

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

### PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Identificación y características de la asignatura			
Código	501723	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Métodos Numéricos II		
Denominación (inglés)	Numerical Methods II		
Titulaciones	Doble Grado en Matemáticas y Estadística		
Centro	Facultad de Ciencias		
Semestre	7	Carácter	Obligatoria
Módulo	Formación Obligatoria		
Materia	Métodos Numéricos e Informática		
Profesorado			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
José Luis Bravo Trinidad	C-28	trinidad@unex.es	
Área de conocimiento	Análisis Matemático		
Departamento	Matemáticas		
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)			
Competencias			
<p><b>Competencias Básicas</b></p> <p>CB1: 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 en 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.</p> <p>CB2: 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.</p> <p>CB3: 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.</p> <p>CB4: Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.</p> <p>CB5: Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.</p>			
<p><b>Competencias Generales</b></p> <p>CG1: Desarrollar en el estudiante las capacidades analíticas, de abstracción y de intuición, así como el pensamiento lógico y riguroso.</p> <p>CG2: Capacitar al estudiante para que los conocimientos teóricos y prácticos que adquiera pueda utilizarlos en la definición y planteamiento de problemas y en la búsqueda de sus soluciones tanto en contextos académicos como profesionales.</p> <p>CG3: Promover en el estudiante la curiosidad y el interés por las Matemáticas y animarle</p>			

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

a mantenerlos y transmitirlos una vez finalizados los estudios.

CG4: Que el estudiante conozca la presencia y el uso de las Matemáticas en la Física, la Química, la Biología, etc.

CG5: Que el estudiante pueda seguir estudios posteriores en otras disciplinas, tanto científicas como tecnológicas, lo que posibilitará desarrollar una actividad profesional en campos como la

enseñanza de las Matemáticas en la educación secundaria y en la educación universitaria, u otros campos relacionados con la Física, la Informática, etc.

### **Competencias Transversales**

CT3: Planificar y organizar el trabajo personal, y tener capacidad de trabajar en grupo.

CT4: Capacitar para el aprendizaje autónomo de nuevos conocimientos y técnicas, y para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CT5: Dominar las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) mediante el uso de aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización, applets en la web, y el desarrollo de programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

CT6: Dominar algún lenguaje de programación de alto nivel.

### **Competencias Específicas**

CE1: Poseer y comprender conocimientos de Matemáticas que partan de la base de la educación secundaria general y se encuentren a un nivel que, si bien se apoye en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que impliquen conocimientos procedentes de la vanguardia de las Matemáticas.

CE2: Saber aplicar los conocimientos adquiridos a su trabajo o vocación de forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas.

CE3: Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.

CE4: Conocer demostraciones de algunos teoremas fundamentales en distintas áreas de la Matemática.

CE5: Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.

CE6: Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada y de otros ámbitos) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.

CE7: Resolver problemas y ejercicios relacionados con los conceptos básicos de las Matemáticas.

CE8: Leer y comprender textos matemáticos, tanto en español como en otros idiomas de relevancia en el ámbito científico, especialmente en inglés.

CE10: Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos en Matemáticas.

CE11: Comunicar, de forma oral y escrita, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas.

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

CE13: Saber detectar el origen de errores en los cálculos numéricos y estimar el coste operativo de los cálculos.  
CE14: Saber analizar, programar e implantar en ordenador algunos algoritmos y métodos constructivos de solución de problemas.

### Contenidos

Breve descripción del contenido

Ecuaciones en diferencias y sumación de funciones. Resolución aproximada de ecuaciones diferenciales ordinarias. Introducción a la resolución aproximada de ecuaciones en derivadas parciales.

Temario de la asignatura

Denominación del tema 1: Ecuaciones en diferencias.

Contenidos del tema 1:

1.1. Introducción.

Definición de ecuación en diferencias.

Orden de una ecuación en diferencias.

1.2. Resolución de una ecuación en diferencias lineal homogénea.

Ecuación característica.

Sistema fundamental de soluciones.

Caso de raíces simples.

Caso de raíces múltiples.

1.3. Solución general de una ecuación en diferencias lineal no homogénea.

Método de variación de constantes.

1.4. Introducción al problema de suma de funciones

Planteamiento general.

Reducción del problema a la resolución de la ecuación en diferencias  $\Delta F(x)=g(x)$ .

Transformación de Abel.

Ejemplos.

1.5. Resolución de la ecuación en diferencias  $\Delta F(x)=g(x)$  cuando  $g(x)$  es un polinomio.

Métodos generales.

Números y polinomios de Bernoulli.

Método basado en los polinomios de Bernoulli.

1.6. Fórmula de sumación de Euler.

Fórmula de sumación de Euler para polinomios.

Fórmula de sumación de Euler-Mclaurin.

Descripción de las actividades prácticas del tema 1: Resolución de ejercicios de ecuaciones en diferencias y sumación de funciones.

Denominación del tema 2: Resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias.

Contenidos del tema 2:

2.1 Introducción.

Planteamiento general.

Teorema de existencia y unicidad de solución.

Resolución numérica del problema de Cauchy.

Definición de métodos paso a paso.

Método de Euler.

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

2.2. Error, orden y convergencia de los métodos de un paso.  
 Error global y error de truncamiento. Estimación del error.  
 Orden. Convergencia. Consistencia.  
 Teorema de convergencia.

2.3. Métodos de un paso de orden superior.  
 Método de Taylor. Orden y convergencia.  
 Métodos de Runge-Kutta. Definición general de los métodos; orden y convergencia;  
 método clásico de orden cuatro.

2.4. Métodos multipaso.  
 Definición de métodos implícitos y explícitos.  
 Métodos de Adams-Bashforth y métodos de Adams-Moulton.  
 Métodos predictor-corrector.

