

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 07/07/2023

## Ecuaciones en Derivadas Parciales y Métodos Numéricos (M37/56/1/16)

Máster

Máster Universitario en Matemáticas

MÓDULO

Módulo Iib(2). Aplicaciones de las Matemáticas

RAMA

Ciencias

CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO

Escuela Internacional de Posgrado

Semestre	Segundo	Créditos	8	Tipo	Optativa	Tipo de enseñanza	Presencial
----------	---------	----------	---	------	----------	-------------------	------------

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

Teoría moderna de las ecuaciones en derivadas parciales. Análisis numérico de las EDP mediante el método de los elementos finitos y el método de los volúmenes finitos.

### 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.



- 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

- CG01 - Utilizar con soltura herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos.
- CG02 - Usar el inglés, como lengua relevante en el ámbito científico.
- CG03 - Saber trabajar en equipo y gestionar el tiempo de trabajo.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Saber analizar y construir demostraciones, así como transmitir conocimientos matemáticos avanzados.
- 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 del mundo de las aplicaciones) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder comprobarlas o refutarlas.
- CE05 - Resolver problemas matemáticos avanzados, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos.
- CE07 - Saber elegir y utilizar aplicaciones informáticas, de cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras, para experimentar en matemáticas y resolver problemas complejos.
- CE08 - Desarrollar programas informáticos que resuelvan problemas matemáticos avanzados, utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Profundizar en el estudio de las ecuaciones en derivadas parciales estacionarias y de evolución que aparecen en modelos matemáticos de las ciencias e Ingeniería.
- Conocer los diferentes métodos numéricos que se utilizan en la aproximación de soluciones de EDP.

### PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

#### TEÓRICO

1. Distribuciones. Los espacios  $D(\Omega)$  y  $D'(\Omega)$ .
2. Los espacios de Sobolev  $H_1(\Omega)$ ,  $H_0_1(\Omega)$ ,  $H_m(\Omega)$  y  $H_{0m}(\Omega)$ .
3. El lema de Lax-Milgram. Problemas elípticos en dominios acotados.
4. El problema de Stokes. Problemas mixtos.
5. Algunos problemas de evolución. Leyes de conservación.
6. El método de Galerkin. Error y convergencia. El método de los elementos finitos.
7. Elementos finitos de Lagrange y Hermite.
8. Elementos finitos mixtos. Resolución del problema de Stokes.
9. Volúmenes finitos.



## PRÁCTICO

- Práctica 1. El asistente de elementos finitos Freefem++. Instalación, configuración y primeros ejemplos.
- Práctica 2. Programación con Freefem++.
- Práctica 3. Ecuaciones de evolución con Freefem++.
- Práctica 4. Ecuaciones de Stokes. Otros asistentes de elementos finitos.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

1. G. Allaire, Numerical Analysis and Optimization. An Introduction to Mathematical Modelling and Numerical Simulation. Oxford Science Publications (2007).
2. S. C. Brenner, L. Ridgway Scott, The Mathematical Theory of Finite Element Methods. Third Edition, Springer (2008).
3. H. Brezis, Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations, Springer, New York (2010).
4. Z. Chen, Finite Element Methods and Their Applications, Springer, Berlin (2005).
5. J. Cooper, Introduction to Partial Differential Equations with MATLAB. Birkhäuser, 1998.
6. L.C. Evans, Partial Differential Equations, Graduate Studies in Mathematics, V19, AMS (2002).
7. Ern, A., y J.-L. Guermond, Theory and Practice of Finite Elements. Springer, 2004.
8. G. Fairweather, Finite element Galerkin methods for differential equations. Marcel Dekker New York (1978).
9. R. Leveque, Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems. Cambridge University Press, 2002.
10. P. A. Raviart, J. M. Thomas, Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles. Masson, Paris (1983).
11. J. N. Reddy, An introduction to the finite element method. McGraw-Hill, New York (2006).
12. S. Salsa, Partial Differential Equations in Action: From Modelling to Theory, Springer (2008).
13. L. Tartar, An introduction to Sobolev Spaces and Interpolation Spaces, Springer, Berlin, (2007).

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. P. G. Ciarlet, The finite element method for elliptic problems, North Holland, Amsterdam (1978).
2. D. Gilbarg, N. S. Trudinger, Elliptic partial differential equations of second order. Springer-Verlag, Berlin (1983).
3. O. C. Zienkiewicz, El método de los elementos finitos. Reverté, Barcelona (1994).

## ENLACES RECOMENDADOS

<https://freefem.org> Página oficial de Freefem++.

<https://atom.io/> Página oficial del editor Atom.



<https://www.paraview.org/> Página oficial del posprocesador y visualizador de datos Paraview.

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD02 Sesiones de discusión y debate
- MD03 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD05 Seminarios
- MD06 Ejercicios de simulación
- MD08 Realización de trabajos en grupo
- MD09 Realización de trabajos individuales

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

### EVALUACIÓN ORDINARIA

La valoración del nivel de adquisición por parte de los estudiantes de las competencias, será continua.

Los procedimientos para la evaluación se basan en pruebas orales o escritas y en el análisis de contenido de las tareas enviadas, trabajos (individuales) realizados, actividades de autoevaluación y participación en las sesiones de acuerdo a la siguiente valoración:

- Pruebas, resolución de problemas propuestos y prácticas de ordenador: 80%
- Otras actividades y participación: 20%

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

Tal y como establece la normativa al respecto, los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que 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.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El régimen de asistencia incluye que cada estudiante asista presencialmente a las sesiones de clase impartidas en su universidad de matrícula y online a las impartidas en otras universidades. Los estudiantes que no puedan seguir el régimen de asistencia indicado no tendrán acceso a la evaluación continua y deberán solicitar Evaluación Final Única.

Atendiendo a la normativa vigente sobre evaluación y calificación de los estudiantes de la universidad en la que el estudiante esté matriculado, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por motivos justificados estipulados en su universidad, que les impida seguir el régimen de evaluación continua, podrá solicitar acogerse a una evaluación única final.



El sistema de evaluación será único, de forma que todos los estudiantes deberán seguir el mismo sistema. En las convocatorias oficiales se desarrollará un examen que se dividirá en los siguientes apartados:

- Prueba evaluativa escrita, del mismo temario teórico que el resto de sus compañeros.
- Prueba evaluativa escrita del temario práctico.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

La enseñanza de esta materia será presencial, ya sea en el aula o mediante teledocencia, mediante impartición de clases magistrales, combinadas con presentaciones con videoprojector.

Los profesores y estudiantes dispondrán de claves de acceso a la plataforma virtual que les permitirán descargar materiales y otras actividades propias de este tipo de enseñanza.

Como referencia general, cada ECTS se corresponde con 25 horas de trabajo del estudiante y, para esta materia, un 20% (cinco horas por crédito) se ha establecido para actividades presenciales, incluyendo las tutorías, seminarios, exposiciones y exámenes.

Las 25 horas por crédito serán estructuradas como sigue:

- 5 horas de actividades presenciales;
- 20 horas de actividades no presenciales, centradas en la tutorización por internet y en el estudio y trabajo del estudiante.

Las actividades se programarán con el objeto de conseguir las competencias esperadas de la siguiente forma:

- Actividades presenciales: sesiones teóricas y prácticas incentivando la participación de los estudiantes en seminarios y exposiciones (los estudiantes dispondrán en todo momento del material y las referencias necesarias para ello).
- Actividades no presenciales: estudio, trabajo individual, tutorías por internet, que facilitarán el estudio de los contenidos, el análisis, la resolución de problemas y la elaboración de programas de ordenador para las prácticas de ordenador.

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) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

