FICHA IDENTIFICATIVA

Datos de la Asignatura

Código	34249
Nombre	Métodos Estadísticos y Numéricos
Ciclo	Grado
Créditos ECTS	8.0
Curso académico	2023 - 2024

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
1105 - Grado en Física	Facultad de Física	2	Anual
1929 - Doble Grado en Física y Química	Doble Grado en Física y Química	3	Primer cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Carácter
1105 - Grado en Física	9 - Métodos Estadísticos y Numéricos	Obligatoria
1929 - Doble Grado en Física y Química	3 - Tercer Curso (Obligatorio)	Obligatoria

Coordinación

Nombre	Departamento
BALLESTER PALLARES, FACUNDO	180 - Física Atómica, Molecular y Nuclear
MORENO MENDEZ, JOSE FELICISIMO	345 - Física de la Tierra y Termodinámica
ZORNOZA GOMEZ, JUAN DE DIOS	180 - Física Atómica, Molecular y Nuclear

RESUMEN

La extracción de información a partir de **datos experimentales** requiere la utilización de conocimientos de probabilidad y métodos estadísticos que son indispensables para la realizar medidas de magnitudes físicas. Por otro lado, un gran número de problemas asociados a los sistemas físicos **no tienen solución analítica** por lo que su resolución ha de abordarse desde el análisis numérico.

El objetivo fundamental consistirá en proporcionar al estudiante los métodos estadísticos indispensables para modelar numéricamente datos experimentales y para ser capaz de abordar aquellos problemas físicos y que carecen de solución analítica o implican volúmenes de cálculo muy elevado.

La asignatura contiene una fuerte componente **práctica** en la que se pretende que el estudiante adquiera soltura en la programación de un **lenguaje de alto nivel** para programar algoritmos y modelos y ejecutarlos en un ordenador, y se familiarice con conceptos numéricos tales como precisión, errores de redondeo, orden de convergencia, así como los problemas en la programación de algoritmos numéricos.

Los **descriptores** elementales considerados en la preparación del temario de la asignatura son los siguientes: **Probabilidad, distribuciones de probabilidad, propagación de errores, teorema central del límite, máxima verosimilitud, ajustes de datos experimentales, tests estadísticos, calidad de los ajustes, introducción a técnicas de Monte Carlo. Raíces de funciones, sistemas lineales, problemas de valores propios, interpolación, derivación e integración numérica, ecuaciones diferenciales.**

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

Otros tipos de requisitos

Conocimientos de algebra lineal y cálculo diferencial e integral adquiridos en el Bachillerato y en las materias estudiadas en el Grado en Física y Doble Grado Física-Química de cursos anteriores, particularmente los contenidos de métodos matemáticos y estadística.
Experiencia en realización de medidas y análisis de datos experimentales adquiridos en los laboratorios y asignaturas relacionadas con técnicas experimentales de cursos anteriores.
Experiencia en el uso de ordenadores y elementos de programación.

COMPETENCIAS (RD 1393/2007) // RESULTADOS DEL APRENDIZAJE (RD 822/2021)

1105 - Grado en Física

- Saber aplicar los conocimientos adquiridos a la actividad profesional, saber resolver problemas y elaborar y defender argumentos, apoyándose en dichos conocimientos.
- Ser capaz de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios.
- Resolución de problemas: Ser capaz de evaluar claramente los órdenes de magnitud, de desarrollar una percepción de las situaciones que son físicamente diferentes pero que muestran analogías, permitiendo, por lo tanto, el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.
- Destrezas matemáticas: comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.
- Modelización y resolución de problemas: Ser capaz de identificar los elementos esenciales de un proceso/situación y de establecer un modelo de trabajo del mismo. Ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir un problema hasta un nivel manejable. Pensamiento crítico para construir modelos físicos.

