
- FOUCAULT, Michel. *Les mots et les choses. Une archéologie des sciences humaines* (Paris: Gallimard, 1966).
- FUENTE, Juan Francisco, Javier HERNÁNDEZ SEBASTIÁN. *Historia del periodismo español* (Madrid: Síntesis, 1998).
- GABBEY, Alan. «New doctrines of motion», en Daniel Garber, Michael Ayers, ed. *The Cambridge History of seventeenth century philosophy* (Cambridge: Cambridge University Press 1998).
- GAGO BOHÓRQUEZ, José Ramón. «La enseñanza de la química en Madrid a finales del siglo XVIII», *Dynamis*, 8 (1984).
- GALECH AMILLIANO, Jesús Maria. *Astrología y medicina para todos los públicos: las polémicas entre Benito Feijoo Diego de Torres y Martín Martínez y la popularización de la ciencia en la España de principios del siglo XVIII* (Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, 2010). Tesis doctoral.
- GALLAND SEGUELA, Martine. *Les ingénieurs militaires espagnoles de 1710 à 1803. Étude prosopographique et sociale d'un corps d'élite* (Madrid: Casa de Velázquez, 2008).
- GARBER, Daniel. «Remarks on the Prehistory of the Mechanical Philosophy», en Daniel Garber, Sophie Roux ed. *The Mechanization of Natural Philosophy* (Dordrecht: Springer Verlag, 2013).
- GARCÍA BALLESTER, Luis, coord. *Historia de la Ciencia y de la técnica en la corona de Castilla*, 4, siglo XVIII (Valladolid: Junta de Castilla y León, 2002).
- GARCÍA BELMAR, Antonio, José Ramón BERTOMEU-SÁNCHEZ. «Pedro Gutiérrez Bueno (1745-1822): los libros de texto y los nuevos públicos de la química en el último tercio del siglo XVIII», *Dynamis*, 21 (2001).
- , José Ramón BERTOMEU-SANCHEZ. «Spanish chemistry textbooks during late 18th century», en Mordechai Feingold, Víctor Navarro Brotons, ed. *University and Science in the Early Modern Period* (Dordrecht: Springer Verlag, 2006).
- GARCÍA DÍAZ, Noelia. «Benito Jerónimo Feijoo in the Initial Stages of the Spanish Public Sphere. Some considerations», en David Jiménez Torres, Leticia Villamedina González, ed. *The Configuration of the Spanish Public Sphere* (New York: Berghahn Books, 2019).
- GARCÍA HOURCADE, Juan Luis, José Manuel VALLÉS GARRIDO. *Catálogo de la Biblioteca del*

- Real Colegio de Artillería de Segovia. I. Fondos científicos* (Segovia: Academia de Artillería de Segovia 1989).
- «Las academias de ingenieros y artilleros en el siglo XVIII. Fuentes para la Historia de la Ciencia y la Técnica en el IHCM», en Enrique Martínez Ruiz, Magdalena de Pazzis Pi Corrales, ed. *Ilustración Ciencia y Técnica en el siglo XVIII español* (València: Universitat de València, 2008).
- GARCÍA HURTADO, Manuel-Reyes. *El arma de la palabra. Los militares españoles y la cultura escrita en el siglo XVIII (1700-1808)* (A Coruña: Universidade da Coruña, 2002).
- «La participación de los militares españoles en la prensa del XVIII», *Stud. his. H.^a mod.* 32, (2010).
- «Las bibliotecas de las academias de Guardias Marinas en el siglo XVIII», en Armando Alberola Romà, et al., ed. *Jorge Juan y Santacilia en la España de la Ilustración* (Alacant: Universitat d'Alacant, 2015).
- GARMA, Santiago. «Los Matemáticos Españoles y la Historia de las Matemáticas del siglo XVII al siglo XIX», *I Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias* (Madrid, 1980).
- GASCOIGNE, John. «Ideas of Nature: Natural philosophy», *The Cambridge History of Science* (Cambridge: Cambridge University Press 2016).
- GAUKROGER, Stephen. *The Collapse of Mechanism and the Rise of Sensibility* (Oxford: Oxford University Press, 2010).
- GOLINSKI, Jan, John CHRISTIE. «The Spreading the Word: New Directions in the Historiography of Chemistry, 1600-1800», *History of Science*, 20 (1982).
- *Science as public culture: chemistry and Enlightenment in Britain, 1760-1820* (Cambridge: Cambridge University Press, 1999).
- *Making Natural Knowledge. Constructivism and the History of Science* (Cambridge: Cambridge University Press, 2005).
- GÓMEZ DE ENTERRÍA, Josefa. «Las traducciones del francés cauce para la llegada a España de la ciencia ilustrada: los neologismos en los textos de botánica», en Francisco Lafarga, coord. *La traducción en España (1750-1830). Lengua literatura cultura* (Lleida: Universitat de Lleida, 1999).
- GÓMEZ DE SALAZAR, Julio. «La Inquisición y la prensa española», *Gaceta de la prensa española*, 8. 90 (1955).
- GREENBERG, John L. *The Problem of the Earth's Shape from Newton to Clairaut* (Cambridge: Cambridge University Press, 1995).

