



MÓDULO	MATERIA	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Aplicaciones de las Matemáticas	Ecuaciones en derivadas parciales y métodos numéricos	Segundo	8	Presencial y videoconferencia
PROFESOR(ES)	DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jorge Macías Sánchez, UMA, 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 Teatinos s/n Departamento de Análisis Matemático Universidad de Málaga 29071 Málaga jmacias@uma.es			
	Facultad de Ciencias Departamento de Matemáticas Universidad de Cádiz 11510 Puerto Real (Cádiz) francisco.ortegon@uca.es rafael.rodriguez@uca.es			
	CASEM, Campus del Río San Pedro Departamento de Matemáticas Universidad de Cádiz 11510 Puerto Real (Cádiz) victoria.redondo@uca.es			
		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' (Profesor 1).		
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE	UNIVERSIDAD			
Máster en Matemáticas	Universidad de Cádiz			
PRERREQUISITOS O RECOMENDACIONES (si procede)				
Se recomienda haber cursado alguna asignatura de análisis funcional en la titulación previa, así como la asignatura <i>Modelos Matemáticos de la Física</i> de este mismo máster.				
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)				
I. Ecuaciones en derivadas parciales. Ecuaciones estacionarias. Ecuaciones de evolución y leyes de conservación. II. Métodos numéricos para EDP. Elementos finitos. Diferencias finitas. Volúmenes finitos.				
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: Distribuciones. Los espacios  $D(\Omega)$  y  $D'(\Omega)$ .

Tema 2: Los espacios de Sobolev  $H^1(\Omega)$ ,  $H^1_0(\Omega)$ ,  $H^m(\Omega)$  y  $H^m_0(\Omega)$ .

Tema 3: El lema de Lax-Milgram. Problemas elípticos en dominios acotados.

Tema 4: El problema de Stokes. Problemas mixtos.



Tema 5: Algunos problemas de evolución. Leyes de conservación.  
 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.  
 Tema 9: Volúmenes finitos.

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++.  
<https://notepad-plus-plus.org> Página oficial del editor Notepad++.

METODOLOGÍA DOCENTE

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

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

- 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. Aunque se hará uso de la teledocencia para todas las actividades programadas en el aula, salvo situaciones justificadas, los



estudiantes deben seguir de forma presencial las sesiones que tengan lugar en su universidad.