



Guía docente

200248 - MNED - Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales

Última modificación: 26/05/2026

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Asignatura optativa).
Curso: 2026 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: ESTHER SALA LARDIES
Otros: Primer quadrimestre:
ABEL GARGALLO PEIRÓ - A
ESTHER SALA LARDIES - A

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

3. CE-1. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
4. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
5. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
6. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
7. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

Genéricas:

1. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
2. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios multidisciplinares posteriores con un alto grado de autonomía en disciplinas científicas en las que las Matemáticas tienen un papel significativo.
8. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
9. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
10. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
11. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

13. EMPRENDEDURÍA E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que definen su actividad; capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

14. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; habilidad para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

15. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

16. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

17. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Las clases se repartirán entre sesiones en aula convencional y en aula de ordenadores. En las primeras se presentarán conceptos más teóricos, mientras que las sesiones en aula de ordenadores se aprovecharán para implementar métodos numéricos, estudiar su comportamiento y resolver ejemplos de aplicación. También se dedicarán algunas sesiones a trabajar en los ejercicios prácticos propuestos.

La información sobre la organización de la asignatura y el material docente se publicará en la intranet

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo de esta asignatura es proporcionar una base sólida (teórica y práctica) en métodos numéricos para la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) y en derivadas parciales (EDP), que permita al estudiante seguir asignaturas de modelización y de aplicación de las ecuaciones diferenciales en ciencias e ingeniería.

Capacidades a adquirir:

- Familiarización con los métodos Runge-Kutta y lineales multipaso para resolver EDOs y con Diferencias Finitas y Elementos Finitos para EDPs.
- Visión general de los aspectos computacionales más relevantes que aparecen en la resolución numérica de ecuaciones diferenciales
- Conocimiento de las propiedades y limitaciones de los métodos.
- Capacidad para interpretar resultados y controlar la calidad de una solución.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	20.00
Horas grupo pequeño	30,0	20.00
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

1. Ecuaciones diferenciales ordinarias (EDOs). Nociones básicas. Error de truncamiento y orden de un método. Convergencia

Descripción:

Problemas de valor inicial y de valor en la frontera. Los métodos de Euler, Euler mejorado y Euler implícito. Error de truncamiento local y global. Orden de un método. Estimación numérica del orden. Convergencia.

Dedicación: 15h

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Actividades dirigidas: 2h

Aprendizaje autónomo: 7h

2. Métodos de Runge-Kutta y lineales multipaso. Implementación.

Descripción:

Métodos de Runge-Kutta explícitos e implícitos. Región de estabilidad absoluta de un método. Ejemplos. Exploración numérica de problemas stiff: ecuación de van der Pol.

Generalidades sobre métodos lineales multipaso. Métodos de Adams-Bashforth y Adams-Moulton. Métodos BDF.

Métodos predictor-corrector. Condiciones de consistencia, estabilidad y convergencia. Estimación del error local y ajuste del paso.

Implementaciones comerciales y freeware.

Dedicación: 24h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

Actividades dirigidas: 3h

Aprendizaje autónomo: 9h

3. Ecuaciones en derivadas parciales (EDP). Conceptos generales sobre su resolución

Descripción:

Problemas en ingeniería y ciencias aplicadas que precisan resolución numérica de EDP. EDP lineales de segundo orden: clasificación, interpretación física. Aspectos fundamentales de la resolución numérica. Condiciones de contorno.

Dedicación: 26h

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Actividades dirigidas: 4h

Aprendizaje autónomo: 12h

4. Solución numérica d'EDP con el Método de las Diferencias Finitas (MDF)

Descripción:

Operadores en diferencias. Discretización de la ecuación parabólica unidimensional con el Método de Diferencias Finitas (MDF).