- GRELL, Chantal, Robert HALLEUX. *Sciences techniques pouvoirs et sociétés en Europe (France Angleterre Italie Pays-Bas): de la fin du XVe siècle à la fin du XVIIIe siècle* (Paris: Armand Colin, 2016).
- GUELLEC, Maud Le. «Lorsque la presse est sa propre source: le *Correo de las damas* du baron de la Bruère (1804-1808)», *El Argonauta español*, 11 (2014): [10.4000/argonauta.1974](https://doi.org/10.4000/argonauta.1974).
- GUIJARRO MORA, Víctor. «La enseñanza de la física experimental en la Europa del siglo XVIII», *Éndoxa*, 14 (2001).
- *Los instrumentos de la ciencia ilustrada: física experimental en los Reales Estudios de San Isidro de Madrid (1770-1835)* (Madrid: UNED, 2002).
- GUILBAUD, Alexandre. «La “République des Hydrodynamiciens”, du 1738 jusqu’à la fin du 18è siècle», *Dix-huitième siècle*, 40 (2008).
- GUILLÉN, Julio F. *Los tenientes de navío Jorge Juan y Santacilia y Antonio de Ulloa y de la Torres-Guiral y la medición del meridiano* (Madrid: Caja de Ahorros de Novelda, 1973).
- GUINARD, Paul. *La Presse Espagnole du 1737 à 1791. Formation et signification d’un genre* (Paris: Centre de Recherches Hispaniques - Institut d’études hispaniques, 1973).
- HANKINS, Tomas L. *Ciencia e Ilustración* (Madrid: Siglo XXI, 1988).
- HARMAN, Peter M. *Energía, fuerza y materia. El desarrollo conceptual de la física del siglo XIX* (Madrid: Alianza Editorial, 1990).
- HARRIS, Steven. *Jesuit ideology and Jesuit Science: scientific activity in the Society of Jesus 1540-1773* (Ann Arbor: University of Michigan, 1988). Dissertation.
- HEILBRON, J. L. «Experimental natural philosophy», en G. S. Rousseau, Roy Porter, ed. *The Ferment of knowledge* (Cambridge: Cambridge University Press, 1980).
- *Elements of Early Modern Physics* (Berkeley: University of California Press, 1982).
- HELLYER, Marcus. *Catholic Physics. Jesuit Natural Philosophy in Early Modern Germany* (Notre Dame, Indiana: University of Notre Dame, 2005).
- HERNÁNDEZ, Telesforo M., Vicente LEÓN NAVARRO. «La pugna entre jesuitas y escolapios en Valencia por el control de la enseñanza secundaria (1737-1760)», *Estudis: revista de història moderna*, 24 (1998).
- HERR, Richard. *The Eighteenth-Century Revolution in Spain* (Princeton: Princeton University Press, 1969).
- HERRERO FERNÁNDEZ-QUESADA, M^a Dolores. *La enseñanza militar ilustrada: el real Colegio de Artillería de Segovia* (Segovia: Academia de Artillería, 1990).
- *El Catálogo de la Biblioteca del Real Colegio de Artillería de Segovia. II, fondos artilleros y de fortificación* (Segovia: Academia de Artillería de Segovia 1992).

- «El Real Colegio de Artillería. De la fundación a la consolidación de un modelo de centro docente militar y científico-técnico», *Revista de historia militar*, extra 1, (2014).
- «Educando a Marte. Rentabilidad de la innovación docente militar y versatilidad profesional», *Cuadernos de Historia Moderna*, 41. 2 (2016).
- HORMIGÓN, Mariano. «Las Matemáticas en la Ilustración española. Su desarrollo en el reinado de Carlos III», en Joaquín Fernández Pérez, Ignacio González Tascón ed. *Ciencia Técnica y Estado en la España Ilustrada* (Madrid: Sociedad española de historia de las ciencias y de las técnicas, 1990).
- IGLESIAS FORT, José. *La Real Academia de Ciencias Naturales y Artes en el siglo XVIII Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, (Barcelona: Ariel 1964).
- ILIFFE, Rob. «“Aplatisseur du monde et des Cassinis”: Maupertuis precision measurement and the shape of the Earth in the 1730s», *Hist. Sci.*, 31 (1993).
- JACOB, Margaret C. *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution* (Philadelphia: Temple University Press, 1988).
- JOLY, Bernard. «Stoic Influences on Sixteenth and Seventeenth-Century Theories of Tides», *Revue d'Histoire des Sciences*, 61. 2 (2008).
- JUAN, Jorge, Antonio de ULLOA. *Noticias secretas de América* (Madrid: Dastin, 2002).
- JÜTTNER, Siegfried. *Diario de los Literatos de España (1737-42): Índices (onomástico toponímico y de obras)* (Frankfurt am Main: Peter Lang Ed. International Verlag der Wissenschaften, 2008).
- KRIGE, John, Dominique PESTRE, ed. *Science in the Twentieth Century* (Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 1997).
- KUHN, Thomas S. *La estructura de las revoluciones científicas* (México: FCE 1984).
- LABRADOR HERRÁIZ, Carmen. «Estudio Histórico pedagógico», en Eusebio Gil Coria, ed. *La pedagogía de los jesuitas ayer y hoy* (Madrid: Universidad Pontificia de Comillas, 2002).
- LAFUENTE, Antonio, Manuel A. SELLÉS. «La Física en Feijoo. Tradición y renovación», en Santiago Garma Pons, coord. *El científico español ante su historia: la Ciencia en España entre 1750-1850: I Congreso de la Sociedad Española de Historia de la Ciencia, 1980*.
- «La mecánica de fluidos y la teoría de la figura de la Tierra entre Newton y Clairaut (1687-1743)», *Dynamis*, 3 (1983).
- «La cuestión de la figura de la Tierra. Los elementos de un debate científico durante la primera mitad del siglo XVIII», *Geocrítica. Cuadernos críticos de Geografía Humana*, 46 (1983).
- , Antonio J. DELGADO. «La geometrización de la Tierra: observaciones y resultados de la

