



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

305000108 - Ecuaciones Diferenciales Ordinarias I

### PLAN DE ESTUDIOS

30GM - Grado En Matematicas

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - 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.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	305000108 - Ecuaciones Diferenciales Ordinarias I
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer 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>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Andrea Tellini (Coordinador/a)		andrea.tellini@upm.es	Sin horario. Horario de tutorías a concretar directamente con el profesor

\* 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

- Cálculo En Una Variable
- Álgebra Lineal
- Cálculo En Varias Variables

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

El plan de estudios Grado en Matemáticas no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

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.

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.

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.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA86 - Resolver ecuaciones diferenciales ordinarias con valores iniciales mediante distintos métodos

RA87 - Discutir la existencia y unicidad de soluciones de una ecuación diferencial ordinaria con valores iniciales

RA138 - Construir modelos matemáticos mediante ecuaciones diferenciales ordinarias

RA88 - Resolver sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

En esta asignatura se estudiarán la teoría y algunos de los métodos básicos de resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.

En particular, se tratarán:

- la teoría de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de orden 1,
- la teoría de Cauchy-Lipschitz para la existencia y unicidad de problemas de valores iniciales asociados a ecuaciones y sistemas no lineales de orden 1,
- los principales métodos de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias de orden 1, incluida una introducción a la resolución mediante la transformada de Laplace.

A lo largo de todo el tratamiento del temario, se enfatizarán, por un lado, la importancia de las ecuaciones diferenciales en la modelización y, por otro, el comportamiento cualitativo de las soluciones.

Las clases magistrales de teoría y ejercicios se complementarán con algunas clases de prácticas con ordenador, en las que se utilizarán principalmente herramientas de cálculo simbólico para tratar las distintas partes del temario de la asignatura.

Se utilizarán resultados de aprendizaje que los/las estudiantes habrán adquirido en las siguientes asignaturas: Cálculo en una variable, Cálculo en varias variables, Álgebra Lineal.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Ecuaciones diferenciales ordinarias (EDOs) lineales y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de orden 1
  - 1.1. Espacio de las funciones continuas - Lema de las contracciones - Teorema de existencia y unicidad para sistemas de EDOs lineales de orden 1
  - 1.2. Estructura lineal del conjunto de soluciones - Determinación de su dimensión y obtención de bases
  - 1.3. Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de orden  $n$
  - 1.4. Ecuaciones de segundo orden de coeficientes constantes - Osciladores armónicos simples, amortiguados, forzados
2. Sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias de coeficientes constantes
  - 2.1. Repaso de la forma canónica de Jordan de un endomorfismo de  $\mathbb{R}^N$
  - 2.2. Matriz exponencial: definición y cálculo
  - 2.3. Análisis del comportamiento cualitativo de los sistemas lineales de 2 y 3 ecuaciones de primer orden
3. Resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias mediante la transformada de Laplace
  - 3.1. Definición de la transformada de Laplace y sus principales propiedades
  - 3.2. Transformada de Laplace de funciones elementales
  - 3.3. Transformada inversa de Laplace
  - 3.4. Aplicación de la transformada de Laplace para la resolución de ecuaciones diferenciales, integrales e integro-diferenciales
  - 3.5. Ejemplos de tratamiento de coeficientes con discontinuidades
4. Teoría de Cauchy-Lipschitz
  - 4.1. Teoremas local y global de existencia y unicidad de Cauchy-Lipschitz para sistemas de orden 1
  - 4.2. Principales métodos de resolución de ecuaciones de primer orden (ecuaciones de variables separables, ecuaciones homogéneas, ecuaciones exactas, factores integrantes)
  - 4.3. Prolongabilidad de la solución
  - 4.4. Introducción al estudio cualitativo de ecuaciones autónomas de orden 1

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Clases magistrales tema 1</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Clases magistrales tema 1</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Clases de problemas tema 1</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	<b>Clases magistrales tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Clases de problemas tema 1</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	<b>Clases magistrales tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Clases de problemas tema 1</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Clase práctica tema 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>Clases magistrales tema 2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Clases de problemas tema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	<b>Clases magistrales tema 2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Clases de problemas tema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Tarea a entregar para la evaluación progresiva</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
7	<b>Clases magistrales tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Clases de problemas tema 2</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Primera prueba de evaluación progresiva</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00

8	<p><b>Clases magistrales tema 3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clases de problemas tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Clases de prácticas tema 2</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
9	<p><b>Clases magistrales tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clases de problemas tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p><b>Clases magistrales tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clases de problemas tema 3</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Clases de prácticas tema 3</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
11	<p><b>Clases magistrales tema 4</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clases de problemas tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p><b>Clases magistrales tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clases de problemas tema 4</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p><b>Clases magistrales tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clases de problemas tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Clases de prácticas tema 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Tarea a entregar para la evaluación progresiva</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p>
14	<p><b>Clases magistrales tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clases de problemas tema 4</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Segunda prueba de evaluación progresiva</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
15				
16				
17				<p><b>Examen global final convocatoria ordinaria</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00</p>

