

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Asignatura	Solución Numérica de Ecuaciones Diferenciales		
Materia	Métodos Numéricos		
Módulo			
Titulación	Grado en Matemáticas		
Plan	394	Código	40027
Periodo de impartición	1º Cuatrimestre	Tipo/Carácter	Optativa
Nivel/Ciclo	Grado	Curso	Cuarto
Créditos ECTS	6		
Lengua en que se imparte	Castellano		
Profesor/es responsable/s	Mari Paz Calvo Cabrero		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	Departamento de Matemática Aplicada Facultad de Ciencias Paseo de Belén 7 47011 Valladolid mariapaz.calvo@uva.es Tfno. 983185884 Home Page: http://hermite.uva.es/maripaz		
Departamento	Matemática Aplicada		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

Las ecuaciones diferenciales, ordinarias o en derivadas parciales, y los problemas asociados a ellas son fundamentales en la modelización matemática de muchos fenómenos de la Física y la Ingeniería, y cada vez más importantes en otras disciplinas como la Biología o las Ciencias Sociales. La solución aproximada de estos problemas mediante métodos numéricos es indispensable para la utilización efectiva de los correspondientes modelos matemáticos ya que su solución no puede ser abordada por otros métodos. En esta asignatura se proporciona al alumno un conocimiento de los métodos numéricos más utilizados, su motivación, los conceptos matemáticos necesarios para su análisis, y las metodologías y destrezas para su implementación efectiva en un ordenador. En su conjunto, el alumno adquiere el bagaje básico de lo que hasta recientemente era la esencia de la computación científica, entendiendo el alcance de los métodos y sus limitaciones.

1.2 Relación con otras materias

La motivación e implementación de los métodos numéricos para ecuaciones diferenciales hace uso constante de los métodos de interpolación, de cuadratura, de resolución de sistemas de ecuaciones lineales y no lineales. La asignatura establece también conexiones con las asignaturas de Ecuaciones Diferenciales, y Ampliación de Ecuaciones Diferenciales que se cursan en cursos previos. Por último, está muy relacionada con la asignatura "Ecuaciones en Derivadas Parciales". Así que la asignatura contribuye a una integración de las materias de métodos numéricos y ecuaciones diferenciales que se imparte en el Grado de Matemáticas.

1.3 Prerrequisitos

No se establecen prerrequisitos, aunque es recomendable haber cursado las materias de "Análisis Numérico" y "Ampliación de Análisis Numérico", y tener cierta experiencia en la programación en Matlab, o en un lenguaje de programación de alto nivel.

2. Competencias

2.1 Generales

G1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyado en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas.

G2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo o vocación de una 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.

G3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

G4. Poder transmitir, tanto de forma oral como escrita, información, ideas, conocimientos, problemas y soluciones del ámbito matemático a un público tanto especializado como no especializado.

G5. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Matemáticas con un alto grado de autonomía.

G6. Utilizar bibliografía y herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos en Matemáticas, incluyendo los recursos telemáticos.

G7. Conocer y utilizar recursos informáticos de carácter general y tecnologías de la información y las comunicaciones como medios de comunicación, organización, aprendizaje e investigación.



G8. Gestionar de forma óptima, tanto en el trabajo individual como en equipo, el tiempo de trabajo y organizar los recursos disponibles, estableciendo prioridades, caminos alternativos e identificando errores lógicos en la toma de decisiones.

G9. Tener la capacidad de trabajar en equipo, aportando orden, abstracción y razonamiento lógico; comprobando o refutando razonadamente los argumentos de otras personas y contribuyendo con profesionalidad al buen funcionamiento y organización del grupo.

2.2 Específicas

E1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de las Matemáticas, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.

E2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de las Matemáticas.

E3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.

E4. 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.

E5. Capacitar para el aprendizaje autónomo de nuevos conocimientos y técnicas.

E6. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otras técnicas.

E7. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

E8. Planificar la resolución de un problema en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

E9. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.

E10. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

3. Objetivos

El alumno conocerá los métodos más importantes para la resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias y ecuaciones en derivadas parciales, abordando las técnicas para su implementación efectiva. El alumno conocerá los conceptos fundamentales de consistencia, estabilidad y convergencia, que sustentan el análisis matemático de los métodos en diferencias finitas. El alumno conocerá los fundamentos del método de elementos finitos en problemas de valores en la frontera. El alumno se familiarizará con las técnicas computacionales más importantes para la resolución aproximada de los problemas discretos que se plantean. El alumno adquirirá una experiencia computacional mediante el uso de librerías para la computación científica en el ámbito de las ecuaciones diferenciales y la programación de la solución con ordenador de problemas relevantes de las Ciencias Aplicadas.