- expedición geodésica hispano-francesa al virreinato del Perú (1735-1744)», *Cuadernos Galileo de Historia de la Ciencia*, 3 (1984).
- , Manuel A. SELLÉS. «El proceso de institucionalización de la Academia de Guardiamarinas de Cádiz. 1717-1748», en Javier Echevarría Ezponda, Marisol de Mora Charles, coord. *Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Historia de la Ciencia*, San Sebastián 1 a 6 de octubre de 1984, II, 153-176.
- , José Luis PESET. «Militarización de las actividades científicas en la España ilustrada (1726-1754)», en José Luis Peset Reig, ed. *La ciencia moderna y el conocimiento del Nuevo Mundo: actas de la I reunión de Historia de la Ciencia y de la Técnica de los Países Ibéricos e Iberoamericanos*, Madrid, 25 a 28 de septiembre de 1984 (Madrid: CSIC, 1985).
- , Antonio MAZUECOS. *Los caballeros del punto fijo: ciencia política y aventura en la expedición geodésica hispanofrancesa al virreinato del Perú en el siglo XVIII* (Madrid: SERBAL/CSIC, 1987).
- , Manuel A. SELLÉS. *El Observatorio de Marina de Cádiz (1753-1831)* (Madrid: Instituto de historia y cultura naval, 1988).
- «Retórica y experimentación en la polémica sobre la figura de la Tierra». Comunicación presentada en la conmemoración del II centenario de la muerte de D. Antonio de Ulloa (1995).
- , José Luis PESET. «Política científica y espionaje industrial en los viajes de Jorge Juan y Antonio de Ulloa», *Melanges de la Casa de Velázquez*, 17 (1981); y J. L. Peset Reig, dir. *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla 4, siglo XVIII* (Valladolid: Consejería de Educación y Cultura, Junta de Castilla y León, 2002).
- , Nuria VALVERDE. *Los mundos de la Ciencia en la Ilustración española* (Madrid: Fundación española para la ciencia y la tecnología, 2003).
- , et al. *Las dos orillas de la Ciencia: la traza pública e imperial de la Ilustración española* (Madrid: Marcial Pons Historia, 2012).
- , Juan PIMENTEL. «La construcción de un espacio público para la ciencia: escrituras y escenarios en la Ilustración española», en Antonio Lafuente, et al., ed. *Las dos orillas de la Ciencia. La traza pública e imperial de la Ilustración española* (Madrid: Marcial Pons, 2012).
- LARRIBA, Elisabel, «Inquisición y prensa periódica en la segunda mitad del siglo XVIII», *Cuadernos de Ilustración y Romanticismo*, 13 (2005).
- «La gravure: un élément clé de l'ambitieuse politique éditoriale de l'*Espíritu de los mejores*

- diarios literarios que se publican en Europa (1787-1791)», El Argonauta español, 7 (2010).*
- *El público de la prensa en España a finales del siglo XVIII (1781-1808)* (Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza, 2013).
- LATOUR, Bruno. *Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad* (Barcelona: Labor, 1992).
- , Steve WOOLGAR. *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos* (Madrid: Alianza Universidad, 1995).
- LEÓN NAVARRO, Vicente. *Lluita pel control de l'educació valenciana al segle XVIII: jesuïtes escolapis i il·lustrats* (Gandia: CEIC Alfons el Vell, 2010).
- LESTE, Teodoro de. «Ciencia y técnica en la Ilustración», en Enrique Martínez Ruiz, Magdalena de Pazzis Pi Corrales, ed. *Ilustración Ciencia y Técnica en el siglo XVIII español* (Valencia: Universitat de València, 2008).
- LICOPPE, Christian. *La formation de la pratique scientifique. Le discours de l'expérience en France et en Angleterre (1630-1820)* (Paris: Éditions de la Découverte, 1996).
- LOPEZ, François. «Gentes y oficios de la librería española a mediados del siglo XVIII», *Nueva revista de filología hispánica*, 33. 1 (1984).
- «El libro y su mundo», en Joaquín Álvarez Barrientos, François Lopez, Inmaculada Urzainqui ed. *La República de las Letras en la España del siglo XVIII* (Madrid: CSIC, 1995).
- LÓPEZ GÓMEZ, Antonio, Carmen MANSO PORTO. *Cartografía del siglo XVIII. Tomas López en la Real Academia de la Historia* (Real Academia de la Historia: Madrid, 2006).
- LÓPEZ PIÑERO, José María. *La introducción de la ciencia moderna en España* (Barcelona: Ariel, 1969).
- *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII* (Barcelona: Labor 1979).
- , et al. *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España* (Barcelona: Península, 1983).
- «Juan de Cabriada y el movimiento novator de finales del Siglo XVII. Reconsideración después de 30 años», *Asclepio*, 45. 1 (1993).
- , et al. *La actividad científica valenciana de la Ilustración* (València: Diputació de València, 1998).
- LOSADA VILLASANTE, Manuel y Consuelo VARELA, ed. *Actas del II centenario de Don Antonio de Ulloa* (Escuela de Estudios Hispanoamericanos – CSIC, Sevilla, 1995).
- MACOMBER, Henry P. «A census of copies of the 1687 first edition and the 1726 presentation issue of Newton's *Principia*», *Proceedings and Papers of the Bibliographical Society of America*, 47, 269-300.