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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 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
6	Tarea a entregar para la evaluación progresiva	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	10%	0 / 10	CE1 CE3 CG3 CE5 CE7 CE2 CG4
7	Primera prueba de evaluación progresiva	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	0 / 10	CE1 CE3 CG3 CE5 CE7 CE2 CG4
13	Tarea a entregar para la evaluación progresiva	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	10%	0 / 10	CE1 CE3 CG3 CE5 CE7 CE2 CG4
14	Segunda prueba de evaluación progresiva	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	2.5 / 10	CE1 CE3 CG3 CE5 CE7 CE2 CG4

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

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

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen global final convocatoria extraordinaria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE1 CE3 CG3 CE5 CE7 CE2 CG4

### 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación progresiva constará de tres partes:

- primera prueba de teoría/ejercicios, que tendrá lugar indicativamente en la semana 7 de clase y pesará un 30% en la nota del sistema de evaluación progresiva,
- segunda prueba de teoría/ejercicios, que tendrá lugar indicativamente en la semana 14 de clase y pesará un 50% en la nota del sistema de evaluación progresiva,
- dos tareas a entregar, indicativamente en las semanas 6 y 13, que consistirán en ejercicios a resolver de manera individual (posiblemente con la ayuda del ordenador). Cada una de las tareas tendrá un peso de 10% en la nota del sistema de evaluación progresiva.

Para aprobar la asignatura mediante el sistema de evaluación progresiva, la nota ponderada mínima de las evaluaciones descritas anteriormente es de 5/10.

Todos/as los/las estudiantes, independientemente de la nota obtenida con el sistema de evaluación progresiva, podrán hacer un examen final global en la convocatoria ordinaria, que tendrá lugar fuera del periodo de docencia con fecha a determinar por la Subdirección de Ordenación Académica. El examen final global versará sobre la totalidad del temario e incluirá elementos de teoría y ejercicios. En este caso, la nota de la convocatoria ordinaria será el máximo entre la nota del examen final global y la obtenida en el sistema de evaluación progresiva. Para aprobar la asignatura, la nota mínima del examen final global es de 5/10.

De forma complementaria a lo anterior, el profesor propondrá una serie de problemas avanzados cuya resolución supondrá 0.5 puntos más en la nota global de la convocatoria ordinaria.

Observación: en la convocatoria ordinaria, la calificación de "No presentado/a" se otorgará a quienes no hayan participado ni en la segunda prueba de evaluación progresiva, ni en el examen final global.

Quienes no aprueben la asignatura en la convocatoria ordinaria podrán hacer un examen final global en la convocatoria extraordinaria, que versará sobre la totalidad del temario e incluirá elementos de teoría y ejercicios relacionados. La nota de la convocatoria extraordinaria será la del examen final global. Para aprobar la asignatura, la nota mínima del examen final global es de 5/10.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
J. Hale, Ordinary Differential Equations, Dover Books on Mathematics, 2009	Bibliografía	
J. C. Robinson, An Introduction to Ordinary Differential Equations, Cambridge University Press, 2004	Bibliografía	Disponible en línea a través de <a href="https://ingenio.upm.es">https://ingenio.upm.es</a>
S. Ahmad, A. Ambrosetti, A Textbook on Ordinary Differential Equations, 2nd edition, Springer, 2015	Bibliografía	
H. Amann, Ordinary Differential Equations : An Introduction to Nonlinear Analysis (trad. G. Metzen), De Gruyter, 1990	Bibliografía	Disponible en línea a través de <a href="https://ingenio.upm.es">https://ingenio.upm.es</a>
M. Braun, Ecuaciones diferenciales y sus aplicaciones, Grupo Editorial Iberoamericano, 1990	Bibliografía	
J. López-Gómez, Ecuaciones diferenciales y variable compleja: con teoría espectral y una introducción al grado topológico de Brouwer, Madrid Prentice Hall, 2001	Bibliografía	

J. López-Gómez, Elementos de ecuaciones diferenciales y variable compleja: problemas y ejercicios resueltos, Madrid Prentice Hall, 2001	Bibliografía	
G. Teschl, Ordinary differential equations and dynamical systems, American Mathematical Society, 2012	Bibliografía	Disponible en línea: <a href="http://www.mat.univie.ac.at/~gerald/ftp/book-ode/">http://www.mat.univie.ac.at/~gerald/ftp/book-ode/</a>

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con el Objetivo de Desarrollo Sostenible ODS15 (Vida de los ecosistemas terrestres) y el Objetivo de Desarrollo Sostenible ODS4 (Educación de calidad).