Sistemas de ecuaciones en diferencias. Análisis de convergencia, estabilidad y consistencia. Problemas multidimensionales y aplicaciones. Discretización con el MDF. Limitaciones

en comparación con el Método de los Elementos Finitos (MEF):

Dedicación: 26h

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Actividades dirigidas: 4h

Aprendizaje autónomo: 12h

5. Solución numérica de ecuaciones parabólicas y elípticas con el MEF

Descripción:

Forma fuerte, método de los residuos ponderados y forma débil para ecuaciones elípticas. Tratamiento de las condiciones de contorno. Interpolación en elementos finitos: malla y splines. Integración numérica. Elemento de referencia y transformación isoparamétrica. Tipos de elementos más utilizados. Implementación eficiente de un código de elementos finitos. Propiedades de convergencia. Integración temporal de problemas transitorios.

Dedicación: 26h

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Actividades dirigidas: 4h

Aprendizaje autónomo: 12h

6. Control de la calidad de la solución

Descripción:

Necesidad de garantizar la calidad de la solución. Conceptes de verificación y validación. Conceptos básicos de estimación del error.

Dedicación: 15h

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Actividades dirigidas: 2h

Aprendizaje autónomo: 7h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Cualquier acto de fraude académico, plagio o uso o mera tenencia al alcance de medios no autorizados en cualquier actividad de evaluación comportará la calificación de cero (0) en la prueba o entrega afectada. Además, de acuerdo con la normativa de la Universidad, la posible derivación de los hechos para la apertura de un expediente disciplinario implicará que la asignatura quede en el estado provisional de "pendiente de evaluación" hasta la resolución del expediente. La gestión de estas incidencias se lleva a cabo de acuerdo con el [Marco de actuación para la integridad académica en la evaluación de la UPC](#).

La calificación final obtenida por el estudiante se obtiene como:

- un 50% de trabajo de curso (ejercicios, pequeños proyectos... propuestos en clase, donde se dedicará tiempo a la resolución)
- un 50% de exámenes

Todas las calificaciones se hacen sobre 10 y la nota mínima para aprobar es un 5.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Es obligatoria la asistencia a un mínimo de clases y la realización de los trabajos de curso.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Butcher, J. C. Numerical methods for ordinary differential equations. Wiley, 2016.
- Dekker, K.; Verwer, J.G. Stability of Runge-Kutta methods for stiff nonlinear differential equations. Elsevier, 1984. ISBN 0444876340.
- Shampine, L. F.; Gladwell, I.; Thompson, S. Solving ODEs with MATLAB. Cambridge University Press, 2003. ISBN 0521530946.
- Hoffman, Joe D. Numerical methods for engineers and scientists. 2nd. New York: Marcel Dekker, 2001. ISBN 0824704436.
- Quarteroni, Alfio. Numerical models for differential problems [en línea]. Springer Verlag-Milano, 2009 [Consulta: 21/06/2023]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-88-470-1071-0>. ISBN 9788847010710.
- Zienkiewicz, O. C. [et al.]. The Finite element method [en línea]. 6th. Oxford: Butterworth Heinemann, [Consulta: 21/06/2023]. Disponible a : https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=7854. ISBN 9780750664318.

Complementaria:

- Donea, J.; Huerta, A. Finite element methods for flow problems [en línea]. Chichester: John Wiley Sons, 2003 [Consulta: 21/06/2023]. Disponible a: <https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/0470013826>. ISBN 0471496669.
- Elman, H.; Silvester, D.; Wathen, A. Finite elements and fast iterative solvers: with applications in incompressible fluid dynamics. Oxford University Press, 2005. ISBN 019852868 X.
- Ortega, James M. Numerical analysis: a second course. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 1990. ISBN 0898712505.
- Ames, William F. Numerical methods for partial differential equations. Boston Academic Press, 1992. ISBN 012056761X.
- Ainsworth, M.; Oden, J. T. A Posteriori error estimation in finite element analysis. New York: John Wiley & Sons, 2000. ISBN 047129411X.
- Evans, G.; Blackledge, J.; Yardley, P. Numerical methods for partial differential equations. London: Springer Verlag, 1999. ISBN 354076125X.
- Johnson, Claes. Numerical solution of partial differential equations by the finite element method. Mineola, NY: Dover Publications, 2009. ISBN 9780486469003.
- Hughes, Thomas J. R. The Finite element method: linear static and dynamic finite element analysis. Mineola, New York: Dover Publications, 1987. ISBN 0486411818.