- MCGUIRE James E., Piyo M. RATTANSI. «Newton y las “Flautas de Pan”», *Estud. Fil.*, 35 (2007).
- MAESTRE MAESTRE, José María. «Francisco Mariano Nipho un alcañizano fortuito: nuevos datos sobre su biografía», en José María Maestre, *et al.*, ed. *Francisco Mariano Nipho: el nacimiento de la prensa y de la crítica periodística en la España del siglo XVIII* (Madrid: CSIC, 2015).
- MALET, Antoni. «Newton in the Iberian Peninsula», en Helmut Pulte, Scott Mandelbrote, ed. *The Reception of Isaac Newton in Europe*, 129-158.
- MALTESE, Giulio. «On the Relativity of Motion in Leonhard Euler’s Science», *Arch. Hist. Exact Sci.*, 54 (2000).
- «The Ancients’ Inferno: The Slow and Tortuous Development of “Newtonian” Principles of Motion in the Eighteenth Century», en Antonio Becchi, *et al.*, ed. *Essays on the History of Mechanics. In Memory of Clifford Ambrose Truesdell and Edoardo Benvenuto* (Basel: Birkhäuser Verlag, 2003).
- MARAVALL, José Antonio. «“Feijoo el europeo” desde América», *Revista de Occidente*, 21 (1964).
- «El primer siglo XVIII y la obra de Feijoo», *II Simposio sobre el Padre Feijoo y su siglo* (Oviedo: Centro de Estudios del siglo XVIII, 1981), 1.
- MARQUINA, J. E., *et al.* «Leonhard Euler and the Mechanics of Rigid Bodies», *European Journal of Physics*, 38. 1 (2017).
- MARTÍNEZ-VERDÚ, Domingo, M. Rosa MASSA-ESTEVE. «La enseñanza del concepto de función en los tratados de Benito Bails (1731-1797)», en Carmel Ferragud, M. Rosa Massa-Esteve, ed. *Actes de la XVII Jornada sobre la Història de la Ciència i l’Ensenyament* (Barcelona: SCHCT-IEC, 2021).
- MASSA-ESTEVE, M^a Rosa, Antoni ROCA-ROSELL, Carles PUIG-PLA. «“Mixed” Mathematics in Engineering Education in Spain. Pedro Lucuce’s course at the Royal Military Academy of Mathematics of Barcelona in the Eighteenth century», *Engineering Studies*, 3 (2011).
- MENN, Stephen. «The intellectual setting», en Daniel Garber, Michael Ayers, ed. *The Cambridge History of seventeenth century philosophy* (Cambridge: Cambridge University Press, 1998).
- MÉRIDA-NICOLICH GAMARRO, Eloísa. «Las Sociedades Económicas del Amigos del País», en Buenaventura Delgado Navarro, coord. *Historia de la educación en España y América. La educación en la España Moderna (siglos XVI-XIII)* (Madrid: Morata 1992-1994).
- MERINO NAVARRO, José Patricio, Miguel RODRÍGUEZ SAN VICENTE. *Estudio introductorio a la edición facsímil de 1748* (Madrid: F.U.E. 1978).

- MESTRE SANCHIS, Antonio. «Divergencias entre ilustrados: el caso Feijoo-Mayans», *Studium ovetense*, 4 (1976).
- *Historia Fueros y actitudes políticas: Maians y la historiografía del XVIII* (València: Universitat de València, 2000).
- *Apología y crítica de España en el siglo XVIII* (Madrid: Marcial Pons, 2003).
- MINDÁN, Manuel. «Las corrientes filosóficas en la España del siglo XVIII», *Revista de filosofía*, 18. 71 (1959).
- MORENO GONZÁLEZ, Antonio. *Una ciencia en cuarentena: sobre la física en la universidad y otras instituciones académicas desde la Ilustración a la crisis finisecular del XIX* (Madrid: CSIC, 1988).
- MORENO MARTÍN, José María. «La enseñanza en la Real Compañía de Guardiamarinas en los siglos XVIII y XIX: Planes de estudios y manuales», en *300 años de la Real Compañía de la Escuela Naval. Guardiamarinas 1717-2017* (Madrid: Ministerio de Defensa, 2017).
- NADLER, Steven. «Doctrines of explanation in late scholasticism and in the mechanical philosophy», en Daniel Garber, Michael Ayers, ed. *The Cambridge History of seventeenth century philosophy* (Cambridge: Cambridge University Press, 1998).
- NAVARRO BROTONS, Víctor. *La revolución científica en España* (València: Universitat de València, 1977). Tesis doctoral.
- *Tradición y renovación en las ciencias físico-matemáticas: Tradició i canvi científic al País Valencià modern (1660-1720): les ciències físico-matemàtiques* (València: Eliseu Climent, 1985).
- «Las ciencias en la España del siglo XVII: el cultivo de las disciplinas físico-matemáticas», *Arbor*, 153 (1996).
- «Tradition and scientific change in early modern Spain: the role of the Jesuits», en Mordechai Feingold, ed. *Jesuit Science and the Republic of Letters* (Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2003).
- *Disciplinas saberes y prácticas* (València: Universitat de València, 2014).
- NAVARRO LOIDI, Juan. *Don Pedro Giannini o las matemáticas de los artilleros del siglo XVIII* (Segovia: Asociación cultural “Biblioteca de Ciencia y Artillería”, 2013).
- «La incorporación del cálculo diferencial e integral al Colegio de Artillería de Segovia», *Llull*, 36. 78 (2013).
- «Foreign influence and the mathematics education at the Spanish College of Artillery (1764-1842)», *Philosophia Scientia*, 24. 1 (2020).
- NAVARRO MALLEBRERA, Rafael, Ana María NAVARRO ESCOLANO. *Inventario de bienes de Jorge*

