Guía docente de la asignatura

Análisis Numérico de Edp y Aproximación (M53/56/2/7)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 02/07/2025

Máster	Máster Universitario en Física y Matemáticas - Fisymat
MÓDULO	Módulo II : Biomatemática
RAMA	Ciencias
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO	Escuela Internacional de Posgrado

Semestre	Primero	**Créditos**	6	**Tipo**	Optativa	**Tipo de enseñanza**	Presencial

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

Revisión de métodos numéricos para resolución de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales y teoría de aproximación.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:43
Código seguro de verificación (CSV): 8C1B66E5748D5496078BF5A1B461BE8B Pág. 1 de 6

- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG03 - Presentar públicamente los resultados de una investigación o un informe técnico, comunicar las conclusiones a un tribunal especializado, personas u organizaciones interesadas, y debatir con sus miembros cualquier aspecto relativo a los mismos
- CG04 - Saber comunicarse con la comunidad académica y científica en su conjunto, con la empresa y con la sociedad en general acerca de la Física y/o Matemáticas y sus implicaciones académicas, productivas o sociales

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Resolver problemas físicos y matemáticos, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos
- CE02 - Desarrollar la capacidad de decidir las técnicas adecuadas para resolver un problema concreto con especial énfasis en aquellos problemas asociados a la Modelización en Ciencias e Ingeniería, Astrofísica, Física, y Matemáticas
- CE05 - Saber obtener e interpretar datos de carácter físico y/o matemático que puedan ser aplicados en otras ramas del conocimiento
- CE07 - Capacidad para comprender y poder aplicar conocimientos avanzados de matemáticas y métodos numéricos o computacionales a problemas de biología, física y astrofísica, así como elaborar y desarrollar modelos matemáticos en ciencias, biología e ingeniería.
- CE08 - Capacidad de modelar, interpretar y predecir a partir de observaciones experimentales y datos numéricos

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT03 - Desarrollar el razonamiento crítico y la capacidad de crítica y autocrítica
- CT05 - Capacidad de aprendizaje autónomo y responsabilidad (análisis, síntesis, iniciativa y trabajo en equipo

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:43
Código seguro de verificación (CSV): 8C1B66E5748D5496078BF5A1B461BE8B Pág. 2 de 6

razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG03 - Presentar públicamente los resultados de una investigación o un informe técnico, comunicar las conclusiones a un tribunal especializado, personas u organizaciones interesadas, y debatir con sus miembros cualquier aspecto relativo a los mismos
- CG04 - Saber comunicarse con la comunidad académica y científica en su conjunto, con la empresa y con la sociedad en general acerca de la Física y/o Matemáticas y sus implicaciones académicas, productivas o sociales

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Resolver problemas físicos y matemáticos, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos
- CE02 - Desarrollar la capacidad de decidir las técnicas adecuadas para resolver un problema concreto con especial énfasis en aquellos problemas asociados a la Modelización en Ciencias e Ingeniería, Astrofísica, Física, y Matemáticas
- CE05 - Saber obtener e interpretar datos de carácter físico y/o matemático que puedan ser aplicados en otras ramas del conocimiento
- CE07 - Capacidad para comprender y poder aplicar conocimientos avanzados de matemáticas y métodos numéricos o computacionales a problemas de biología, física y astrofísica, así como elaborar y desarrollar modelos matemáticos en ciencias, biología e ingeniería.
- CE08 - Capacidad de modelar, interpretar y predecir a partir de observaciones experimentales y datos numéricos

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT03 - Desarrollar el razonamiento crítico y la capacidad de crítica y autocrítica
- CT05 - Capacidad de aprendizaje autónomo y responsabilidad (análisis, síntesis, iniciativa y trabajo en equipo

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Comprender las características específicas de las ecuaciones elípticas, parabólicas e hiperbólicas que los métodos numéricos han de tratar adecuadamente.
- Conocer y comprender los conceptos básicos de consistencia, estabilidad y convergencia de un esquema numérico en este contexto, así como su interrelación.
- Comprender el diseño teórico de un método de tipo elementos finitos, diferencias finitas, volúmenes finitos y espectrales, a partir de técnicas analíticas ya conocidas (formulaciones variacionales, desarrollos de Taylor, fórmulas de integración por partes).
- Aprender a utilizar algunas herramientas del Análisis básico y el Análisis Funcional para llevar a cabo el análisis numérico de un método.
- Conocer algunas herramientas de software que permitan resolver completamente un problema en el ordenador, lo que conlleva saber programar, generar una malla

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 8C1B66E5748D5496078BF5A1B461BE8B
06/05/2026 - 10:43
Pág. 3 de 6

computacional, aplicar el módulo de cálculo conveniente y visualizar la solución numérica. Resolución práctica de problemas.
- Interpretación de la solución numérica obtenida y juicio crítico de su calidad. Relación con la ciencia aplicada a que hace referencia.
- Adquirir la capacidad de resolver un problema concreto en equipo: desde la elección de un método adecuado hasta la presentación oral y escrita de los resultados obtenidos tras la implementación del mismo.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

- Tema 1: Métodos en diferencias finitas en ecuaciones clásicas y leyes de conservación. Métodos en elementos finitos y volúmenes finitos. Métodos espectrales.
- Tema 2: Teoría de aproximación. Funciones especiales. Polinomios ortogonales.
- Tema 3: Curvas de Bézier. Funciones spline. B-splines. Aplicaciones.