4. Contenidos y/o bloques temáticos

c. Contenidos

Bloque 1. Métodos para ecuaciones diferenciales ordinarias con valor inicial

1. La clase de los métodos lineales multipaso. Teoría del orden. Métodos Adams. Métodos predictor-corrector.
2. Métodos Runge-Kutta. Teoría del orden. Aspectos prácticos.
3. Teoría de convergencia de los métodos. Condición de la raíz y 0-estabilidad.
4. Problemas rígidos. A-estabilidad. Fórmulas BDF.



5. Aspectos prácticos de implementación. Estimación y cambio de paso.

Bloque 2. Métodos para problemas de valores en la frontera

- 6. Diferencias finitas para problemas de dos puntos frontera. Algoritmo de Thomas.
- 7. Diferencias finitas para la ecuación de Poisson. El teorema de Gerschgorin.
- 8. Métodos iterativos modernos. El método gradiente conjugado y el método GMRES.

Bloque 3. Métodos de diferencias finitas para problemas de evolución

- 9. Métodos de diferencias finitas para la ecuación de difusión. El método de líneas.
- 10. El análisis de Von-Neumann.
- 11. Métodos de diferencias finitas para la ecuación de advección lineal.

g. Bibliografía básica

- 1. Iserles A. – A First Course in the Numerical Analysis of Differential Equations, Cambridge University Press (1996)
- 2. Dormand J. R. – Numerical Methods for Differential Equations. A Computational Approach, CRC Press, Boca Raton (1996)
- 3. Morton K. W., Myers D. F. – Numerical Solution of Partial Differential Equations, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge (2005)

h. Bibliografía complementaria

- 1. Strikwerda J. C. – Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations, 2nd ed., SIAM, Philadelphia (2004).
- 2. Atkinson K. E., Han W., Stewart D. – Numerical Solution of Ordinary Differential Equations, John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, (2009).
- 3. Leveque R. J. – Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations: Steady-State and Time-Dependent Problems, SIAM, Philadelphia, PA (2007).
- 4. Lambert, J. D. – Numerical Methods for Ordinary Differential Systems: The Initial Value Problem, 2nd ed., Chichester, Sussex (1991).
- 5. Hairer, E., Norsett S. P., Wanner G. – Solving Ordinary Differential Equations I, 2nd ed., Springer-Verlag, Berlín (1994).
- 5. Hairer, E., Wanner G. – Solving Ordinary Differential Equations II. Stiff and Differential-Algebraic Problems, 2nd ed., Springer-Verlag, Berlín (1996).

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Las actividades académicas presenciales previstas son las siguientes:

- Clases teóricas
- Resolución de problemas
- Clases con ordenador en el aula de informática
- Sesiones de evaluación

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

La información del apartado anterior se resume en la siguiente tabla de dedicación del estudiante a la asignatura:

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
--------------------------	-------	-----------------------------	-------



Clases teóricas	30	Estudio autónomo individual o en grupo	45
Resolución de problemas	10	Preparación y redacción de ejercicios u otros trabajos	20
Clases con ordenador en el aula de informática	15	Programación/experimentación u otros trabajos con el ordenador	20
Tutorías y seminarios	2	Documentación: consultas bibliográficas, internet, ...	5
Sesiones de evaluación	3		
Total presencial	60	Total no presencial	90

7. Sistema y características de la evaluación

Varias de las semanas del curso se propondrán unas prácticas de ordenador para resolver por los alumnos. Estos entregarán al profesor un informe sobre la práctica de ordenador antes de la fecha límite marcada en el momento de proponerla. En algunos casos se pedirá la explicación frente al ordenador de los programas presentados en el informe de la práctica. Por otra parte, se realizarán una o dos pruebas de evaluación intermedia basadas en sesiones de resolución de problemas en ciertos días fijados de antemano al inicio del curso.

La evaluación se basará en el examen final con un valor de hasta el 40% de la nota, y en la evaluación continua en base a las prácticas de ordenador (30% de la nota) y a las sesiones de resolución de problemas (30% de la nota). Para la convocatoria extraordinaria se ponderará con el 70% la calificación del examen global y con el 30% la calificación de las prácticas de laboratorio exclusivamente.

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Prácticas de ordenador	30%	
Pruebas de evaluación intermedia y otras actividades de evaluación continuada	30%	
Examen final	40%	

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - La nota de la convocatoria ordinaria es la suma de la nota del examen (40%), de la nota de las prácticas de ordenador (30%) y de la nota de las pruebas de evaluación intermedia (30%).
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - La nota de la convocatoria extraordinaria se calculará ponderando con el 70% la calificación del examen global y con el 30% la calificación de las prácticas de laboratorio exclusivamente.

8. Consideraciones finales

Horario y fechas de examen.

Clases. Laboratorio, los martes de 14 a 15. Aula, los lunes y miércoles de 14 a 15, y los viernes de 13h a 14h.

Fechas examen. Ordinario 9 de enero de 2020 por la tarde. Extraordinario 29 de enero de 2020 por la tarde.