- Juan y Santacília. La biblioteca de Jorge Juan* (Alicante: Caja de Ahorros Provincial de Alicante - Instituto de Estudios Juan Gil-Albert de la Diputación Provincial de Alicante, 1987).
- NAVASCUÉS, Pedro. *Benito Bails. De la arquitectura civil* (Murcia: Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, 1983).
- NEGRÍN FAJARDO, Olegario. «La reforma del sistema educativo: proyectos y realizaciones ilustrados», en Olegario Negrín Fajardo, coord. *Historia de la educación española* (Madrid: UNED, 2012).
- NEWTON, Isaac. *Óptica, o Tratado de las reflexiones, refracciones, inflexiones y colores de la luz* (Madrid: Alfaguara, 1977).
- *Principios matemáticos de la filosofía natural* (Madrid: Alianza Universidad, 1987).
- NIETO-GALAN, Agustí, Antoni ROCA ROSELL, coord. *La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona als segles XVIII i XIX. Història ciència i societat* (Barcelona: Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, 2000).
- *Los públicos de la ciencia. Expertos y profanos a través de la historia* (Madrid: Marcial Pons, 2011).
- NOMDEDEU RULL, Antoni, Sandra IGLESIA MARTÍN. «Diccionario histórico del español moderno de aparatos de física experimental: documentación de los términos del Siglo XVIII», *Asclepio*, 65. 2 (2013): doi:<http://dx.doi.org/10.3989/asclepio.2013.20>
- O'MALLEY, John W. *The Jesuits: Culture Science and the Arts 1540-1773* (Toronto: University of Toronto Press, 2000).
- OLESKO, Kathryn M. *Physics as a Calling. Discipline and Practice in the Königsberg Seminar for Physics* (Ithaca and London: Cornell University Press, 1991).
- «Quan els instruments es perden de vista», en José Ramón Bertomeu Sánchez, Antonio García Belmar, ed. *Obrint les caixes negres* (València: Universitat de València, 2002).
- «Science Pedagogy as a Category of Historical Analysis: Past Present and Future», *Science & Education*, 15 (2006).
- «Science Education in the Historical Study of the Sciences», en Michael R. Matthews, ed. *International Handbook of Research in History Philosophy and Science Teaching* (Dordrecht: Springer Verlag, 2014).
- PAMPLIEGA PEDREIRA, Víctor, et al. *Instituciones censoras. Nuevo acercamiento a la censura de libros en la España de la Ilustración* (Madrid: CSIC, 2016).
- PARADINAS FUENTES, José Luis. «Las Matemáticas en la *Ratio Studiorum* de los jesuitas», *Llull*, 35. 75 (2012).

- PEIFFER, Jeanne, Jean-Pierre VITTU. «Les journaux savants formes de la communication et agents de la construction des savoirs (17e-18e siècles)», *Dix-huitième siècle*, 40. 1 (2008).
- PÉREZ MAGALLÓN, Jesús. *Construyendo la modernidad: la cultura española en el tiempo de los novatores (1675-1725)* (Madrid: CSIC, 2002).
- PESET, José Luis. «Ciencia nobleza y ejército en el Seminario de Nobles de Madrid (1770-1788)», en *Mayans y la Ilustración* (Oliva: Ayuntamiento de Oliva, 1982).
- «De observadores de estrella a Quijotes de la mar», en Alberola, *et al.* ed. *Jorge Juan y Santacilia en la España de la Ilustración* (Alacant: Universitat d'Alacant, 2015).
- PESET, Mariano, José Luis PESET. *La Universidad Española (siglos XVIII y XIX). Despostismo Ilustrado y Revolución Liberal* (Madrid: Taurus, 1974).
- , José Luis PESET. «Las universidades españolas del siglo XIX y las ciencias», *Ayer*, 7 (1992).
- PESET, Vicent. *Gregori Maïans i la cultura de la Il·lustració* (Barcelona: Curial, 1975).
- PICKSTONE, John V. *Ways of Knowing. A new history of science, technology and medicine* (Chicago: The University of Chicago Press, 2001).
- PINILLA MARTÍNEZ, Julia, Brigitte LÉPINETTE. *Reconstruyendo el pasado de la traducción*, 4 vols. (Granada: Comares, 2016-2021).
- PITA GONZÁLEZ, María Soledad. «Carlos Lemaury: ingeniero militar, arquitecto e impulsor del desarrollo económico de Galicia en el siglo XVIII», *Norba-Arte*, 28-29 (2008-2009).
- «La labor docente en centros civiles de los ingenieros militares en la España del siglo XVIII», *Anales de Historia del Arte*, vol. extraordinario (2011).
- PORCIAU, Bruce. «Newton's Interpretation of Newton's Second Law», *Arch. Hist. Exact Sci.*, 60 (2006).
- PUIG-PLA, Carles. «Els primers socis-artistes», en Agustí Nieto-Galan, Antoni Roca Rosell, ed. *La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona als segles XVIII i XIX. Història ciència i societat* (Barcelona: Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, 2000).
- PULTE, Helmut, Scott MANDELBROTE, ed. *The Reception of Isaac Newton in Europe* (London: Bloomsbury Academic, 2019).
- PYENSON, Lewis, Jean François GAUVIN, en Jean François Gauvin, dir. *L'Art d'enseigner la physique. Les appareils de démonstration de Jean Antoine Nollet 1700-1770* (Québec: Éditions du Septentrion, 2002).
- QUIROZ MARTÍNEZ, Olga Victoria. *La introducción de la filosofía moderna en España: el eclecticismo español de los siglos XVII y XVIII* (México DF: El Colegio de México - FCE 1949).
- RAPPAPORT, Rhoda. «Italy and Europe: The Case of Antonio Vallisneri (1661-1730)», *History of*

