

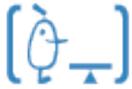


# GUÍA DOCENTE

## **MÉTODOS ESTADÍSTICOS Y NUMÉRICOS**

### **Grado en Física**

CURSO 2010-2011

**I.- DATOS INICIALES DE IDENTIFICACIÓN**

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Métodos Estadísticos y Numéricos
<b>Nombre de la Materia</b>	Métodos Estadísticos y Numéricos
<b>Carácter:</b>	Obligatoria, cuatrimestral
<b>Titulación:</b>	Graduada/o EN FÍSICA
<b>Unidad temporal</b>	2º, primer cuatrimestre
<b>Créditos ECTS</b>	8
<b>Departamentos:</b>	
<b>Profesor/a responsable:</b>	José Lorenzo Ferrero Calabuig

**II.- INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA**

La extracción de información a partir de datos experimentales requiere la utilización de conocimientos de probabilidad y métodos estadísticos que son indispensables para la realización de 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.

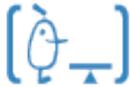
Además, la materia contiene una fuerte componente práctica en la que se pretende que el estudiante adquiera soltura en la programación de un lenguaje de alto nivel para programar algoritmos y modelos y ejecutarlos en un ordenador, y se familiarice con conceptos numéricos tales como precisión, errores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

Los **descriptores** propuestos en el documento del Plan de Estudios del Grado en Física establecen los siguientes temas a tratar: Probabilidad, distribuciones de probabilidad, propagación de errores, teorema del Límite Central, 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.

**III.- VOLUMEN DE TRABAJO**

**Semanas de trabajo:** 15 semanas.

**horas de trabajo del alumno** que se establecen por cada crédito ECTS: 25 h. **HT** : 200 h.



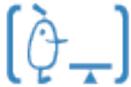
TIPO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	HORAS
Asistencia a clases teóricas		45
Asistencia a sesiones de laboratorio en el Aula de Informática.	Realización y ejecución de programas. Resolución de dudas. Sesiones tutorizadas por el profesor/a 3 h/ sesión x 12 sesiones	35
Estudio-preparación contenidos teórico-prácticos	Teoría: 1.6 h/sem aprox. Problemas: 3.3 h/sem aprox.	75
Realización de ejercicios por ordenador, memorias.	2 h/sem aprox.	30
Estudio para preparación de exámenes:	10 h/examen (aprox) x 1 exámenes	10
Realización de exámenes:	4 h/examen (aprox) x 1 exámenes	4
Actividades complementarias	<b>Conferencia del ciclo de la facultad de Física, Asistencia y resumen argumentado</b>	2 h
	Otros	
<b>TOTAL VOLUMEN DE TRABAJO</b>		201

#### IV.- OBJETIVOS GENERALES

Proporcionar los conocimientos básicos de estadística y probabilidad para el diseño, análisis e interpretación de experimentos. Entender el significado de las medidas y cómo el análisis estadístico permite obtener información sobre las leyes de la Física. Conocer los métodos estadísticos más comunes para la estimación de parámetros y la comprobación de hipótesis.

Obtener los suficientes conocimientos de Cálculo Numérico para ser capaz de abordar los problemas más frecuentes que aparecen en Física, que carecen de solución analítica o implican volúmenes de cálculo muy elevado, tales como raíces de ecuaciones no lineales, diagonalización de matrices y resolución de sistemas lineales de orden elevado, ecuaciones diferenciales, derivadas e integrales. Aprender algoritmos para tratar y modelar numéricamente datos experimentales.

Adquirir soltura de programación en un lenguaje de alto nivel para programar algoritmos, modelos y ejecutarlos en ordenador. Familiarizarse con conceptos numéricos tales como errores de redondeo y



truncado, orden de convergencia, volumen de cálculo y con las limitaciones y problemas de la programación en problemas numéricos (underflows, overflows, mal condicionamiento, etc.)

Capacitar al estudiante para estudiar y programar por su cuenta métodos numéricos no vistos en el curso y para plantear y programar un modelo numérico de un problema físico.

## V.- CONTENIDOS MÍNIMOS

A continuación se establecen los contenidos mínimos de la parte teórico-práctica así como los contenidos de las sesiones en el Aula de Informática.

Los contenidos teórico-prácticos se estructuran en dos bloques relativos a los métodos numéricos y estadísticos respectivamente aunque ambos bloques están muy relacionados entre ellos.

### Contenidos Teóricos

#### Métodos Numéricos

**Tema 1 Resolución de ecuaciones no lineales.** Introducción. Método de Bisección. Método de Newton Raphson.

**Tema 2 Problemas lineales.** Problemas de algebra lineal. Descomposición LU de una matriz. Resolución de sistemas de ecuaciones. Matriz inversa. Valores y vectores propios. Método de Jacobi.

**Tema 3 Optimización.** Minimización de una función. Método simplex. Método del gradiente.

**Tema 4 Interpolación.** Interpolación de Lagrange. Diferencias divididas. Interpolación con Splines.

**Tema 5 Integración y Derivación Numérica.** Derivación Numérica. Extrapolación de Richardson. Reglas de integración: Trapezoidal. Simpson, Boole. Reglas compuestas. Integración de Romberg.

