



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

305000171 - Ampliación De Ecuaciones Diferenciales

### PLAN DE ESTUDIOS

30GM - Grado En Matematicas

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Segundo 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

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	305000171 - Ampliación de Ecuaciones Diferenciales
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Octavo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<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> *
Makrina Agaoglou (Coordinador/a)		makrina.agaoglou@upm.es	M - 16:30 - 19:30 X - 14:30 - 17:30

\* 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

- Modelización Y Simulación I
- Ecuaciones Diferenciales Ordinarias II
- Programación
- Ecuaciones Diferenciales Ordinarias I
- Modelización Y Simulación II

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

- Capacidad lectora en inglés

## 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.

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.

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.

CG2 - Reconocer la presencia de la Matemática subyacente en la Naturaleza, en la Ciencia, en la Tecnología y en

el Arte. Reconocer a la Matemática como parte integrante de la Educación y la Cultura.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA276 - Diseñar modelos matemáticos sencillos y estudiar su comportamiento y de dependencia paramétrica mediante mecanismos de simulación para aplicarlos a contextos concretos y aplicarlos en matemáticas o en otras disciplinas científicas.

RA277 - Predecir el comportamiento dinámico, y en su caso, caótico, de modelos no lineales.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura ofrece una introducción a la teoría de los sistemas dinámicos, la cual se centra en comprender cómo los sistemas evolucionan a lo largo del tiempo. Esta teoría encuentra aplicaciones en diversas disciplinas científicas. La evolución temporal puede tomar dos formas: continua o discreta. En la primera, la evolución se describe mediante ecuaciones diferenciales ordinarias, mientras que en la segunda, se representa mediante la iteración de una aplicación dentro del espacio de estados del sistema.

En muchas situaciones prácticas, encontrar soluciones explícitas para tales sistemas resulta ser un desafío. En cambio, la teoría de los sistemas dinámicos pone énfasis en comprender el comportamiento cualitativo de las soluciones. Esto implica explorar cómo las soluciones navegan por el espacio de estados del sistema, abarcando sus puntos de inicio y fin, así como si exhiben patrones regulares (tales como comportamiento periódico o cuasiperiódico) o patrones irregulares (como sensibilidad a las condiciones iniciales y otros factores), lo que a menudo se denomina comportamiento caótico.

Además, existen típicamente soluciones específicas, como puntos fijos u órbitas periódicas, que actúan como puntos cruciales en el espacio de estados. Ellos juegan un papel fundamental en determinar el comportamiento cualitativo de otras soluciones. Dentro de la teoría de los sistemas dinámicos, hay un interés recurrente en discernir si el comportamiento cualitativo cambia y cómo cambia cuando se alteran los parámetros del sistema. A lo largo de este curso, proporcionaremos el marco matemático necesario para abordar estas preguntas y aplicaremos la teoría al estudio de fenómenos provenientes del mundo real.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. Introducción a los sistemas dinámicos

- 1.1. Definición y conceptos de sistemas dinámicos
- 1.2. Sistemas lineales y no lineales
- 1.3. Sistemas dinámicos discretos
- 1.4. Teoría del caos
- 1.5. Aplicaciones de los sistemas dinámicos
  - 1.5.1. Sistemas mecánicos y oscilaciones
  - 1.5.2. Sistemas biológicos y dinámica de poblaciones

### 2. Sistemas Hamiltonianos

- 2.1. Introducción a los sistemas Hamiltonianos
- 2.2. Representación del estado en sistemas Hamiltonianos
- 2.3. Puntos de equilibrio y análisis de estabilidad

### 3. Aspectos computacionales en problemas dinámicos

- 3.1. Fundamentos de Python y MATLAB
- 3.2. Introducción a métodos de integración numérica
- 3.3. Aplicaciones y estudios de caso en sistemas dinámicos