Science, 29. 1 (1991).

RECIO MORALES, Óscar. «Innovación militar en la España del siglo XVIII: la producción científica de la Real Escuela Militar de Ávila (1774)», *Cuad. hist. mod.*, 41. 2 (2016).

REGUERA RODRÍGUEZ, Antonio T. «Newton y Feijoo un episodio en la historia de la difusión de las ideas científicas (I y II)», *Contextos*, 19-20 / 37-40 (2001-2002).

RHYS MORUS, Iwan. *When Physics Became King* (Chicago: The University of Chicago Press, 2005).

RIERA PALMERO, Juan, Luis RIERA CLIMENT. «La Academia de Matemáticas de Barcelona: Ilustración e Inquisición a finales del siglo XVIII», *Nova Època*, 1. 2 (2008).

ROMERO, Ángel E. «La búsqueda de los principios fundamentales de la Mecánica: Euler y D'Alembert», *Práxis Filosófica*, 24 (2007).

RUIZ VEINTEMILLA, J. M. «El *Diario de los Literatos* y sus modelos», *Boletín del centro de Estudios del siglo XVIII, Universidad de Oviedo*, 4 y 5 (1977).

— «La polémica entre D. Gregorio Mayans y el *Diario de Los Literatos de España*», *Revista de Literatura*, 41. 82 (1979).

RUMEU DE ARMAS, Antonio. *Historia de la censura literaria gubernativa en España* (Madrid: Aguilar, 1940).

SABIO PINILLA, José Antonio. «La traducción en la época ilustrada (Panorámicas de la traducción en el siglo XVIII)», en M^a Jesús García Garrosa, Francisco Lafarga, ed. *La Historia de la traducción en España en el siglo XVIII* (Granada: Comares 2009).

SAIZ MONTES, Luis A. *Las matemáticas utilizadas por Jorge Juan en el cálculo de la forma y dimensión de la tierra. Siguiendo su libro "Observaciones astronómicas y físicas hechas de orden de S. Mag. en los Reynos del Perú"* (Valladolid: Maxtor, 2002).

SAÍZ, M^a Dolores, M^a Cruz SEOANE. *Historia del periodismo en España. Los orígenes. El siglo XVIII* (Madrid: Alianza Universidad, 1983).

—, M^a Cruz SEOANE. *Cuatro siglos de periodismo en España* (Madrid: Alianza Editorial, 2010).

SÁNCHEZ MIÑANA, Jesús. «La colaboración del Dr. Salvà i Campillo con el *Memorial Literario* de Madrid (1786-1790): una ventana sobre el paisaje científico y sus figuras en la Cataluña de finales del XVII», *Quaderns d'història de l'enginyeria*, 4 (2000).

SÁNCHEZ-BLANCO PARODY, Francisco. *Europa y el pensamiento español en el siglo XVIII* (Madrid: Alianza Universidad, 1991).

— *La mentalidad ilustrada* (Madrid: Taurus, 1999)

— *La Ilustración y la unidad cultural europea* (Madrid: Fundación de Municipios Pablo de Olavide - Marcial Pons Historia, 2013).

