

Fecha de aprobación: 23/06/2023

Guía docente de la asignatura

Análisis Numérico de Ecuaciones en Derivadas Parciales (27011D3)

Grado	Grado en Matemáticas	Rama	Ciencias
--------------	----------------------	-------------	----------

Módulo	Complementos de Matemática Aplicada	Materia	Análisis Numérico de Ecuaciones en Derivadas Parciales
---------------	-------------------------------------	----------------	--

Curso	4 ^o	Semestre	2 ^o	Créditos	6	Tipo	Optativa
--------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	---	-------------	----------

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Se recomienda tener cursadas (o estar cursando) las asignaturas de los módulos de "Ecuaciones Diferenciales y en Derivadas Parciales", "Métodos Numéricos" y "Optimización y Modelización".

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

Diferencias finitas, elementos finitos, métodos variacionales y soluciones numéricas.

COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Poseer los conocimientos básicos y matemáticos de las distintas materias que, partiendo de la base de la educación secundaria general, y apoyándose en libros de texto avanzados, se desarrollan en esta propuesta de título de Grado en Matemáticas
- CG02 - Saber aplicar esos conocimientos básicos y 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 de las Matemáticas y de los ámbitos en que se aplican directamente
- CG03 - Saber reunir e interpretar datos relevantes (normalmente de carácter matemático) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
- CG04 - Poder transmitir información, ideas, problemas y sus soluciones, de forma escrita u oral, a un público tanto especializado como no especializado
- CG05 - Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía



- CG06 - Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad de enunciar proposiciones en distintos campos de las matemáticas, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos
- CE02 - Conocer demostraciones rigurosas de teoremas clásicos en distintas áreas de Matemáticas
- CE03 - Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos
- CE04 - Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) y distinguirlas de aquellas puramente accidentales, y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos
- CE05 - Resolver problemas matemáticos, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos
- CE06 - Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan
- CE07 - Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en matemáticas y resolver problemas
- CE08 - Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Desarrollar cierta habilidad inicial de "emprendimiento" que facilite a los titulados, en el futuro, el autoempleo mediante la creación de empresas
- CT02 - Fomentar y garantizar el respeto a los Derechos Humanos y a los principios de accesibilidad universal, igualdad ante la ley, no discriminación y a los valores democráticos y de la cultura de la paz

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Comprensión, análisis e implementación de métodos de resolución aproximada de EDPs
- Capacidad de crítica con los resultados de un problema
- Conocimiento de los métodos numéricos básicos del programa

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

Tema 1. Introducción a los métodos en diferencias finitas para EDPs.

- 1.1. Recordatorio: fórmulas de aproximación de derivadas. Normas matriciales. Métodos de resolución de sistemas lineales.
- 1.2. Problemas de valores en la frontera, consistencia, estabilidad y convergencia.



- 1.3. Problemas elípticos de contorno.
- 1.4. Problemas de evolución: ecuaciones de difusión e hiperbólicas.
- 1.4.1. Esquemas en diferencias finitas para la ecuación del calor.
- 1.4.2. Esquemas para la ecuación de advección.
- 1.4.3. Esquemas en diferencias para la ecuación de ondas.

Tema 2. El método de elementos finitos.

- 2.1. Resolución de EDPs mediante técnicas variacionales: formulación débil y teorema de Lax-Milgram.
- 2.2. Recordatorio: interpolación mediante funciones spline. Presentación del método de elementos finitos en dimensión 1.
- 2.3. Espacios de elementos finitos. Lemas de Cea. El operador de interpolación.
- 2.4. Problemas de evolución temporal.

PRÁCTICO

Prácticas/Talleres

- P1. Resolución numérica de EDPs mediante métodos en diferencias finitas.
- P2. Resolución numérica de EDPs mediante elementos finitos.

Se utilizarán programas y lenguajes específicos de cálculo numérico a elección de los profesores.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

1. R. J. Leveque, [Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations](#), SIAM, Philadelphia, 2007.
2. J. C. Strikwerda, [Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations](#), SIAM Philadelphia, 2004.
3. H. Brezis, [Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations](#), Springer, 2011.
4. P. A. Raviart, J. M. Thomas, [Introduction a l'Analyse Numerique des Equations aux Derivees Partielles](#), Masson, París, 1988.
5. C. Johnson, Numerical solutions of partial differential equations by the finite element method, Cambridge University Press, 1987.
6. A. Quarteroni, [Numerical Models for Differential Problems](#), Series: MSA, Vol 2, 2009.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. The Octave Project Developers, [GNU Octave \(version 7.1.0\)](#), consultado en Mayo 2022.
2. A. Delgado, J.J. Nieto, A. M. Robles, O. Sánchez, [Métodos Numéricos básicos con Octave](#), Ed. Técnica AVICAM (Fleming), Granada 2016.
3. F. Hecht, [FreeFem](#), version 4.11, consultado en Mayo 2022.
4. G. D. Smith. [Numerical solution of partial differential equations: finite difference methods](#), Clarendon Press, Oxford, 1985.
5. A. Ern, J. L. Guermond, [Theory and Practice of Finite Elements](#), Springer-Verlag, New York, 2004.
6. S. Brenner, R. Scott, [The mathematical theory of Finite Element Methods](#), Springer New York, New York, 2008



