



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001

Escuela Politécnica de  
Enseñanza Superior

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**305000170 - Métodos Numéricos En Ecuaciones En Derivadas Parciales**

### PLAN DE ESTUDIOS

30GM - Grado En Matematicas

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	11
8. Recursos didácticos.....	14

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	305000170 - Métodos Numéricos en Ecuaciones en Derivadas Parciales
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	30GM - Grado en Matematicas
<b>Centro responsable de la titulación</b>	30 - Escuela Politecnica De Enseñanza Superior
<b>Curso académico</b>	2024-25

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Carlos Manuel Castro Barbero (Coordinador/a)	Aula	carlos.castro@upm.es	L - 11:00 - 13:00 M - 09:00 - 13:00
Maria Luisa Rapun Banzo	Aula	marialuisa.rapun@upm.es	L - 10:00 - 13:00 X - 10:00 - 13:00 Se confirmará el primer día de clase

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Ecuaciones Diferenciales Ordinarias I
- Ecuaciones Diferenciales Ordinarias II
- Ecuaciones En Derivadas Parciales
- Programación
- Cálculo Numérico I
- Cálculo Numérico II

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocimiento básico del software Matlab y del lenguaje de programación utilizado en el mismo

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CE1 - Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar propiedades en distintos campos de la Matemática, para construir argumentaciones, elaborar cálculos y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.

CE2 - Conocer y comprender demostraciones rigurosas de los principales teoremas de cada área de la Matemática y extraer de ellos corolarios mediante la particularización a casos concretos.

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 - Abstractar las propiedades estructurales de objetos matemáticos, de la realidad observada o de otros ámbitos

distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales.

CE5 - Comprobar con demostraciones hipótesis sobre un objeto matemático o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.

CE7 - Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y tecnologías de computación, 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, buscar soluciones y resolver modelos matemáticos de sistemas reales.

CE9 - Desarrollar programas que ejecuten algoritmos de resolución de modelos matemáticos o aproximación numérica a la solución utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

CG3 - Utilizar las capacidades analíticas y de abstracción, la intuición y el pensamiento lógico y riguroso desarrolladas a través del estudio de la Matemática en contextos tanto matemáticos como no matemáticos.

CG4 - Utilizar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la definición y planteamiento de problemas y en la búsqueda de sus soluciones tanto en contextos académicos como profesionales.

CG5 - Sintetizar conocimientos y habilidades adquiridas en el campo de la matemática en diferentes materias del plan de estudios para enfocarlas en posteriores estudios especializados, tanto en una disciplina matemática como en cualquiera de las ciencias que requieran buenos fundamentos matemáticos.

CT4 - Mostrar capacidad para innovar y encontrar soluciones creativas en situaciones complejas o de incertidumbre.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA165 - Conocer los modelos más habituales basados en ecuaciones en derivadas parciales

RA237 - Conocer el método de diferencias finitas para resolver ecuaciones elípticas y programarlo en problemas académicos

RA167 - Interpretar adecuadamente las condiciones de contorno e iniciales en una EDP

RA236 - Conocer el método de elementos finitos para resolver ecuaciones elípticas y programarlo en problemas académicos

RA238 - Conocer los métodos espectrales para resolver ecuaciones elípticas y programarlo en problemas académicos

RA239 - Conocer los métodos de diferencias finitas para EDP evolutivas y programarlos en problemas académicos