PRÁCTICO

- Práctica 1: Métodos en diferencias finitas.
- Práctica 2: Polinomios ortogonales.
- Práctica 3: Curvas Bézier.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- R. A. DeVore, G. G. Lorentz, Constructive Approximation, Springer Verlag, 1993.
- G. Farin, Curves and surfaces for computer aided geometric design. A practical guide, 5th edition, Morgan Kaufmann, 2002.
- W. Gautschi, Numerical Analysis, Birkhäuser-Boston, 2012,
- W. Gautschi, Orthogonal Polynomials: Computation and Approximation, Oxford University Press, Oxford, 2004.
- M. E. H. Ismail, Classical and quantum orthogonal polynomials in one variable. Encyclopedia of Mathematics and its Applications, 98. Cambridge University Press, Cambridge, 2009.
- C. Johnson, Numerical solutions of partial differential equations by the finite element method, Cambridge University Press, 1987.
- R. Koekoek, P. Lesky, R. Swarttouw, Hypergeometric Orthogonal Polynomials and Their q- Analogues, Springer Monographs in Mathematics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010.
- R. J. Leveque, Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems, Cambridge Univesity Press, 2002.
- R. J. Leveque, Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations, SIAM, Philadelphia, 2007.
- A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, Numerical Mathematics, Text in Applied Mathematics, V. 37, SpringerVerlag, New-York, 2007.
- A. Quarteroni, Numerical Models for Differential Problems, Series: MSA, Vol 2, 2009,
- J. C. Strikwerda, Finite Difference Schemes and partial Differential Equations, SIAM,

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:43
Código seguro de verificación (CSV): 8C1B66E5748D5496078BF5A1B461BE8B Pág. 4 de 6

Philadelphia, 2004.
- G. Szegö, Orthogonal polynomials, 4th edition, vol. 23. Amer. Math. Soc. Colloq. Publ., Providence RI, 1978.
- N. Trefethen, Spectral methods in Matlab, SIAM, Philadelphia, 2000.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ENLACES RECOMENDADOS

Páginas web de paquetes de software empleados en el curso:

1. Python: https://www.python.org/

Páginas web de científicos destacados del campo:
1. Randall Leveque: http://faculty.washington.edu/rjl/
2. Alfio Quarteroni: https://archiveweb.epfl.ch/cmcs.epfl.ch/

Páginas web con herramientas para resolución numérica de EDPs
1. Códigos contenidos en el texto: R. J. Leveque, Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations, SIAM, Philadelphia, 2007.
http://faculty.washington.edu/rjl/fdmbook/index.html

NIST Digital Library of Mathematical Functions
1. Hypergeometric functions http://dlmf.nist.gov/15
2. Orthogonal polynomials http://dlmf.nist.gov/18

Paquete de Matlab: "OPQ: a Matlab Suite of Programs for Generating Orthogonal Polynomials and Related Quadrature Rules" que acompaña al texto: W. Gautschi, "Orthogonal Polynomials: Computation and Approximation", Oxford University Press, Oxford, 2004
http://www.cs.purdue.edu/archives/2002/wxg/codes

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral
- MD02 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD03 Prácticas de laboratorio
- MD04 Seminarios
- MD05 Tutorías académicas
- MD06 Realización de trabajos individuales o en grupos

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

EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:43
Código seguro de verificación (CSV): 8C1B66E5748D5496078BF5A1B461BE8B Pág. 5 de 6

Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua, salvo en aquellos casos en los se haya reconocido el derecho a la evaluación única final. La evaluación continua constará de:

- Valoración de las pruebas, ejercicios, prácticas o problemas realizados individualmente o en grupo a lo largo del curso (Ponderación 70%).
- Realización, exposición y/o defensa final de informes, trabajos, proyectos y memorias realizadas de forma individual o en grupo (Ponderación 20%).
- Valoración de la asistencia y participación del alumno en clase y en los seminarios, y sus aportaciones en las actividades desarrolladas (Ponderación 10%).

Con la anterior evaluación, se podrá alcanzar el 100% de la evaluación. Alternativamente, existirá la opción de superar la asignatura mediante la realización de un examen final escrito, y posiblemente defendido oralmente, cuya ponderación supondrá el 100% de la nota.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que quienes no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, quien no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo, posiblemente defendido oralmente.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final quienes no puedan cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas. La evaluación única final habrá de solicitarse en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causas sobrevenidas. La solicitud se realizará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua. La evaluación en tal caso consistirá en un examen final escrito, posiblemente defendido oralmente, cuya ponderación supondrá el 100% de la nota.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 8C1B66E5748D5496078BF5A1B461BE8B
06/05/2026 - 10:43
Pág. 6 de 6