



## 1. Identificación

### 1.1. De la Asignatura

Curso Académico	2021/2022
Titulación	GRADO EN MATEMÁTICAS y PROG CONJUNTA DE ESTUDIOS OFICIALES GRADO MATEMÁTICAS Y GRADO ING. INFORMÁTICA
Nombre de la Asignatura	MÉTODOS NUMÉRICOS DE LAS ECUACIONES DIFERENCIALES
Código	1591
Curso	TERCERO y CUARTO(IC)
Carácter	OBLIGATORIA
N.º Grupos	2
Créditos ECTS	6
Estimación del volumen de trabajo del alumno	150
Organización Temporal/Temporalidad	1 Cuatrimestre y 1 Cuatrimestre(IC)
Idiomas en que se imparte	ESPAÑOL
Tipo de Enseñanza	Presencial

### 1.2. Del profesorado: Equipo Docente

Coordinación de la asignatura  ELISEO CHACON VERA	Área/Departamento	ANÁLISIS MATEMÁTICO/MATEMÁTICAS
	Categoría	PROFESORES TITULARES DE UNIVERSIDAD
	Correo Electrónico /	eliseo@um.es
	Página web / Tutoría electrónica	Tutoría Electrónica: SÍ



Grupo de	Teléfono, Horario y	Duración	Día	Horario	Lugar	Observaciones
Docencia: 1 y 9 Coordinación de los grupos:1 y 9(IC)	Lugar de atención al alumnado	Anual	Lunes	12:00- 13:00	868884175, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.0.040-1	Despacho 0.10, planta 0.Tutoría por Videoconferencia Zoom previa cita concertada por mensaje privado en el aula virtual
		Anual	Martes	16:00- 17:00	868884175, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.0.040-1	Despacho 0.10, planta 0Tutoría por Videoconferencia Zoom previa cita concertada por mensaje privado en el aula virtual
		Anual	Miércoles	16:00- 17:00	868884175, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.0.040-1	Despacho 0.10, planta 0Tutoría por Videoconferencia Zoom previa cita concertada por mensaje privado en el aula virtual
TERESA MARIA	Área/Departamento	ANÁLISIS MATEMÁTICO/MATEMÁTICAS				
SIGNES SIGNES	Categoría	PROFESORES TITULARES DE UNIVERSIDAD				



Grupo de Docencia: 1 y 9	Correo Electrónico /	tmsignes@um.es				
	Página web / Tutoría electrónica	www.um.es/teresa				
	Teléfono, Horario y Lugar de atención al alumnado	Tutoría Electrónica: Sí				
		Duración	Día	Horario	Lugar	Observaciones
		Anual	Lunes	16:00- 18:00	868887599, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.0.031	Despacho 0.03 o tutoría con zoom
		Anual	Miércoles	16:00- 18:00	868887599, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.0.031	Despacho 0.03 o tutoría con zoom

## 2. Presentación

La materia Métodos Numéricos está dedicada al desarrollo y fundamento teórico y práctico de algoritmos numéricos para la resolución en un entorno computacional de problemas provenientes de aplicaciones científicas. Por lo tanto, se refiere a un gran número de cuestiones desde la aproximación de funciones e integrales a la aproximación de soluciones de ecuaciones algebraicas, transcendentales, diferenciales e integrales, con un énfasis particular en la estabilidad, precisión, eficiencia y robustez de los algoritmos diseñados. Esta materia posee una singular relevancia dentro de la titulación, al ser una de las principales garantes de que los alumnos adquieran competencias de especial utilidad con vistas a la inserción laboral de un graduado en Matemáticas.

La mayoría de los modelos matemáticos para estudiar fenómenos físicos incluyen la evolución en tiempo y en espacio de determinadas cantidades y por lo tanto incluyen derivadas en las variables espaciales y en la variable temporal. En esta asignatura nos vamos a centrar en el estudio de métodos computacionales de



resolución de una amplia gama representativa de estos modelos. Trabajaremos desde problemas de valor inicial a problemas de contorno y a la combinación de ambas situaciones. De forma más concreta, se estudian los métodos de un paso para problemas de valor inicial y los métodos de diferencias finitas para problemas de contorno básicos.

La asignatura contiene un 30% de laboratorio informático ilustrativo de los conceptos teóricos con prácticas realizadas en un entorno de programación MATLAB/Octave o similar.

### 3. Condiciones de acceso a la asignatura

#### 3.1 Incompatibilidades

No consta

#### 3.2 Recomendaciones

Haber adquirido las competencias y conocer los contenidos de las asignaturas y materias de Ecuaciones diferenciales ordinarias, Cálculo Numérico en una Variable, Análisis Numérico Matricial, Introducción al Software Científico y a la Programación, Álgebra Lineal, Ampliación de Álgebra Lineal, Funciones de una Variable Real I y II, y Funciones de Varias Variables I, II y III.