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Este curso pretende introducir al estudiante en los principales métodos de aproximación de soluciones para modelos de ecuaciones en derivadas parciales, su aplicación y resultados de convergencia. Con ello se pretende dar una idea panorámica de las opciones disponibles para resolver un problema dado, fomentando el espíritu crítico para saber en qué situaciones es mejor usar uno u otro método. También se hará énfasis en la programación y las herramientas de visualización y validación mediante el análisis de errores.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Elementos de análisis funcional
  - 1.1. Funcionales y formas bilineales
  - 1.2. Diferenciación en espacios lineales
  - 1.3. Espacios de Sobolev
  - 1.4. Operadores adjuntos de un operador lineal
2. Aproximación variacional de problemas elípticos
  - 2.1. Formulación variacional de la ecuación de Poisson
  - 2.2. Existencia y unicidad de la formulación débil
  - 2.3. Formulación del problema adjunto
  - 2.4. Extensión a problemas no lineales
3. El método de elementos finitos
  - 3.1. Aproximación por el método de Galerkin
  - 3.2. Análisis del método de Galerkin: existencia, unicidad, estabilidad y convergencia
  - 3.3. El método de elementos finitos en una dimensión
  - 3.4. El método de elementos finitos en dimensión 2
  - 3.5. Estrategias para acelerar la convergencia: adaptación de malla
4. Ecuaciones parabólicas
  - 4.1. Formulación variacional del problema
  - 4.2. Convergencia del modelo semidiscreto
  - 4.3. Consistencia, estabilidad y convergencia del esquema del modelo-theta
5. Breve introducción al método de volúmenes finitos
  - 5.1. Principios básicos
  - 5.2. Análisis del método
6. Breve introducción a los métodos espectrales
  - 6.1. Formulación del método para ecuaciones elípticas
  - 6.2. Polinomios ortogonales y cuadratura Gaussiana
7. Diferencias finitas para ecuaciones hiperbólicas

- 7.1. Métodos de diferencias finitas para ecuaciones escalares y sistemas de ecuaciones hiperbólicas
- 7.2. Análisis del método de diferencias finitas: consistencia, estabilidad y convergencia
- 7.3. Difusión y dispersión
- 7.4. Ecuaciones equivalentes
- 8. Elementos finitos para problemas hiperbólicos
  - 8.1. Discretización temporal
  - 8.2. Método de Taylor-Galerkin

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
2	<p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
4	<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Seguimiento prácticas</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Seguimiento prácticas</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>

5	<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
6	<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Examen parcial</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>
7	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
9	<p><b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 5</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

10	<p><b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 6</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p><b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Seguimiento prácticas</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Seguimiento prácticas</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>
12	<p><b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 7</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p><b>Tema 8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 8</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 8</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Trabajo en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 04:00</p>
14	<p><b>Tema 8</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 8</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Examen parcial</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>

15				
16				
17				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 03:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Seguimiento prácticas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	20%	1 / 10	CE3 CE4 CE1 CB5 CG5 CE7 CT4 CE8 CE9
6	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	4 / 10	CE3 CE4 CE1 CB5 CG5 CG4 CE2 CE5 CE7 CT4 CG3
11	Seguimiento prácticas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	20%	1 / 10	CE3 CE4 CE1 CB5 CG5 CE7 CT4 CE8 CE9
13	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	10%	1 / 10	CE4 CE1 CB5 CG5 CE7 CE3 CT4 CE8 CE9

14	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	4 / 10	CE3 CE4 CE1 CB5 CG5 CG4 CE2 CE5 CE7 CT4 CG3
----	----------------	-------------------------------------	------------	-------	-----	--------	---

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE3 CE4 CE1 CB5 CG5 CE9 CG4 CE2 CE5 CE7 CT4 CE8 CG3

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen de todo el curso	EX: Técnica del tipo Examen	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE3 CE4 CE1 CB5 CG5 CE9 CG4



## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Numerical Models for Differential Problems, Springer. MS&A Vol. 8, 2014	Bibliografía	Libro de referencia para la asignatura
Strikwerda, John C. Finite difference schemes and partial differential equations.	Bibliografía	Libro de consulta
Raviart, P.A. and Thomas, J.-M. Introduction à l'Analyse numérique des équations aux dérivées partielles, Dunod, Paris 1998.	Bibliografía	Libro de consulta
Quarteroni A., Sacco R., Saleri F. Numerical Mathematics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2007	Bibliografía	Libro de consulta
Strang, G. Computational science and engineering. Wellesley-Cambridge Press, Wellesley, MA, 2007	Bibliografía	Libro de consulta
Domínguez V., Rapún M. L. Matlab en Cinco lecciones de Numérico. Universidad Pública de Navarra, 2007.	Bibliografía	Libro de consulta
moodle de la asignatura	Recursos web	Plataforma donde se pondrá a disposición del alumno el material e información del curso