

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

<b>Codi</b>	34249
<b>Nom</b>	Mètodes estadístics i numèrics
<b>Cicle</b>	Grau
<b>Crèdits ECTS</b>	8.0
<b>Curs acadèmic</b>	2023 - 2024

**Titulació/titulacions**

<b>Titulació</b>	<b>Centre</b>	<b>Curs</b>	<b>Període</b>
1105 - Grau en Física	Facultat de Física	2	Anual
1929 - Programa de doble Grau Física-Química	Doble Grau en Física i Química	3	Primer quadrimestre

**Matèries**

<b>Titulació</b>	<b>Matèria</b>	<b>Caràcter</b>
1105 - Grau en Física	9 - Métodos Estadísticos y Numéricos	Obligatòria
1929 - Programa de doble Grau Física-Química	3 - Tercer Curs (Obligatori)	Obligatòria

**Coordinació**

<b>Nom</b>	<b>Departament</b>
BALLESTER PALLARES, FACUNDO	180 - Física Atòmica, Molecular i Nuclear
MORENO MENDEZ, JOSE FELICISIMO	345 - Física de la Terra i Termodinàmica
ZORNOZA GOMEZ, JUAN DE DIOS	180 - Física Atòmica, Molecular i Nuclear

**RESUM**

L'extracció d'informació a partir de **dades experimentals** requereix la utilització de coneixements de probabilitat i mètodes estadístics que són indispensables per realitzar mesures de magnituds físiques. D'altra banda, un gran nombre de problemes associats als sistemes físics **no tenen solució analítica**, per tant, la seva resolució s'ha d'abordar des de l'anàlisi numèrica.



L'objectiu fonamental consistirà a proporcionar a l'estudiant els mètodes estadístics indispensables per modelar numèricament dades experimentals i per poder abordar aquells problemes físics i que no tenen solució analítica o impliquen volums de càlcul molt elevat.

L'assignatura conté una forta component **pràctica** en què es pretén que l'estudiant adquireixi soltesa en la programació d'un **llenguatge d'alt nivell** per programar algorismes i models i executar-los en un ordinador, i es familiaritzi amb conceptes numèrics com ara precisió, errors d'arrodoniment, ordre de convergència, així com els problemes en la programació d'algorismes numèrics.

Els **descriptors** elementals considerats en la preparació del temari de l'assignatura són els següents: **Probabilitat, distribucions de probabilitat, propagació d'errors, teorema central del límit, màxima versemblança, ajustaments de dades experimentals, tests estadístics, qualitat dels ajustaments, introducció a tècniques de Monte Carlo. Arrels de funcions, sistemes lineals, problemes de valors propis, interpolació, derivació i integració numèrica, equacions diferencials.**

## CONEXEMENTS PREVIS

### Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

### Altres tipus de requisits

Coneixements d'àlgebra lineal i càlcul diferencial i integral adquirits al Batxillerat i en les matèries estudiades al Graus en Física i Doble Grau Física-Química de cursos anteriors, particularment els continguts de mètodes matemàtics i estadística.

Experiència en realització de mesures i anàlisi de dades experimentals adquirides als laboratoris i assignatures relacionades amb tècniques experimentals de cursos anteriors.

Experiència en ús d'ordinadors i elements de programació adquirits en assignatures anteriors. Unes mínimes nocions en ús de MatLab és convenient.

## COMPETÈNCIES (RD 1393/2007) // RESULTATS DE L'APRENENTATGE (RD 822/2021)

### 1105 - Grau en Física

- Saber aplicar els coneixements adquirits a l'activitat professional, saber resoldre problemes i elaborar i defensar arguments, recolzant-se en els dits coneixements.
- Ser capaç de reunir i interpretar dades rellevants per emetre judicis.
- Resolució de problemes: ser capaç d'avaluar clarament els ordres de magnitud, de desenvolupar una percepció de les situacions que són físicament diferents però que mostren analogies, per permetre, doncs, l'ús de solucions conegudes a problemes nous.



