

# **Facultad de Ciencias**

## **Graduado/a en Matemáticas**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :**

**Métodos Numéricos en Ecuaciones en Derivadas Parciales  
(2024 - 2025)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

<b>Asignatura: Métodos Numéricos en Ecuaciones en Derivadas Parciales</b>	<b>Código: 549580911</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Centro: <b>Facultad de Ciencias</b></li><li>- Lugar de impartición: <b>Facultad de Ciencias</b></li><li>- Titulación: <b>Graduado/a en Matemáticas</b></li><li>- Plan de Estudios: <b>G058 (Publicado en 2019-11-27)</b></li><li>- Rama de conocimiento: <b>Ciencias</b></li><li>- Itinerario / Intensificación:</li><li>- Departamento/s: <b>Análisis Matemático</b></li><li>- Área/s de conocimiento: <b>Análisis Matemático</b> <b>Matemática Aplicada</b></li><li>- Curso: <b>4</b></li><li>- Carácter: <b>Optativa</b></li><li>- Duración: <b>Segundo cuatrimestre</b></li><li>- Créditos ECTS: <b>6,0</b></li><li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li><li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li><li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li><li>- Idioma: <b>Español/Inglés (75%/25%)</b></li></ul>	

## 2. Requisitos de matrícula y calificación

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

<b>Profesor/a Coordinador/a: MARIA SOLEDAD PEREZ RODRIGUEZ</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Grupo: <b>Teoría, Prácticas en Aula y Prácticas Específicas</b></li></ul>
<b>General</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre: <b>MARIA SOLEDAD</b></li><li>- Apellido: <b>PEREZ RODRIGUEZ</b></li><li>- Departamento: <b>Análisis Matemático</b></li><li>- Área de conocimiento: <b>Matemática Aplicada</b></li></ul>
<b>Contacto</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Teléfono 1: <b>922319158</b></li><li>- Teléfono 2:</li><li>- Correo electrónico: <b>sperezr@ull.es</b></li><li>- Correo alternativo:</li><li>- Web: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li></ul>

Tutorías primer cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	16:30	19:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	113
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:00	13:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	113
Observaciones:						
Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	113
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	113
Todo el cuatrimestre		Jueves	16:30	19:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	113
Observaciones:						

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Ecuaciones Diferenciales y Métodos Numéricos**  
 Perfil profesional: **Graduado/a en Matemáticas**

#### 5. Competencias

##### Generales

**CG3** - Desarrollar las capacidades analíticas y de abstracción, la intuición y el pensamiento lógico y riguroso a través del estudio de la Matemática.

**CG5** - Preparar para posteriores estudios especializados, tanto en una disciplina matemática como en cualquiera de las ciencias que requieran buenos fundamentos matemáticos.

### Básicas

**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.

### Específicas

**CE1** - 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.

**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 de otros ámbitos) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.

**CE5** - Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas de las Matemáticas.

**CE6** - Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

**CE7** - Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

**CE8** - Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.

**CE9** - Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

## 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

#### Primera Parte: Métodos en diferencias finitas

Tema 1.0: Métodos numéricos para problemas de valor inicial en ecuaciones diferenciales ordinarias

Tema 1.1: Métodos en diferencias finitas para problemas de valores frontera (de contorno) en ecuaciones diferenciales ordinarias

Tema 1.2: Métodos en diferencias para ecuaciones en derivadas parciales. Ecuación del calor. Ecuación de ondas

#### Segunda Parte: Elementos finitos

Tema 2.0: Preliminares de análisis funcional

Tema 2.1: Elementos finitos para problemas de valores frontera (de contorno) en ecuaciones diferenciales ordinarias

Tema 2.2: Elementos finitos para ecuaciones en derivadas parciales. Ecuación del potencial (Laplaciano) con condiciones de contorno de tipo Dirichlet

#### Actividades a desarrollar en otro idioma

Parte de la colección de ejercicios se formulará en inglés. La mayor parte de la Bibliografía de estudio está en inglés. Algunas clases prácticas se desarrollarán en inglés.