### 4. Competencias

#### 4.1 Competencias Básicas

- CB1. Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio
- CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
- CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
- CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
- CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía



## 4.2 Competencias de la titulación

- CG1. Ser capaz de expresarse correctamente en español en el ámbito de la Matemática.
- CG2. Comprender y expresarse en un idioma extranjero en el ámbito de la Matemática, particularmente en inglés.
- CG3. Ser capaz de gestionar la información y el conocimiento en el ámbito de la Matemática, incluyendo saber utilizar como usuario las herramientas básicas en TIC.
- CG4. Considerar la ética y la integridad intelectual como valores esenciales de la práctica profesional.
- CG6. Ser capaz de trabajar en equipo y relacionarse con otras personas del ámbito de la Matemática o cualquier otro ámbito.
- CG7. Desarrollar habilidades de iniciación a la investigación.
- CG8. Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- CG9. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
- CG10. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- CG11. Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.
- CG12. Capacitar para el aprendizaje autónomo de nuevos conocimientos y técnicas.
- CE1. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otras técnicas, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
- CE2. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
- CE3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
- CE4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
- CE5. Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos.
- CE6. Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas

## 4.3 Competencias transversales y de materia

- Competencia 1. CM1. Conocer las técnicas básicas de resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias y de problemas de contorno y su traducción a algoritmos. Utilizar el formalismo y el rigor matemático para el diseño, análisis y verificación de las mismas.
- Competencia 2. CM2. Entender los conceptos de estabilidad y consistencia de un algoritmo numérico y poder observarlos mediante la implementación del mismo en el computador.
- Competencia 3. CT1. Entender las características del modelo físico que se pretende resolver. A partir de este punto saber usar el método numérico más conveniente para la resolución de este problema.
- Competencia 4. CT2. Conocer modelos básicos descritos por ecuaciones diferenciales

## 5. Contenidos

### Bloque 1: Problemas de valor Inicial



TEMA 1. Resolución numérica de problemas de ecuaciones diferenciales ordinarias

Problemas de Valor Inicial. Métodos básicos: Euler explícito. Métodos explícito de un paso: Runge-Kutta. Problemas rígidos. Métodos implícitos de un paso: Euler implícito y método del trapecio. Resultados de consistencia, estabilidad y convergencia.

## Bloque 2: Problemas de Contorno

TEMA 1. Resolución numérica de problemas de problemas de contorno y de valor inicial

Problemas de contorno de tipo elíptico y problemas de valor inicial de tipo parabólico e hiperbólico. Método de diferencias finitas. Aproximación en espacio. Estudio de la consistencia, estabilidad y convergencia.

## PRÁCTICAS

Práctica 1. Introducción al software y entorno computacional: Relacionada con los contenidos Bloque 1

Se propondrán distintos trabajos prácticos a desarrollar sobre el computador.

Práctica 2. Ecuaciones escalares y sistemas: Uso del método de Euler explícito y Runge-Kutta. Estudio del orden.: Relacionada con los contenidos Bloque 1 y Tema 1 (Bloque 1)

Se propondrán distintos trabajos prácticos a desarrollar sobre el computador

Práctica 3. Métodos implícitos: problemas rígidos: Relacionada con los contenidos Bloque 1 y Tema 1 (Bloque 1)

Se propondrán distintos trabajos prácticos a desarrollar sobre el computador.

Práctica 4. Problemas de contorno 1d: diferencias finitas: Relacionada con los contenidos Bloque 2

Se propondrán distintos trabajos prácticos a desarrollar sobre el computador.

Práctica 5. Problemas de contorno y valor inicial 1d. Diferencias finitas: Relacionada con los contenidos Bloque 1, Bloque 2 y Tema 1 (Bloque 2)

Se propondrán distintos trabajos prácticos a desarrollar sobre el computador



## 6. Metodología Docente

Actividad Formativa	Metodología	Horas Presenciales	Trabajo Autónomo	Volumen de trabajo
Clases de Teoría y problemas	<p>Uso de pizarra o proyector. Explicación de teoría y técnicas de implementación.</p> <p>El profesor expondrá en la pizarra, apoyándose en presentaciones en su caso, los contenidos fundamentales de cada tema.</p> <p>Estas clases deben ser participativas, resolviéndose las dudas planteadas por los estudiantes sobre cualquiera de los temas vistos hasta el momento.</p> <p>A lo largo del curso se entregarán diversas hojas de problemas sobre cada uno de los temas desarrollados que los alumnos deberán intentar resolver. El profesor y los propios alumnos los discutirán en la pizarra.</p>	33	40	73.00
Prácticas con ordenador	Sesiones de prácticas para implementar los métodos vistos en la asignatura, plantear y resolver problemas.	18	18	36.00
Evaluación	Realización de ejercicios teórico-práctico sobre el papel y sobre el computador	6	30	36.00
Tutoría ECTS	Tutorías individualizadas o grupales	3	2	5.00
	Total	60	90	150

Docencia en presencialidad adaptada



Las actividades formativas en la modalidad de docencia en presencialidad adaptada seguirán lo dispuesto en el Plan de Contingencia 4 de la Facultad de Matemáticas para el curso 2021/2022, o en aquellos que los que lo sustituyan.