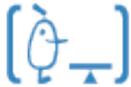
**Tema 6 Resolución Numérica de Ecuaciones Diferenciales.** Ecuaciones diferenciales ordinarias. Algoritmos de integración. Método de Euler. Método del punto medio. Método predictor corrector. Métodos de Runge-Kutta. Calidad de las reglas de integración. Diferencias finitas y elementos finitos

#### Métodos Estadísticos

**Tema 1 Probabilidad y Estadística. Conceptos generales** Definición de probabilidad. Variables aleatorias. Cálculo de probabilidades. Teorema de Bayes.

**Tema 2 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.

**Tema 3 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.



**Tema 4 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.

**Tema 5 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.

**Tema 6 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.

### Sesiones en el Aula de Informática

**Los contenidos mínimos de las sesiones en el Aula Informática son los siguientes:**

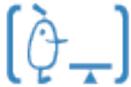
- Introducción al Matlab.
- Raíces de funciones no lineales.
- Sistemas lineales y diagonalización.
- Interpolación.
- Derivación e Integración numérica.
- Ecuaciones diferenciales.
- Método de Montecarlo
- Modelado de datos experimentales.

### VI.- DESTREZAS

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

### VII.- HABILIDADES TRANSVERSALES

- Familiarización con los modelos de cálculo numérico y sus ventajas e inconvenientes.
- Exposición en público.

**VIII.- TEMARIO Y PLANIFICACIÓN TEMPORAL**

<b>TEMAS DE TEORÍA</b>	<b>Num. horas</b>
<b>Métodos Numéricos</b>	
Resolución de ecuaciones no lineales	3
Problemas lineales	3
Optimización	3
Interpolación.	4
Derivación e integración numérica	3
Ecuaciones diferenciales	5
<b>Métodos Estadísticos</b>	
Probabilidad y Estadística	2
Distribuciones de probabilidad	4
Errores. Convergencia. Ley de los Grandes Números	4
Ajuste de datos experimentales	5
Intervalos de confianza. Tests de Hipótesis	5
Técnicas de Monte Carlo	4
<b>Total</b>	<b>45</b>

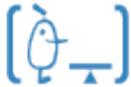
<b>Sesiones Aula Informática</b>	<b>Num. sesiones</b>
Introducción a un lenguaje de programación	2
Raíces de funciones no lineales	1
Sistemas lineales y diagonalización	1
Interpolación	1
Derivación e Integración numérica	2
Ecuaciones diferenciales	2
Modelado de datos experimentales	2
Método de Montecarlo	1
<b>Total</b>	<b>12</b>

**IX.- BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA****Métodos Numéricos**

Bibliografía básica:

- 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).

Bibliografía complementaria:



- G. M. Phillips y P.J Taylor, Theory and applications of Numerical Analysis, Academic Press, 1994
- Press, Teukolsky, Numerical Recipes, Cambridge University Press.

### Métodos Estadísticos

Bibliografía básica:

- 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.

Bibliografía complementaria:

- 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 volúmenes.

## X.- CONOCIMIENTOS PREVIOS

Conocimientos de Álgebra Lineal y Cálculo Diferencial e Integral adquiridos en el Bachillerato y en las materias de Matemáticas de 1º y Métodos Matemáticos de 2º. Experiencia en realización de medidas y análisis de datos experimentales adquirida en la asignatura Iniciación a la Física Experimental. Experiencia en ordenadores y programación adquirida en la asignatura Informática.

## XI.- METODOLOGIA

**Clases teórico-prácticas.**- Las clases teóricas serán clases magistrales donde se abordan los contenidos de la asignatura y se realizan problemas de aplicación práctica para reforzar dichos contenidos. Al final de cada tema los alumnos dispondrán de una colección de problemas propuestos para su resolución que resolverán y podrán exponer al resto 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 Numéricos y Estadísticos y documentada mediante un tema y un guión, disponibles en el Aula Virtual, donde se expondrán la programación de los algoritmos a utilizar y los ejercicios a resolver en el laboratorio. Las sesiones de prácticas tienen una duración de 3 horas.

## XII.- EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Los sistemas de evaluación son los siguientes:

1) Exámenes escritos: una parte evaluará 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 o casos particulares sencillos. Otra parte valorará la capacidad de aplicación del formalismo, mediante la resolución de problemas, así como la capacidad crítica



respecto a los resultados obtenidos. En ambas partes se valorarán una correcta argumentación y una adecuada justificación.

2) Evaluación continua: valoración de trabajos y problemas presentados por los estudiantes, cuestiones propuestas y discutidas en el aula, presentación oral de problemas resueltos o cualquier otro método que suponga una interacción entre docentes y estudiantes.

La Calificación Global de la Asignatura será la media de la calificación obtenida en los Contenidos Teóricos y en las sesiones del Aula de Informática. Solo podrá aprobarse la Asignatura con una Calificación global superior a 5, siempre que las calificaciones de cada parte superen el 4 individualmente.

La calificación de los Contenidos Teóricos se realizará teniendo en cuenta en un 70% los Exámenes teóricos y un 30% la Evaluación Continua.

La calificación de las Sesiones del Aula de Informática se realizarán contribuyendo en un 80% la Evaluación Continua a través de las Memorias y un 20% de la calificación del examen correspondiente.