### 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

#### Descripción

- Lección magistral/método expositivo (presentación o explicación por parte del profesor), con planteamiento de cuestiones y motivación adecuada durante el desarrollo de las mismas.
- Clases de problemas y cuestiones teóricas, supervisadas por el profesor, con participación activa del alumnado.
- 8 horas de clases de prácticas de computación para resolver problemas específicos de EDPs donde se desarrollan los algoritmos en programas de Matlab.
- Trabajo individual y/o grupal (trabajo por parte del alumnado de forma autónoma).
- La bibliografía principal de la asignatura se encuentra en inglés, lo que supondrá un buen adiestramiento del alumnado para habituarse al inglés científico matemático.
- Aproximadamente una quinta parte de los ejercicios, prácticas y cuestiones teóricas se proponen en inglés. El alumnado debe contestar en inglés a las actividades que se propongan en esa lengua.

En el recuadro siguiente en el que se recogen las actividades formativas si un o una estudiante sigue la opción de evaluación continua. Hay que interpretar que dentro de los 33,50 horas de trabajo autónomo para la preparación de clases prácticas se incluye la preparación de prácticas de computación e informes. En las 22,50 horas para la preparación de exámenes que aparecen, 10 horas serán para la preparación de los dos seguimientos y 12,5 horas se deberán emplear en preparar el trabajo final y su exposición.

No se podrán usar herramientas de inteligencia artificial (IA) ni en el desarrollo de las actividades formativas ni en las pruebas evaluativas.

#### Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	30,00	0,00	30,0	[CE4], [CB4], [CB3], [CB2], [CB5], [CE1], [CE3], [CG5], [CG3]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	27,00	0,00	27,0	[CE5], [CE4], [CB4], [CB3], [CB2], [CB5], [CE1], [CE3], [CG5], [CG3]

Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	34,00	34,0	[CE5], [CE4], [CB4], [CB3], [CB2], [CB5], [CE1], [CE3], [CG5], [CG3]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	33,50	33,5	[CE7], [CE8], [CE5], [CE4], [CB4], [CE6], [CE9], [CB3], [CB2], [CB5], [CE1], [CG5], [CG3]
Preparación de exámenes	0,00	22,50	22,5	[CE7], [CE8], [CE5], [CE4], [CB4], [CE6], [CE9], [CB3], [CB2], [CB5], [CE1], [CE3], [CG5], [CG3]
Realización de exámenes	3,00	0,00	3,0	[CE7], [CE8], [CE4], [CE6], [CE9], [CE1], [CE3]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
Total ECTS			6,00	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

A. Iserles, "A first course in the numerical analysis of differential equations", Cambridge University Press, 2009.  
S. Larsson, V. Thomee, "Partial differential equations with numerical methods", Springer, 2009.

### Bibliografía Complementaria

W. Hundsdorfer and J.G. Verwer, Numerical solution of time-dependent Advection Diffusion Reaction PDEs, Springer, 2003.  
E. Isaacson and H.B. Keller, Analysis of numerical methods, John Wiley, 1966.  
H.P. Langtangen and S. Linge, Finite Difference Computing with PDEs, a modern software approach, Springer, 2017.

### Otros Recursos

Apuntes y colecciones de ejercicios subidos al campus virtual de la asignatura  
Introducción al Matlab (ver: <http://pcmap.unizar.es/~pilar/matlab.pdf>)  
Enlaces a páginas web interesantes para el desarrollo y complemento de los contenidos de la asignatura

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

El procedimiento de evaluación se rige por el vigente Reglamento de Evaluación y Calificación de la ULL y lo dispuesto en la Memoria de Modificación del Grado en Matemáticas (febrero de 2019).