- Destreses matemàtiques: comprendre i dominar l'ús dels mètodes matemàtics i numèrics utilitzats més comunament.
- Modelització i resolució de problemes: ser capaç d'identificar els elements essencials d'un procés/situació i d'establir-ne un model de treball. Ser capaç de realitzar les aproximacions requerides amb l'objecte de reduir un problema fins a un nivell manejable. Pensament crític per construir models físics.
- Resolució de problemes i destreses informàtiques: ser capaç d'interpretar càlculs de forma independent, fins i tot quan calga un petit PC o un gran ordinador, incloent-hi el desenvolupament de programes de programari.
- Capacitat d'aprenentatge: ser capaç d'iniciar-se en nous camps de la física i de la ciència i la tecnologia en general, a través de l'estudi independent.
- Comunicació oral i escrita: ser capaç de transmetre informació, idees, problemes i solucions mitjançant l'argumentació i el raonament propis de l'activitat científica, utilitzant els conceptes i les eines bàsiques de la física.
- Que els estudiants hagen demostrat posseir i comprendre coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé descansa en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del seu camp d'estudi.
- Que els estudiants sàpien aplicar els seus coneixements al seu treball o vocació d'una forma professional i posseïsquen les competències que solen demostrar-se per mitjà de l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seua àrea d'estudi.
- Que els estudiants tinguen la capacitat d'arreplegar i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seua àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguen una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.
- Que els estudiants puguen transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
- Que els estudiants hagen desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per a emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.

## RESULTATS D'APRENTATGE (RD 1393/2007) // SENSE CONTINGUT (RD 822/2021)

- Aplicació de l'anàlisi numèrica a problemes científics.
- Aprendre a tractar numèricament dades experimentals.
- Conèixer les eines estadístiques necessàries per a l'anàlisi de dades.
- Aprendre a utilitzar programari numèric i llibreries científiques.
- Desenvolupar la capacitat de programar algorismes numèrics i models físics senzills en un llenguatge d'alt nivell, i executar els programes corresponents a un ordinador.



## DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

### 1. Mètodes Numèrics. Resolució d'equacions no lineals.

Introducció. Mètode de Bisecció. Mètode de Newton Raphson.

### 2. Mètodes Numèrics. Problemes lineals.

Problemes de àlgebra lineal. Descomposició LU. d'una matriu. Resolució de sistemes d'equacions. Matriu inversa. Valors i vectors propis. Mètode de Jacobi.

### 3. Mètodes Numèrics. Optimització.

Minimització d'una funció. Mètode simplex. Mètode del gradient.

### 4. Mètodes Numèrics. Interpolació.

Interpolació de Lagrange. Diferències dividides. Interpolació amb Splines.

### 5. Mètodes Numèrics. Integració i Derivació Numèrica.

Derivació Numèrica. Extrapolació de Richardson. Regles d'integració: Trapezoïdal. Simpson, Boole. Regles compostes. Integració de Romberg.

### 6. Mètodes Numèrics. Resolució Numèrica d'Equacions Diferencials.

Equacions diferencials ordinàries. Algorismes d'integració. Mètode d'Euler. Mètode del punt mitjà. Mètode predictor corrector. Mètodes de Runge-Kutta. Qualitat de les regles d'integració. Diferències finites i elements finits.

### 7. Mètodes Estadístics. Probabilitat i Estadística. Conceptes generals

Definició de probabilitat. Variables aleatòries. Càlcul de probabilitats. Teorema de Bayes.

### 8. Mètodes Estadístics. Distribucions de Probabilitat.

Funciones densitat de probabilitat. Propietats generals de les distribucions de probabilitat. Valors esperats. Valor mitjà i variància. Distribucions de més d'una variable. Distribució Binomial. Distribució de Poisson. Distribució de Gauss. Altres distribucions.



**9. Mètodes Estadístics. Errors. Convergència i Lleis dels grans Nombres.**

Funcions lineals de variables aleatòries. Canvi de variables. Propagació d'errors. Mostreig. Inferència mostral. Llei dels grans nombres. Teorema central del límit.

**10. Mètodes Estadístics. Ajust de dades experimentals.**

Estimadors. Propietats dels estimadors. Funcions lineals en els paràmetres. Estimació de paràmetres: màxima versemblança, mínims quadrats. Funcions no lineals en els paràmetres. Errors en els paràmetres. Sèries temporals.

**11. Mètodes Estadístics. Interval de confiança. Test d'hipòtesi.**

Interval de confiança. Estimació d'interval de confiança. Nivells de confiança gaussians. Límits. Test d'hipòtesi: Neyman Pearson. t de Student i F. Bondat dels ajustos: Quocient de versemblança, Chi-quadrat, Kolmogorov-Smirnov.

**12. Mètodes Estadístics. Introducció a les tècniques de Monte Carlo.**

Mètodes Monte Carlo. Nombres aleatoris. Generadors de nombres aleatoris uniformes. Mostreig de distribucions. Mètode de la transformació inversa. Mètode acceptació-rebutge. Integració Monte Carlo.

