

# ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES Y MÉTODOS NUMÉRICOS

MÓDULO	MATERIA	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Aplicaciones de las Matemáticas	Ecuaciones en derivadas parciales y métodos numéricos	1º y 2º	8	Presencial
PROFESOR(ES)		DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Margarita Arias López, UGR, 2 ECTS</li> <li>2. Francisco Ortegon Gallego, UCA, 2 ECTS</li> <li>3. María Victoria Redondo Neble, UCA, 2 ECTS</li> <li>4. José Rafael Rodríguez Galván, UCA, 2 ECTS</li> </ol>		Facultad de Ciencias, Campus de Fuentenueva Departamento de Matemática Aplicada Universidad de Granada 18071 Granada <a href="mailto:marias@ugr.es">marias@ugr.es</a>		
		Facultad de Ciencias Departamento de Matemáticas Universidad de Cádiz 11510 Puerto Real (Cádiz) <a href="mailto:francisco.ortegon@uca.es">francisco.ortegon@uca.es</a>		
		CASEM, Campus del Río San Pedro Departamento de Matemáticas Universidad de Cádiz 11510 Puerto Real (Cádiz) <a href="mailto:victoria.redondo@uca.es">victoria.redondo@uca.es</a> <a href="mailto:rafael.rodriguez@uca.es">rafael.rodriguez@uca.es</a>		
		HORARIO DE TUTORÍAS		
		Lunes, de 11h00' a 13h00' y tutoría virtual (Profesores 2, 3 y 4), y martes de 11 a 14 horas y miércoles de 16h30' a 19h30' (Profesora 1).		
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE		UNIVERSIDAD		
Máster en Matemáticas		Universidad de Cádiz		
PRERREQUISITOS O RECOMENDACIONES (si procede)				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los de acceso al máster</li> </ul>				
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)				
I. Ecuaciones en derivadas parciales. Ecuaciones estacionarias. Ecuaciones de evolución. II. Métodos numéricos para EDP. Elementos finitos. Diferencias finitas. Otros métodos.				

## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

CG1. Saber aplicar los conocimientos adquiridos y desarrollar la capacidad en la resolución de problemas en entornos nuevos o pocos conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el Álgebra, el Análisis Matemático, la Geometría y Topología o la Matemática Aplicada.

CG2. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formar 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.

CG3. Ser capaz de comunicar sus conclusiones (y los conocimientos y razones últimas que los sustentan) a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades, utilizando en su caso, los medios tecnológicos y audiovisuales adecuados.

CG4. Poseer las habilidades de aprendizaje que les permita continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CG5. Utilizar con soltura herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos.

CG6. Poder comunicarse en inglés, como lengua relevante en el ámbito científico.

CG7. Saber trabajar en equipo y gestionar el tiempo de trabajo.

CE1. Saber analizar y construir demostraciones, así como transmitir conocimientos matemáticos avanzados.

CE2. Tener capacidad para elaborar y desarrollar razonamientos matemáticos avanzados.

CE3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.

CE4. 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.

CE5. Resolver problemas matemáticos avanzados, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos.

CE6. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos matemáticos complejos, utilizando las herramientas más adecuadas a los fines que se persigan.

CE7. Saber elegir, utilizar aplicaciones informáticas, de cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en matemáticas y resolver problemas.

CE8. Desarrollar programas informáticas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

## OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- 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.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO:

Tema 1: Algunos ejemplos de modelos matemáticos gobernados por EDP.

Tema 2: Distribuciones. Los espacios  $D(\Omega)$  y  $D'(\Omega)$ .

Tema 3: Los espacios de Sobolev  $H^1(\Omega)$ ,  $H^1_0(\Omega)$ ,  $H^m(\Omega)$  y  $H^m_0(\Omega)$ .  
 Tema 4: El lema de Lax-Milgram. Problemas elípticos en dominios acotados.  
 Tema 5: Algunos problemas de evolución.  
 Tema 6: El método de Galerkin. Error y convergencia. El método de los elementos finitos.  
 Tema 7: Elementos finitos de Lagrange y Hermite.  
 Tema 8: Elementos finitos mixtos. Resolución del problema de Stokes.

Prácticas de Laboratorio

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. Otros asistentes de elementos finitos.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- [1] H. Brezis, *Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations*, Springer, New York (2010).
- [2] Z. Chen, *Finite Element Methods and Their Applications*, Springer, Berlin (2005).
- [3] L.C. Evans, *Partial Differential Equations*, Graduate Studies in Mathematics, V19, AMS (2002).
- [4] G. Fairweather, *Finite element Galerkin methods for differential equations*. Marcel Dekker New York (1978).
- [5] P. A. Raviart, J. M. Thomas, *Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles*. Masson, Paris (1983).
- [6] J. N. Reddy, *An introduction to the finite element method*. McGraw-Hill, New York (2006).
- [7] L. Tartar, *An introduction to Sobolev Spaces and Interpolation Spaces*, Springer, Berlin, (2007).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

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

ENLACES RECOMENDADOS

[www.freefem.org/ff++](http://www.freefem.org/ff++) Página oficial de Freefem++.  
[www.crimsoneditor.com](http://www.crimsoneditor.com) Página oficial del editor Crimson.

METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases magistrales
- Presentaciones con el cañón de vídeo.
- Aula virtual.
- Prácticas con el ordenador.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Primer cuatrimestre	Temas del temario	Actividades presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)						Actividades no presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)			
		Sesiones teóricas (horas)	Sesiones prácticas (horas)	Exposiciones y seminarios (horas)	Tutorías colectivas (horas)	Exámenes (horas)	Etc.	Tutorías individuales (horas)	Estudio y trabajo individual del alumno (horas)	Trabajo en grupo (horas)	Etc.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

- Asistencia a las sesiones del curso (hasta un 10%).
- Prácticas de ordenador (hasta 60%).
- Examen/Resolución de problemas propuestos (hasta un 60%).

INFORMACIÓN ADICIONAL

Es recomendable que cada alumno asista a las clases prácticas con un ordenador portátil de su propiedad.

# ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES Y MÉTODOS NUMÉRICOS-UMA

MÓDULO	MATERIA	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Aplicaciones de las Matemáticas	Ecuaciones en derivadas parciales y métodos numéricos	Primero y Segundo	8	Optativo
PROFESOR(ES)		DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
Carlos Parés Madroñal (UMA, 3 créditos ECTS) José María Gallardo Molina (UMA, 3 créditos ECTS) Manuel J. Castro Díaz (UMA, 2 créditos ECTS)		Departamento de Análisis Matemático, Facultad de Ciencias, Módulo de Matemáticas, 3ª planta. Universidad de Málaga, Campus de Teatinos, 29071 Málaga  <a href="mailto:pares@uma.es">pares@uma.es</a> , 952132017 <a href="mailto:jmgallardo@uma.es">jmgallardo@uma.es</a> , 952131898 <a href="mailto:mjcastro@uma.es">mjcastro@uma.es</a> , 952131898		
		HORARIO DE TUTORÍAS		
		C. Parés: Lunes 09:00 - 11:00, Martes 09:00- 10:00, Miércoles 09:00 - 10:00, Jueves 09:00 - 11:00  J. M. Gallardo: Todo el curso: Martes 10:00 - 12:00, Lunes 10:00 - 12:00 Primer cuatrimestre: Jueves 10:00 - 12:00 Segundo cuatrimestre: Miércoles 10:00 - 12:00  M. Castro: Lunes 11:00 - 13:00, Miércoles 09:00 - 11:00, Jueves 09:00 - 11:00		



	De todas formas, lo mejor es fijar una cita por e-mail.
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE: MATEMÁTICAS	UNIVERSIDAD MÁLAGA
IDIOMA: Español / Inglés	
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede): Se recomienda un conocimiento básico de Análisis Matemático, Ecuaciones diferenciales y Cálculo Numérico.	
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO): Técnicas avanzadas en ecuaciones en derivadas parciales y análisis numérico.	
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS	
CG1-CG2-CG3-CG4-CG5-CG6-CG7-CE1-CE2-CE3-CE4-CE6-CE7,CE9	
OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)	
- El alumno profundizará en los conceptos y técnicas de EDP y Análisis Numérico adquiridos en la licenciatura/grado - El alumno adquirirá un conocimiento profundo de técnicas avanzadas en EDP y Análisis Numérico imprescindibles para poder iniciarse en tareas de investigación.	
TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA	
<p><b>1. Ecuaciones en derivadas parciales. Ecuaciones estacionarias. Ecuaciones de evolución.</b></p> <p>Algunos ejemplos de modelos matemáticos gobernados por EDP.  Distribuciones. Los espacios <math>D(\Omega)</math> y <math>D'(\Omega)</math>.  Los espacios de Sobolev <math>H^1(\Omega)</math>, <math>H^1_0(\Omega)</math>, <math>H^m(\Omega)</math> y <math>H^m_0(\Omega)</math>.  El lema de Lax-Milgram. Problemas elípticos en dominios acotados.  Problemas de evolución.</p> <p><b>2. Métodos numéricos para EDP. Elementos finitos. Diferencias finitas. Otros métodos.</b></p> <p>El método Galerkin. Error y convergencia. El método de los elementos finitos.  Elementos finitos de Lagrange y Hermite. Elementos finitos mixtos. Resolución del problema de Stokes.</p>	
BIBLIOGRAFÍA	
<p><b>Básica</b></p> <p>G. Fairweather. Finite element Galerkin methods for differential equations. Marcel Decker 1978</p> <p>H. Brezis. Análisis Funcional. Teoría y Aplicaciones. Alianza editorial 1984</p> <p>J. N. Reddy. An introduction to the finite element method. MacGraw Hill. N. Y 2006</p> <p>L. Tartar. An introduction to Sobolev spaces and interpolation spaces. Springer 2007</p> <p>P. A. Raviart, J. M. Thomas. Introduction a l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles. Mason, Paris 1983.</p>	



Z. Chen. Finite Element Methods and their Applications. Springer. 2005

**Complementaria**

D. Gilbart and N. S. Trudinger. Elliptic partial differential equations of second order. Springer 1983

O. C. Zienkiewicz. El método de los elementos finitos. Reverté 1994

P. G. Ciarlet. The finite element method for elliptic problems. North Holland. 1978

ENLACES RECOMENDADOS

Web del máster

METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases teóricas presenciales
- Tutorías
- Trabajo tutelado del alumno

PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Clases presenciales: 20 sesiones de 2,5 horas.

Relaciones de ejercicios: Los alumnos tendrán que entregar soluciones escritas de varias relaciones de ejercicios.

Tutorías individuales y via e-mail.

Trabajo independiente del alumno.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Se propondrán relaciones de ejercicios a resolver y cada alumno habrá de preparar la exposición de un tema propuesto por el profesor y prácticas de ordenador.

Si con estos elementos el alumno no supera el curso u obtiene una calificación inferior a la deseada, se podría someter a un examen escrito.

INFORMACIÓN ADICIONAL