2.5. Error, orden, convergencia y estabilidad de los métodos lineales multipaso.  
 Error de truncamiento.  
 Orden y convergencia.  
 Consistencia y condición de la raíz.  
 Teorema de convergencia.  
 Estabilidad.

Descripción de las actividades prácticas del tema 2: Ejercicios y prácticas de ordenadores relativos a la aproximación numérica de las soluciones del PVI, tanto en ecuaciones escalares no autónomas como en sistemas autónomos, utilizando el software Sage.

Denominación del tema 3: Introducción a la resolución numérica de problemas en la frontera y de ecuaciones en derivadas parciales.  
 Contenidos del tema 3:

3.1. Problemas de valor en la frontera.  
 Métodos de diferencias finitas.  
 Métodos de colocación.  
 Problema débil asociado.  
 Métodos de tiro.

3.2 Ecuaciones de Laplace en un rectángulo.  
 Ecuación en diferencias asociada: fórmula de los cinco puntos.  
 Existencia y unicidad de solución aproximada. Principio del máximo.  
 Cálculo de la solución aproximada.  
 Acotación del error.  
 Convergencia de la solución aproximada a la solución exacta.

Descripción de las actividades prácticas del tema 3: Ejercicios y prácticas de ordenadores relativos a la aproximación numérica de problemas de frontera, utilizando el software Sage.

Actividades formativas								
Horas de trabajo del alumno/a por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	CH	L	O	S	TP	EP
1	49	14				3		32
2	58	14			9	3		32

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

3	30.5	7		6	1.5		16
<b>Evaluación</b>	12.5	2.5					10
<b>TOTAL</b>	150	37.5		15	7.5		90

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).  
 CH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)  
 L: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)  
 O: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)  
 S: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).  
 TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).  
 EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

### Metodologías docentes

1. Explicación y discusión de los contenidos.
2. Resolución, análisis y discusión de problemas.
3. Actividades experimentales como prácticas en laboratorios, aulas de informática y trabajos de campo.
4. Actividades de seguimiento individual o por grupos del aprendizaje.
5. Trabajo autónomo del estudiante.

### Resultados de aprendizaje

Al completar esta asignatura, el estudiante:

- Sabrá identificar una ecuación en diferencias y a resolver las lineales de coeficientes constantes.
- Sabrá relacionar un problema de sumación con la resolución de una ecuación en diferencias.
- Sabrá aplicar las fórmulas de sumación de Euler y de Euler-Maclaurin.
- Sabrá aproximar numéricamente la solución de un problema de Cauchy o de valor inicial.
- Sabrá aproximar numéricamente la solución de una ecuación diferencial en derivadas ordinarias con valores en la frontera.
- Sabrá resolver de forma aproximada una ecuación en derivadas parciales.
- Sabrá resolver mediante programación problemas de Física, Matemáticas y Estadística
- Conocerá los conceptos y sintaxis de un lenguaje de programación de alto nivel.

### Sistemas de evaluación

En la convocatoria ordinaria habrá dos sistemas de evaluación: Evaluación Continua y Evaluación no continua. En las convocatorias extraordinarias solo se evaluará mediante evaluación no continua.

#### **Evaluación Continua:**

Se propondrá una práctica a desarrollar a lo largo del semestre, que se evaluará con hasta 1 punto.

El día del examen final, el alumno realizará una prueba escrita en la que podrá obtener un máximo de 9 puntos.

	<b>PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX</b>		
	<b>Curso académico:</b> 2024-25	<b>Código:</b> P/CL009_FC_D002	

Su Nota Final será la suma de la obtenida en la práctica y la del Examen Final.

**Evaluación No Continua:**

Si se optase por evaluación no continua, el 100% de la evaluación correspondería al examen final.

En ambos casos se valorará: Coherencia en los razonamientos empleados y utilización de métodos adecuados para resolver los ejercicios que se propongan, así como la explicación razonada de los pasos empleados en su resolución.

Se aplicará la normativa de evaluación vigente en cada momento.

**Bibliografía (básica y complementaria)**

**Básica**

1. BUTCHER, J.C.: The Numerical Analysis of Ordinary Differential Equations. John Wiley & Sons, 1987.
2. GUELFOND, A.O.: Calcul des différences finies. Dunod. Paris, 1963.
3. ISAACSON, E.; KELLER, H.B.: Analysis of Numerical Methods. John Wiley & Sons. New York, 1966 (reeditado en Dover Publications, 1994).
4. JOHNSON, L.W.; RIESS, R.D.: Numerical Analysis. Addison-Wesley, 1982.
5. KINCAID, D.; CHENEY, W.: Análisis Numérico. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.
6. KINCAID, D.; CHENEY, W.: Numerical Mathematics and Computing. Thomson, 2008.
7. STOER, J.; BULIRSCH, R.: Introduction to Numerical Analysis. Springer- Verlag. New York, 1980.

**Complementaria**

8. AMES, W.F.: Numerical methods for partial differential equations. Academic Press, New York, 1977.
9. BLUM, E.K.: Numerical analysis and computation theory and practice. Addison-Wesley, 1972.
10. HENRICI, P.: Discrete Variable Methods in Ordinary Differential Equations. John Wiley & Sons. New York, 1962.
11. ORTEGA, J.M.; POOLE, W.G.: An Introduction to Numerical Methods for Differential Equations. Pitman, 1981.
12. RAPPAZ, J.; PICASSO, M.: Introduction à l'Analyse Numérique. Presses polytechniques et universitaires romandes, 1998.

Son especialmente recomendables los libros 3, 5 y 6.

**Otros recursos y materiales docentes complementarios**

Se publicarán en el campus virtual de la asignatura