7. B. Lucquin, O. Pironneau, [Introduction au calcul scientifique](#), Masson, París, 1996.
8. A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, [Numerical Mathematics](#), Text in Applied Mathematics, V. 37, Springer-Verlag, New-York, 2007.
9. W. Gautschi, [Numerical Analysis](#), Birkhäuser-Boston, 2012.

ENLACES RECOMENDADOS

Toda la información sobre la asignatura, así como el material docente y las calificaciones, podrán verse en la plataforma PRADO: <https://prado.ugr.es>

- Página web de la Universidad de Granada: <http://www.ugr.es>
- Página web de la biblioteca de la Universidad de Granada: <https://biblioteca.ugr.es/>
- Página web del Departamento de Matemática Aplicada: <https://mateapli.ugr.es/>

Páginas web de algunos líderes científicos del campo:

- Randall LeVeque: [Randy LeVeque \(washington.edu\)](http://randallleveque.washington.edu)
- Alfio Quarteroni: <http://cmcs.epfl.ch/people/quarteroni> [CMCS | EPFL](#)

Links a varias web con documentación oficial sobre:

- lenguaje Octave: [GNU Octave](#)
- el lenguaje de programación Python: [Welcome to Python.org](http://www.python.org)
- y algunos de sus módulos para cálculo científico y numérico (SciPy, NumPy, SymPy, Matplotlib, etc): [SciPy.org](http://www.scipy.org)
- Freefem: A high level multiphysics finite element software. <https://freefem.org/>

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Lección magistral/expositiva
- MD02 - Sesiones de discusión y debate
- MD03 - Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD04 - Prácticas en sala de informática
- MD05 - Seminarios
- MD07 - Realización de trabajos en grupo
- MD08 - Realización de trabajos individuales

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

Con objeto de evaluar la adquisición de los contenidos y competencias a desarrollar en la materia, se utilizará preferentemente un sistema de evaluación continua diversificado, seleccionando las técnicas de evaluación más adecuadas para la asignatura en cada momento, que permita poner de manifiesto los diferentes conocimientos y capacidades adquiridos por el alumnado al cursarla. Se utilizarán pruebas objetivas y de resolución de problemas personalizados, informes y/o exposiciones de trabajos orales en clase, individuales o en grupo, sobre contenidos de la asignatura (seminario).

Las pruebas objetivas versarán sobre los contenidos teóricos de la asignatura, se realizarán por escrito y tendrán una hora de duración. La entrega de ejercicios y pruebas escritas durante el curso supondrá un 45 por ciento de la calificación total. La evaluación se complementará con la entrega de ejercicios personalizados de programación, realización de informes y/o exposiciones



de trabajos en clase, todo ello con un peso conjunto del 45 por ciento de la nota total. La asistencia y participación activa del alumno en clase, seminarios y tutorías y la resolución de ejercicios de ampliación representarán un peso del 10 por ciento de la calificación total, a partes iguales.

Todos los aspectos relativos a la evaluación se regirán por las normativas vigentes de la Universidad de Granada: “Normativa de evaluación y calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada” (<http://secretariageneral.ugr.es/bougr/pages/bougr71/ncg712/>).

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

La convocatoria extraordinaria seguirá las mismas directrices que la evaluación única final (ver a continuación).

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

Los estudiantes que no puedan seguir el sistema de evaluación continua, deberán **solicitar al Director del Departamento de Matemática Aplicada la evaluación única final en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura**, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua. La evaluación única constará de una prueba escrita de carácter teórico que supondrá el 60% de la calificación final y una prueba práctica en ordenador que representará el 40% restante de la evaluación final.

INFORMACIÓN ADICIONAL

De acuerdo a la normativa de evaluación y calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada ([BOUGr 112, 9 de Noviembre de 2016](#)), existen dos tipos de evaluación: Evaluación Continua y Evaluación Única Final, a las que el alumno tiene derecho a acogerse siguiendo el procedimiento indicado en dicha normativa.

Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado.