**VOLUM DE TREBALL**

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	45,00	100
Pràctiques en aula informàtica	35,00	100
Elaboració de treballs individuals	30,00	0
Estudi i treball autònom	90,00	0
<b>TOTAL</b>	<b>200,00</b>	

**METODOLOGIA DOCENT**

**Classes teòric-pràctiques:** Les classes teòriques són classes magistrals on s'aborden els continguts de l'assignatura, mentre que a les classes de problemes es realitzen exercicis d'aplicació pràctica per reforçar aquests continguts.

De cada tema, els alumnes resoldran manualment durant la classe exercicis senzills representatius del contingut de cada tema; aquest exercicis estaran disponibles online a l'Aula Virtual; l'enunciat de cada problema serà comú a tots els alumnes, però amb valors numèrics diferents; la solució caldrà introduir-la a l'Aula Virtual al final de la classe.



**Sessions a l'aula de informàtica:** Cada sessió a l'aula d'informàtica estarà dedicada a un tema particular d'aplicació dels mètodes numèrics i estadístics exposats a les classes de teoria i problemes.

De cada tema, els alumnes resoldran exercicis similars als fets a classe, però resolts amb MATLAB, tot incloent-hi gràfics, amb major detall del procés de les solucions, i amb major precisió en els valors numèrics. La solució caldrà introduir-la a l'Aula Virtual al final de cada sessió de pràctiques. A més, l'alumne pujarà un fitxer pdf amb les solucions (i el codi de MATLAB) a l'Aula Virtual.

Les sessions de pràctiques tenen una durada de 3 hores, i es faran un total de 12 sessions. La primera sessió de pràctiques serà una introducció general a l'ús de MATLAB. L'assistència a aquestes sessions és obligatòria, no recuperable i condició necessària per a superar l'assignatura.

**Exercices a realitzar fora de l'aula:** De cada tema, es distribuirà a l'Aula Virtual un butlletí de problemes que l'alumne haurà de resoldre pel seu compte utilitzant MATLAB.

Cada butlletí s'obrirà després de la sessió d'aula informàtica corresponent i estarà disponible durant un període de temps per la seva resolució. De cada butlletí, l'alumne pujarà un fitxer pdf amb les solucions a l'Aula Virtual.

## AVALUACIÓ

El sistema d'avaluació consta de dues parts: l'avaluació continua i un examen. El pes de cada tasca a la nota és la següent:

	Pes	Observacions
<b>1.1 Examen escrit</b>	40	La nota mínima per compensar amb 2.1+2.2 és 4/10.
<b>1.2 Exercicis a l'aula de teoria</b>	10	
<b>2.1 Exercicis a l'aula informàtica durant les sessions de pràctiques</b>	35	La nota mínima per compensar amb 1.1+1.2 és 4/10.
<b>2.2 Exercicis a realitzar a casa</b>	15	
<b>Total</b>	100	

Les qualificacions parcials de cadascuna de les dues parts de l'assignatura (continguts teòrics i pràctics) de la primera convocatòria es podran guardar per a la segona convocatòria del mateix curs, però no per a cursos posteriors.

### 1) Avaluació dels continguts teòrics

Pes sobre la nota total: 50%.

Nota mínima per a compensar: 4/10.

Aquesta avaluació dels continguts teòrics consta de dues parts:

1.1 Examen escrit (amb un pes del 40% sobre la qualificació final total)

Mitjançant un examen per escrit s'avaluarà, per una banda, la comprensió dels aspectes teórico-conceptuals i el formalisme de l'assignatura, tant mitjançant preguntes teòriques com a través de qüestions conceptuals i numèriques senzilles. D'altra banda, es valorarà la capacitat d'aplicació del formalisme,



mitjançant la resolució de problemes, així com la capacitat crítica respecte als resultats obtinguts. Es valoraran una correcta argumentació i una justificació adequada.

1.2 Avaluació contínua (amb un pes del 10% sobre la qualificació final total)

En aquesta part es valoraran els exercicis resolts pels alumnes al llarg del curs en les classes teòric-pràctiques.

## 2) Avaluació dels continguts pràctics de l'aula d'informàtica:

Pes sobre la nota total: 50%.

Nota mínima per a compensar: 4/10.

En aquesta part es valoraran els exercicis fets a l'aula informàtica durant les sessions de les pràctiques i els que faran els estudiants a casa (amb ajuda del professorat si fóra necessari durant les hores de tutories).

## REFERÈNCIES

### Bàsiques

- 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.

### Complementàries

- 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.