## 7. Horario de la asignatura

<https://www.um.es/web/estudios/grados/maticas/2021-22#horarios>



## 8. Sistema de Evaluación

Métodos / Instrumentos	Exámenes (escritos u orales)
Criterios de Valoración	<p>Examen Final. Ponderación 100% Criterios generales:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Precisión y corrección del lenguaje, sin faltas de ortografía, y con una presentación legible.</li> <li>2. Claridad, coherencia y orden de los razonamientos.</li> <li>3. Conocimiento y manejo de los diferentes conceptos y resultados utilizados.</li> <li>4. Precisa correlación entre dichos conceptos y resultados.</li> <li>5. Correcta resolución de las cuestiones planteadas.</li> <li>6. No tener en cuenta los apartados anteriores puede redundar en un considerable descenso de la nota del ejercicio.</li> </ol> <p>El examen evaluará teoría, problemas y prácticas de ordenador. Es preciso sacar al menos un 5 sobre 10 en este examen para superar la asignatura.</p> <p>El examen se realizará en la fecha fijada por la convocatoria oficial. La nota máxima que se podrá obtener en el examen final será de 10 puntos.</p> <p>Se podrán realizar hasta dos controles que ayuden a subir la nota del examen final, siempre que ésta sea mayor o igual que 4. Hasta 1 punto por control y siempre que se realice correctamente al menos un 40% del mismo. El máximo de la suma será de diez puntos.</p> <p>Para aprobar la asignatura hay que alcanzar 5 puntos.</p> <p>Se evalúan todas las competencias específicas de la asignatura.</p> <p>La materia a evaluar será la misma en las tres convocatorias.</p>
Ponderación	100

### Fechas de exámenes

<https://www.um.es/web/estudios/grados/maticas/2021-22#examenes>



## 9. Resultados del Aprendizaje

- Resolver numéricamente ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales.
- Saber estimar las propiedades de estabilidad y convergencia de los distintos métodos
- Implementar los métodos correspondientes, seleccionar el método numérico que mejor se ajuste en cada momento al problema planteado.
- Aplicar la resolución de ecuaciones diferenciales a problemas reales

## 10. Bibliografía

### Bibliografía Básica



GAUTSCHI, W., Numerical Analysis, 2nd edition. Birkhauser, 2012.



LAMBERT, J. Numerical Methods for Ordinary Differential Systems: the Initial Value Problem, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, 1991



GOLUB, G.H. and ORTEGA, J.M., Scientific Computing and Differential Equations. Academic Press, 1992.



STRIKWERDA, J.C. Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations, 2nd Edition, SIAM 2004



MATLAB



OCTAVE



HOLMES, M.H., Introduction to Numerical Methods in Differential Equations, Text in Applied Mathematics, 52, Springer 2007.



BURDEN, R.L. and FAIRES, J.D., Numerical analysis, Brooks/Cole Cengage Learning, 2010



ATKINSON, K.E., HAN, W. and STEWART, D.E., Numerical solutions of ordinary differential equations; Wiley, 2009.

### Bibliografía Complementaria



-  Butcher, J. C (John Charles) (1933-), Numerical methods for ordinary differential equations / (2008) ,Wiley,
-  GRIFFITHS, D.F. and HIGHAM, D.J., Numerical methods for ordinary differential equations; Springer-Verlag, 2010.
-  SÜLI, E., MAYERS, F., Introduction to Numerical Analysis. Cambridge University Press, 2003
-  ISERLES, A. A First Course in the Numerical Analysis of Differential Equations, Cambridge Texts in Applied Mathematics, Cambridge University Press, Cambridge, 2008
-  HAIRER, E., NORSETT, S.P. and WANNER, G. Solving Ordinary Differential Equations I, Nonstiff problems Springer-Verlag, 2008.
-  HAIRER, E. and WANNER, G. Solving Ordinary Differential Equations II, Stiff and Differential-Algebraic Problems. Springer-Verlag, 2010.
-  ASCHER, U. and GREIF, C., A First Course in Numerical Methods , SIAM, 2011
-  ASCHER, U., Numerical Methods for Evolutionary Differential Equations, SIAM, 2008

## 11. Observaciones y recomendaciones

HORARIO y AULAS: Ver la web de la facultad y atentos a los anuncios en clase.

NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES: Aquellos estudiantes con discapacidad o necesidades educativas especiales podrán dirigirse al Servicio de Atención a la Diversidad y Voluntariado (ADYV; <http://www.um.es/adv/>) para recibir orientación sobre un mejor aprovechamiento de su proceso formativo y, en su caso, la adopción de medidas de equiparación y de mejora para la inclusión, en virtud de la Resolución Rectoral R-358/2016. El tratamiento de la información sobre este alumnado, en cumplimiento con la LOPD, es de estricta confidencialidad.