



MÓDULO	APLICACIONES DE LAS MATEMÁTICAS	
MATERIA	ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES Y MÉTODOS NUMÉRICOS	
SEMESTRE	SEGUNDO	
CRÉDITOS	8	
ENSEÑANZA	PRESENCIAL	
DISTRIBUCIÓN DOCENTE POR UNIVERSIDADES	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ UNIVERSIDAD DE MÁLAGA	
IDIOMA	ESPAÑOL	
PROFESORES		
NOMBRE	DIRECCIÓN	
JORGE MACÍAS SÁNCHEZ	Departamento de Análisis Matemático, Universidad de Málaga, jmacias@uma.es	
FRANCISCO ORTEGÓN GALLEGO	Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad de Cádiz, francisco.ortegon@uca.es	
MARÍA VICTORIA REDONDO NEBLE	Departamento de Matemáticas, CASEM, Universidad de Cádiz, victoria.redondo@uca.es	
JOSÉ RAFAEL RODRÍGUEZ GALVÁN	Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad de Cádiz, rafael.rodriguez@uca.es	
TUTORÍAS		
El horario de tutorías está disponible en la página de profesorado del máster http://masteres.ugr.es/doctomat/pages/info_academica/profesorado , en el curso académico correspondiente.		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)		
Se recomienda haber cursado alguna asignatura de análisis funcional en la titulación previa, así como la asignatura Modelos Matemáticos de la Física de este mismo máster.		



COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

COMPETENCIAS GENERALES

- 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. Usar el inglés, como lengua relevante en el ámbito científico.
- CG7. Saber trabajar en equipo y gestionar el tiempo de trabajo.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- 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 informáticos 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 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] 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

- [14] P. G. Ciarlet, *The finite element method for elliptic problems*, North Holland, Amsterdam (1978).
- [15] D. Gilbarg, N. S. Trudinger, *Elliptic partial differential equations of second order*. Springer-Verlag, Berlin (1983).
- [16] 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

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 alumno 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 alumno.

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.

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

PROCEDIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN.

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%

El sistema de evaluación será único, de forma que todos los alumnos deberán seguir el mismo sistema.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

Atendiendo a la normativa vigente sobre evaluación y calificación de los estudiantes de las Universidades participantes en el máster, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada que les impida seguir el régimen de evaluación continua, podrá acogerse a una evaluación única final. Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, lo solicitará 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. Por ello en las convocatorias oficiales se desarrollará un examen que se dividirá en los siguientes apartados:

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



CONVOCATORIA 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 POR INCIDENCIAS

En la evaluación por incidencias se tendrá en cuenta la normativa de evaluación de las distintas universidades participantes. De esta forma, los estudiantes que no puedan concurrir a pruebas de evaluación que tengan asignadas una fecha de realización por la Comisión Académica del Master, podrán solicitar al Coordinador del Máster la evaluación por incidencias en los siguientes supuestos debidamente acreditados: ante la coincidencia de fecha y hora por motivos de asistencia a las sesiones de órganos colegiados de gobierno o de representación universitaria; por coincidencia con actividades oficiales de los deportistas de alto nivel y de alto rendimiento o por participación en actividades de carácter oficial representando a la Universidad de origen; por coincidencia de fecha y hora de dos o más procedimientos de evaluación de asignaturas de distintos cursos y/o titulaciones; en supuestos de enfermedad debidamente justificada a través de certificado médico oficial; por fallecimiento de un familiar hasta segundo grado de consanguinidad o afinidad acaecido en los diez días previos a la fecha programada para la realización de la prueba; por inicio de una estancia de movilidad saliente en una universidad de destino cuyo calendario académico requiera la incorporación del estudiante en fechas que coincidan con las fechas de realización de la prueba de evaluación.

INFORMACIÓN ADICIONAL

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.