- «Los *Discursos Mercuriales* de Juan Enrique Graef: opinión y poder en el movimiento ilustrado español», *Estudios de Historia Social*, 52-53 (1990).
- ‘*Discursos Mercuriales económico-político*’ (1752-56): de Juan Enrique de Graef (Sevilla: Fundación El Monte, 1996).
- *El ensayo español*, vol. 2 (Barcelona: Crítica, 1997).
- «Dinastía y política cultural», en Pablo Fernández Albadalejo, ed. *Los Borbones. Dinastía y memoria de la nación en la España del siglo XVIII* (Madrid: Marcial Pons - Casa de Velázquez, 2001).
- SANTOS PUERTO, José. «El Padre Sarmiento y la introducción de Newton en España», *Llull*, 20. 39 (1997).
- SARRAILH, Jean. *La España Ilustrada de la segunda mitad del siglo XVIII* (México: FCE, 1957).
- SECORD, James. «Knowledge in transit», *Isis*, 95 (2004).
- SELLÉS GARCÍA, Manuel, José Luis PESET, Antonio LAFUENTE, ed. *Carlos III y la ciencia de la Ilustración* (Madrid: Alianza Editorial, 1989).
- «Jorge Juan y la mecánica de los ingenieros», en Armando Alberola Romà, Cayetano Mas Galvañ, Rosario Die Maculet, ed. *Jorge Juan y Santacilia en la España de la Ilustración* (Alacant: Publicacions de l’Universitat d’Alacant, 2015).
- SHAPIN, Steven. «Pump and Circumstance: Robert Boyle literary technology», *Social Studies of Science*, 14 (1984).
- , Simon SCHAFFER. *Leviathan and the Air-Pump* (Princeton: Princeton University Press, 1989).
- *Never Pure* (Baltimore: The John Hopkins University Press, 2010).
- SHAPIRO, Alan E. «La “filosofía experimental” de Newton», *Estud. filos.*, 35 (2007).
- «The Reception of Newton’s Optical Work», en Helmyt Pulte, Scot Mandelbrote, ed. *The Reception of Isaac Newton in Europe* (London: Bloomsbury Academic, 2019), II.
- SILVA SUÁREZ, Manuel. «Institucionalización de la ingeniería y profesiones técnicas conexas: misión y formación corporativa», en Manuel Silva Suárez, ed. *Técnica e ingeniería en España. El Siglo de las Luces. De la ingeniería a la nueva navegación* (Zaragoza: Institución “Fernando el Católico” - Prensas Universitarias de la Universidad de Zaragoza, & Madrid: Real Academia de Ingeniería, 2005).
- SILVAN, Leandro. *Los estudios científicos en Vergara a fines del siglo XVIII* (San Sebastián: Biblioteca Bascongada de los Amigos del País 1953).
- SIMON CASTELL, Josep, Antonio GARCÍA BELMAR. «Instrumentos y prácticas de enseñanza de las ciencias físicas y químicas en la Universidad de Valencia durante el siglo XIX», *Éndoxa*,

19 (2005).

— *Communicating Physics: The Production Circulation and Appropriation of Ganot's Textbooks in France and England 1851-1887* (Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2016).

SIMÓN CALERO, Julián. «La mecánica de los fluidos en Jorge Juan», *Asclepio*, 83. 2 (2001).

— *The Genesis of Fluid Mechanics (1640-1780)* (Dordrecht: Springer Verlag, 2008).

SIMÓN PALMER, Carmen. «Notas bibliográficas sobre programas de exámenes públicos celebrados en Madrid de 1632 a 1644», *Anales del Instituto de Estudios Madrileños*, 8 (1972).

SMITH, James R. *From Plane to Spheroid. Determining the Figure of the Earth from 3000 B.C. to the 18th Century. Lapland and Peruvian Survey Expeditions* (Sacramento: Landmark Enterprises, 1986).

SOLANO PÉREZ-LILA, Francisco de. *La pasión de reformar. Antonio de Ulloa marino y científico (1716-1795)* (Cádiz: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, 1999).

SOLER PASCUAL, Emilio. *Viajes de Jorge Juan y Santacilia. Ciencia y política en la España del siglo XVIII* (Barcelona: Ediciones BSA, 2002).

SOLÍS SANTOS, Carlos. «Introducción», en Robert Boyle. “*Consideraciones y experimentos sobre el origen de las formas y cualidades*”, *Física Química y Filosofía Mecánica* (Madrid: Alianza Editorial, 1985).

— «Erudición magia y espectáculo: el juicio de la República de las Letras sobre Athanasius Kircher», *Éndoxa*, 19 (2005).

SOUBEYROUX, Jacques. «El Real Seminario de Nobles de Madrid y la formación de las elites en el siglo XVIII», *Bulletin Hispanique*, 97, 1 (1995).

SPENCE, Jonathan D. *El palacio de la memoria de Matteo Ricci* (Barcelona: Tusquets, 2002).

SPONBERG PEDLEY, Mary. «Globe for a king: the six foot globe by Robert de Vaugondy (1752)», *Der Globusfreund*, 35/37 (1987).

STEWART, Larry. *The Rise of Public Science: rhetoric, technology and natural philosophy in Newtonian Britain, 1660-1750* (Cambridge: Cambridge University Press, 1992).

STIFFONI, Giovanni. «Intelectuales Sociedad y Estado», en José María Jover Zamora, dir. *La época de los primeros borbones. La cultura española entre el barroco y la Ilustración (1680-1759): Historia de España Menéndez Pidal*, 31. 1 (Madrid: Espasa Calpe, 1985).

— *Verità della storia e ragioni del potere nella Spagna del primo '700* (Milano: Franco Angeli, 1989).