En la primera convocatoria, la adquisición de conocimientos y competencias se verificará mediante dos modalidades de evaluación: continua o única. Todo el alumnado está sujeto a evaluación continua, salvo quienes se acojan a la evaluación única.

*Para que el estudiante pueda optar a la evaluación única deberá comunicarlo a través del procedimiento habilitado en el aula virtual de la asignatura antes de la finalización del periodo de docencia del cuatrimestre, esto es, antes de las 23:59 horas del 9 de mayo de 2025.*

#### **Modalidad de Evaluación Continua (EC):**

Para poder ser evaluado por EC el alumnado debe asistir al menos al 80% de las clases de teoría y de problemas y al 100% de las horas de prácticas de computación.

La EC consta de las siguientes actividades:

- 2 exámenes de seguimiento de 1.5 horas de duración, previsiblemente, en las semanas 7 y 14 del cuatrimestre. Estos seguimientos combinarán "pruebas de respuesta corta" y "pruebas de desarrollo". La media de las notas de estos dos seguimientos se puntuará de 0 a 4 puntos.
- Entrega de prácticas después de cada sesión de prácticas de computación (el plazo de entrega dependerá de la dificultad y/o extensión de los ejercicios prácticos). La media de las notas de estas prácticas se puntuará de 0 a 2 puntos.
- Realización de un trabajo individual que se prevé marcar en la semana 12 del cuatrimestre. Este trabajo se tendrá que entregar el día del examen que el Centro ha fijado para la modalidad de evaluación única de la asignatura. El alumnado tendrá que hacer una presentación oral de dicho trabajo de 10 minutos de duración, antes de que termine el periodo oficial destinado a la primera convocatoria. Este trabajo tendrá una puntuación de 0 a 4 puntos.

La nota final de EC será la suma de la calificación de las tres actividades anteriores.

El alumno que no realice el trabajo individual tendrá un No Presentado en la primera convocatoria.

Si un estudiante obtiene una nota mayor o igual a 5 en las actividades de evaluación continua pero no cumple el requisito de asistencia anteriormente mencionado, aparecerá con un 4 en el acta de la asignatura.

#### **Modalidad de Evaluación Única (EU):**

La evaluación única constará de dos partes que se realizarán el día que fije el Centro:

- Un examen escrito teórico/práctico de todo el temario de la asignatura que combina "pruebas de respuesta corta" (de 0 a 2 puntos) y "pruebas de desarrollo" (de 0 a 6 puntos).
- Un examen de prácticas de computación en la que el alumnado tendrá que realizar varios ejercicios del mismo tipo de los que se han visto en las clases de prácticas, que se puntuará de 0 a 2 puntos. Este examen se realizará cuando haya finalizado el anterior.

La nota final de EU será la suma de las notas de estos dos exámenes.

Como la última actividad de evaluación continua (presentación de un trabajo) y el examen de evaluación única se celebrarán el mismo día, dada la distinta naturaleza de ambas actividades, tendrán que realizarse en un horario diferente. Así, el examen de evaluación única se realizará en el horario que determine el Centro, mientras que se anunciará con suficiente antelación la hora de comienzo de la prueba de EC.

**En la segunda convocatoria, sólo se aplicará la Modalidad de Evaluación Única.**

El alumnado que se encuentre en la quinta o posteriores convocatorias y desee ser evaluado por un Tribunal, deberá presentar una solicitud a través del procedimiento habilitado en la sede electrónica, dirigida al/la Decano/a de la Facultad de Ciencias. Dicha solicitud deberá realizarse con una antelación mínima de diez días hábiles al comienzo del periodo de exámenes.

#### Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas de respuesta corta	[CE7], [CE5], [CE4], [CB4], [CE6], [CB3], [CB2], [CB5], [CE1], [CE3], [CG5], [CG3]	Las respuestas deben ser precisas, correctas y justificadas.	20,00 %
Pruebas de desarrollo	[CE7], [CE5], [CE4], [CB4], [CE6], [CB3], [CB2], [CB5], [CE1], [CE3], [CG5], [CG3]	Los desarrollos realizados en los dos exámenes de seguimiento deben ser en esencia correctos y bien argumentados. Representa un 20%. El alumnado debe ser capaz de desarrollar un trabajo de forma autónoma. Se valorará el contenido del trabajo y la claridad de la redacción y que se haga en inglés. Representa un 30%.	50,00 %
Informes memorias de prácticas	[CE8], [CE9]	Los informes deben atenerse a las cuestiones demandadas y deben ser correctos y bien justificados	20,00 %
Exposiciones y pruebas orales.	[CE8], [CB2], [CB4], [CG5]	El alumnado debe ser capaz de hacer una presentación del trabajo para sus compañeros. Se valorará la claridad de la exposición oral y que se haga en inglés.	10,00 %

## 10. Resultados de Aprendizaje

- Analizar las propiedades de estabilidad, convergencia y robustez de los métodos numéricos para problemas de valores frontera en ecuaciones diferenciales ordinarias y para los tres tipos importantes de ecuaciones en derivadas parciales de segundo orden, así como su idoneidad para un problema concreto
- Programar en un ordenador los métodos numéricos, evaluar los resultados obtenidos y extraer conclusiones.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

Esta asignatura se desarrolla en 60 horas de enseñanza presencial. Estas horas se han de distribuir de la siguiente forma:  
-30 horas de teoría.  
-15 horas de prácticas de aula.



-12 horas de prácticas específicas entre las que se incluyen 8 horas de prácticas en el aula de informática.  
-3 horas de pruebas y exámenes.  
La distribución de los temas y de las actividades de enseñanza aprendizaje por semana es orientativa, puede sufrir cambios por necesidades de la organización docente.

**El examen de evaluación única se celebrará conforme al calendario aprobado por el Centro**

Segundo cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	Tema 1	5 horas de clases teóricas y 1 hora de clases prácticas	6.00	8.00	14.00
Semana 2:	Tema 1	2 horas de clases teóricas y 1 clase de prácticas de computación de 2 horas de duración	4.00	6.00	10.00
Semana 3:	Tema 1	2 horas de clases teóricas y 3 horas de clases prácticas	5.00	6.00	11.00
Semana 4:	Tema 1	2 horas de clases teóricas y 2 horas de clases prácticas	4.00	5.00	9.00
Semana 5:	Tema 1	2 horas de clases teóricas y 1 clase de prácticas de computación de 2 horas de duración	4.00	6.00	10.00
Semana 6:	Tema 1	1 hora de clases teóricas y 1 hora de clases prácticas	2.00	3.00	5.00
Semana 7:	Tema 2	2 horas de clases teóricas y realización del primer seguimiento	4.00	7.00	11.00
Semana 8:	Tema 2	2 horas de clases teóricas y 2 horas de clases prácticas	4.00	5.00	9.00
Semana 9:	Tema 2	2 horas de clases teóricas y 1 clase de prácticas de computación de 2 horas de duración	4.00	6.00	10.00
Semana 10:	Tema 2	2 horas de clases teóricas y 2 horas de clases prácticas	4.00	5.00	9.00
Semana 11:	Tema 2	2 horas de clases teóricas y 2 horas de clases prácticas	4.00	5.00	9.00
Semana 12:	Tema 2	2 horas de clases teóricas y 1 clase de prácticas de computación de 2 horas de duración. Comienzo de preparación del trabajo final	4.00	6.00	10.00
Semana 13:	Tema 2	2 horas de clases teóricas y 2 horas de clases prácticas. Preparación del trabajo final	4.00	5.00	9.00

Semana 14:	Tema 2	2 horas de clases teóricas y realización del segundo seguimiento. Preparación del trabajo final	4.00	7.00	11.00
Semana 15 a 17:	Semana 15	Entrega y exposición del trabajo final.	3.00	10.00	13.00
Total			60.00	90.00	150.00