- Resolución de problemas y destrezas informáticas: Ser capaz de interpretar cálculos de forma independiente, incluso cuando sea necesario un pequeño PC o un gran ordenador, incluyendo el desarrollo de programas de software.
- Capacidad de aprendizaje: Ser capaz de iniciarse en nuevos campos de la Física y de la ciencia y tecnología en general, a través del estudio independiente.
- Comunicación oral y escrita: Ser capaz de transmitir información, ideas, problemas y soluciones mediante la argumentación y el razonamiento propios de la actividad científica, utilizando los conceptos y herramientas básicas de la Física.
- Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RD 1393/2007) // SIN CONTENIDO (RD 822/2021)

- Aplicación del análisis numérico a problemas científicos.
- Aprender a tratar numéricamente datos experimentales.
- Conocer las herramientas estadísticas necesarias para el análisis de datos.
- Aprender a utilizar software numérico y librerías científicas.
- Desarrollar la capacidad de programar algoritmos numéricos y modelos físicos sencillos en un lenguaje de alto nivel, y ejecutar los programas correspondientes en un ordenador.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Métodos Numéricos. Resolución de ecuaciones no lineales.

Introducción. Método de Bisección. Método de Newton Raphson.

2. Métodos Numéricos. Problemas lineales.

Problemas de álgebra lineal. Descomposición LU de una matriz. Resolución de sistemas de ecuaciones. Matriz inversa. Valores y vectores propios. Método de Jacobi.

3. Métodos Numéricos. Optimización.

Minimización de una función. Método simplex. Método del gradiente.

4. Métodos Numéricos. Interpolación.

Interpolación de Lagrange. Diferencias divididas. Interpolación con Splines.

5. Métodos Numéricos. Integración y Derivación Numérica.

Derivación Numérica. Extrapolación de Richardson. Reglas de integración: Trapezoidal. Simpson, Boole. Reglas compuestas. Integración de Romberg.

6. Métodos Numéricos. Resolución Numérica de Ecuaciones Diferenciales.

Ecuaciones diferenciales ordinarias. Algoritmos de integración. Método de Euler. Método del punto medio. Método predictor corrector. Métodos de Runge-Kutta. Calidad de las reglas de integración. Diferencias finitas y elementos finitos.

7. Métodos Estadísticos. Probabilidad y Estadística. Conceptos generales

Definición de probabilidad. Variables aleatorias. Cálculo de probabilidades. Teorema de Bayes.

8. Métodos Estadísticos. Distribuciones de Probabilidad.

Funciones densidad de probabilidad. Propiedades generales de las distribuciones de probabilidad. Valores esperados. Valor medio y varianza. Distribuciones de más de una variable. Distribución Binomial. Distribución de Poisson. Distribución de Gauss. Otras distribuciones.

9. Métodos Estadísticos. Errores. Convergencia y Leyes de los grandes Números.

Funciones lineales de variables aleatorias. Cambio de variables. Propagación de errores. Muestreo. Inferencia muestral. Ley de los grandes números. Teorema central del límite.

10. Métodos Estadísticos. Ajuste de datos experimentales.

Estimadores. Propiedades de los estimadores. Funciones lineales en los parámetros. Estimación de parámetros: máxima verosimilitud, mínimos cuadrados. Funciones no lineales en los parámetros. Errores en los parámetros. Series temporales.

11. Métodos Estadísticos. Intervalos de confianza. Test de hipótesis.

Intervalos de confianza. Estimación de intervalos de confianza. Niveles de confianza gaussianos. Límites. Test de hipótesis: Neyman Pearson. t de Student y F. Bondad de los ajustes: Cociente de verosimilitud, Chi-cuadrado, Kolmogorov-Smirnov.

12. Métodos Estadísticos. Introducción a las técnicas de Monte Carlo.

Métodos Monte Carlo. Números aleatorios. Generadores de números aleatorios uniformes. Muestreo de distribuciones. Método de la transformación inversa. Método aceptación-rechazo. Integración Monte Carlo.

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	45,00	100
Prácticas en aula informática	35,00	100
Elaboración de trabajos individuales	30,00	0
Estudio y trabajo autónomo	90,00	0
TOTAL	**200,00**	

METODOLOGÍA DOCENTE

Clases teórico-prácticas: Las clases teóricas son clases magistrales donde se abordan los contenidos de la asignatura, mientras que en las clases de problemas se realizan ejercicios de aplicación práctica para reforzar dichos contenidos.

De cada tema, los alumnos resolveran manualmente durante la clase ejercicios sencillos representativos del contenido de cada tema; estos ejercicios estarán disponibles online en Aula Virtual; el enunciado de cada problema será común para todos los alumnos, pero con valores numéricos distintos; la solución habrá que introducirla en Aula Virtual al final de la clase.

Sesiones en el aula de informática: Cada sesión en el aula de informática estará dedicada a un tema particular de aplicación de los métodos numericos y estadísticos expuestos a las clases de teoría y problemas.