SUÁREZ ALEMÁN, Carlos Oswaldo. *Aceptación en España de los criterios rigurosos del análisis*

- matemático durante los siglos XIX y XX* (Cádiz: Universidad de Cádiz, 2007). Tesis doctoral
- SUSANA SEGUIN, María. «Fontenelle et l'histoire de l'*Académie Royale des Sciences*», *Dix-huitième siècle*, 44 (2012).
- TATTON, René. *Enseignement et diffusion des Sciences en France au XVIIIème siècle* (París: Hermann 1986).
- TEN ROS, Antonio. «Un intento de renovación científica en la universidad del siglo XVIII. La cátedra de Química en la Universidad de Valencia», *Llull*, 5. 8-9 (1982).
- «La física experimental en la Universidad española: la Universidad de Valencia y su Aula de Mecánica y Física experimental», *Llull*, 6. 10-11 (1983).
- TRUESDELL, Clifford. *Essays in the History of Mechanics* (Berlín: Springer Verlag, 1968)
- UDÍAS VALLINAS, Agustín. «Profesores de matemáticas en los colegios de la Compañía de España, 1620-1767», *Archivum Historicum Societatis Iesu*, 79. 157 (2010).
- *Jesuit contribution to Science. A history* (Cham: Springer Verlag, 2014).
- URZAINQUI, Inmaculada. «Un nuevo instrumento cultural: la prensa periódica», en Joaquín Álvarez Barrientos, François Lopez, Inmaculada Urzainqui Miqueleiz, ed. *La República de las Letras en la España del siglo XVIII* (Madrid: CSIC, 1995).
- «Campomanes y su Noticia de Feijoo», en Remedios Morales Raya, coord. *Homenaje a la profesora M^a Dolores Tortosa Linde* (Granada: Universidad de Granada: 2003).
- VALERA CANDEL, Manuel. *Proyección internacional de la ciencia ilustrada española. Catálogo de la producción científica española publicada en el extranjero (1751-1830)* (Murcia: Universidad de Murcia, 2006).
- VALVERDE, Núria. *Actos de precisión. Instrumentos científicos opinión pública y economía moral en la Ilustración española* (Madrid: CSIC, 2007).
- «Displayed dexterity and distorted knowledge: amateurism and precision in late 18th century Spain», *Asclepio*, 62. 2 (2010).
- *Un mundo en equilibrio. Jorge Juan (1713-1773)* (Madrid: Marcial Pons, 2012).
- VANPAEMEL, G. H. W. «Jesuit science in the Spanish Netherlands», en Mordechai Feingold, ed. *Jesuit Science and the Republic of Letters* (Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2003).
- VARELA HERVÍAS, Eulogio. *Espíritu de los mejores diarios literarios que se publican en Europa* (Madrid: Hemeroteca municipal, 1966).
- VEGA, Jesusa. *Ciencia, Arte e Ilusión en la España Ilustrada* (Madrid: CSIC - Polifemo, 2010).
- VELASCO MORENO, Eva. «Las censuras de la Real Academia de Historia (1746-1772)», en Fernando Durán, ed. *Instituciones Censoras en la España del siglo XVIII* (Madrid: CSIC,

2016).

- VERNE, Julio. *La jangada. 800 leguas por el Amazonas* (Barcelona: Editors S.A., 1986)
- VERNET GINÉS, Juan. «Ciencia y pensamiento científico», en José María Jover Zamora, dir. *La época del Romanticismo (1808-1874). Orígenes. Religión. Filosofía. Ciencia*, en *Historia de España Ramón Menéndez Pidal*, XXXV (Madrid: Espasa Calpe 1989).
- , Ramón PARÉS FARRAS, coord. *La Ciència en la Història dels Països Catalans* (València: Universitat de València, & Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, 2004-2009), vol. II y III.
- VICENTE MAROTO, M^a Isabel. «La técnica en la España del XVIII», en Enrique Martínez Ruiz, Magdalena de Pazzis Pi Corrales, ed. *Ilustración ciencia y técnica en el siglo XVIII español* (València: Universitat de València, 2008).
- VILLAMEDIANA GONZÁLEZ, Leticia. «Publicación y censura de los *Discursos Mercuriales* primer periódico español de economía política», *Dieciocho*, 38. 2 (2015).
- VIÑAO, Antonio. «Por un análisis socio-cultural de la élite intelectual y académica: los profesores y bibliotecarios de los Reales Estudios de San Isidro (1770-1808)», *Bulletin Hispanique*, 97. 1 (1995).
- «Disciplinas académicas y profesionalización docente: Los Reales Estudios de San Isidro (1770-1808)», en Eve-Marie Fell, Jean-Louis Guerena, dir. *L'Université en Espagne et Amérique latine du Moyen Âge à nos jours* (Tours: Presses Universitaires François Rabelais, 1998).
- WARNER, Michael. «Publics and Counter publics», *Public Culture*, 14. 1 (2000).
- WEILL, Georges. *El Periódico: Orígenes evolución y función de la prensa periódica* (Sevilla: Comunicación social ediciones y publicaciones, Pedro J. Crespo, editor, 2007).
- WHITLEY, Richard. «Knowledge producers and knowledge acquirers», en Terry Shinn, Richard Whitley. *Expository Science: Forms and Functions of Popularisation* (Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1985).
- YEO, Richard. «Classifying the Sciences», en Roy Porter, ed. *The Cambridge History of Science* (Cambridge: Cambridge University Press, 2016), vol. 4.
- ZAMORA SÁNCHEZ, Germán. *Universidad y filosofía moderna. Labor reformista de Francisco de Villalpando (1740-1797)* (Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, & Roma: Istituto storico dei Cappuccini, 1989).
- ZAVALA, Iris. *Clandestinidad y libertinaje erudito en los albores del siglo XVIII* (Barcelona: Ariel, 1976).