De cada tema, los estudiantes resolverán ejercicios similares a los hechos en clase, pero resueltos con MATLAB, incluyendo gráficas, con mayor detalle en el desarrollo de las soluciones, y con más precisión en los valores numéricos. La solución habrá que introduirla en Aula Virtual al final de cada sesión de prácticas. Además, los estudiantes tendrán que subir un fichero pdf con las soluciones (y el código de MATLAB) al Aula Virtual.

Las sesiones de prácticas tienen una duración de 3 horas, y se harán un total de 12 sesiones. La primera sesión será una introducción general al uso de MATLAB. La asistencia a estas sesiones es obligatoria, no recuperable y condición necesaria para superar la asignatura.

Ejercicios a realizar fuera del aula: De cada tema, se distribuirá en Aula Virtual un boletín de problemas que los estudiantes tendrán que resolver por su cuenta utilizando MATLAB.

Cada boletín se abrirá después de la sesión del aula de informática correspondiente y estará disponible durante un período de tiempo para su resolución. De cada boletín, los estudiantes subirán un fichero pdf con las soluciones al Aula Virtual.

EVALUACIÓN

El sistema de evaluación consta de dos partes: la evaluación continua y un examen. El peso de cada tarea a la nota final será el siguiente:

	Peso	Observaciones
1.1 Examen escrito	40	La nota mínima para compensar con 2.1+2.2 es 4/10.
1.2 Ejercicios en el aula de teoría	10	
2.1 Ejercicios en el aula de informática durante las sesiones de prácticas	35	La nota mínima para compensar con 1.1+1.2 es 4/10.
2.2 Ejercicios a realizar en casa	15	
Total	100	

Las calificaciones parciales de cada una de las dos partes de la asignatura (contenidos teóricos y prácticos) de la primera convocatoria se podrán guardar para la segunda convocatoria del mismo curso, pero no para cursos posteriores.

1) Evaluación de los contenidos teóricos

Peso sobre la nota total: 50%.
Nota mínima para compensar: 4/10.

Esta evaluación de los contenidos teóricos consta de dos partes:

1.1 Examen escrito (con un peso del 40% sobre la calificación final total)

Mediante un examen por escrito se evaluará, por una parte, la comprensión de los aspectos teórico-conceptuales y el formalismo de la asignatura, tanto mediante preguntas teóricas como a través de cuestiones conceptuales y numéricas sencillas. Por otra parte, se valorará la capacidad de aplicación del formalismo, mediante la resolución de problemas, así como la capacidad crítica respecto a los resultados obtenidos. Se valorarán una correcta argumentación y una adecuada justificación.

1.2 Evaluación continua (con un peso del 10% sobre la calificación final total)

En esta parte se valorarán los ejercicios resueltos por los alumnos a lo largo del curso en las clases teórica-prácticas.

2) Evaluación de los contenidos prácticos del aula de informática:

Peso sobre la nota total: 50%.
Nota mínima para compensar: 4/10.

En esta parte se valorarán los ejercicios hechos en el aula de informática durante las sesiones de prácticas y los harán los estudiantes en casa (con ayuda del profesorado si fuera necesario en las horas de tutorias).

REFERENCIAS

Básicas

- J.H. Mathews y KD Fink. Métodos Numéricos con Matlab.Prentice Hall. Madrid 2000.
- J.D. Faires y R. Burden. Métodos Numéricos. Thompson-Paraninfo (2004).
- R.J. Barlow. A Guide to the Use of Statistical Methods in the Physical Sciences. Wiley & Sons 1989.
- Glen Cowan. Statistical Data Analysis. Oxford University Press 1998.
- C. Chapra, Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientist, Third edition, Mc Graw-Hill International Edition.

Complementarias

- G. M. Phillips y P.J Taylor, Theory and applications of Numerical Analysis, Academic Press, 1994
- Press, Teukolsky, Numerical Recipes, Cambridge University Press.
- S. Brandt, Data Analysis: Statistical and Computational Methods for Scientists and Engineers, Springer 1999.
- W.T. Eadie Statistical Methods in Experimental Physics. Ed. North Holland P.C.
- F. James. Statistical Methods in Experimental Physics. World Scientific 2006.
- M.G. Kendall and S. Stuart: The Advanced Theory of Statistics. Charles Griffin & Co. 3 volumenes.