### 4. Introducción a los métodos indicadores del caos

- 4.1. El método clásico de la sección de Poincaré
- 4.2. Métodos modernos como los métodos SALI, GALI y el método de descriptores lagrangianos
- 4.3. Implementación de estos métodos en Python y/o MATLAB

### 5. Introducción a las aplicaciones de la dinámica de reacciones químicas y aplicaciones a modelos geofísicos

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Presentación y teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
2	<p><b>Teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p><b>Teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
4	<p><b>Teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
5	<p><b>Teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>En esta semana se hace trabajo en aula</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>En esta semana se hace trabajo en aula</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
6	<p><b>Teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

7	<p><b>Teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>En esta semana se hace trabajo en aula en equipos</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>En esta semana se hace trabajo en aula en equipos</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
8	<p><b>Teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
9	<p><b>Teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>En esta semana se hace trabajo en aula en equipos</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>En esta semana se hace trabajo en aula en equipos</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
10	<p><b>Teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p><b>Teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p><b>Teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Entrega de una memoria final de los resultados</b> Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Entrega de una memoria final de los resultados</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>



13	<p><b>Teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p><b>Teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Presentación del trabajo en equipos</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Presentación del trabajo en equipos</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 03:00</p>
15	<p><b>Teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
16				
17				<p><b>Examen global del temario completo de la asignatura</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:30</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.

## 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
5	En esta semana se hace trabajo en aula	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	10%	/ 10	CE3 CE7 CE1
7	En esta semana se hace trabajo en aula en equipos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	20%	/ 10	CE3 CE7 CE8 CG2 CE1
9	En esta semana se hace trabajo en aula en equipos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	20%	/ 10	CE3 CE7 CE8 CG2 CE1
12	Entrega de una memoria final de los resultados	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	20%	3 / 10	CE3 CE7 CE8 CG2 CE1
14	Presentación del trabajo en equipos	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	03:00	30%	3 / 10	CE3 CE7 CE8 CG2 CE1

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen global del temario completo de la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	100%	5 / 10	CE7 CE8 CE3 CG2 CE1

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Convocatoria extraordinaria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación progresiva se articula como sigue:

1. A lo largo del curso se realiza en el aula un trabajo individual (SE2) con ayuda del profesor con un valor del 10 %. Las fechas que aparecen en el cronograma son meramente ilustrativas y dependerán del desarrollo del temario.
2. También a lo largo del curso se realiza en el aula dos trabajo en equipo (SE5) con un valor del 20 % cada uno. Las fechas que aparecen en el cronograma son meramente ilustrativas y dependerán del desarrollo del temario.
3. Trabajo en equipos en un problema aplicado, con una entrega de los resultados en la semana 12 (SE2) con un valor del 20%. Será necesaria una nota mínima de 3/10 en esta parte para aprobar la evaluación progresiva.
4. Presentación de los proyectos en equipos (SE7): 30 % que incluirá la entrega de una memoria final de los resultados. Será necesaria una nota mínima de 3/10 en esta parte para aprobar la evaluación progresiva.

La evaluación global, tanto en convocatoria ordinaria como extraordinaria, consistirá en:

Un examen escrito con una parte teórica y una parte práctica, con un valor del 100 % que se celebrará en la fecha establecida por la Subdirección de Ordenación Académica. Será necesaria una nota mínima de 5/10 en esta parte para aprobar.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Stephen Wiggins, Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos, Springer, 1990, ISBN: 9781475740677	Bibliografía	
David Luenberger, Introduction to Dynamic Systems: Theory, Models, and Applications, Wiley, 1979, ISBN: 9780471025948.	Bibliografía	
Stephen L. Campbell and Richard Haberman, Introduction to Differential Equations with Dynamical Systems, Princeton University Press, 2008, ISBN: 9780691124742	Bibliografía	
Goldstein, Poole & Safko Classical Mechanics, Addison-Wesley, 2002, ISBN: 9788131758915	Bibliografía	
Arnold, Graduate text in Mathematics, Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer, 1989, ISBN: 9781441930873	Bibliografía	
James F. Epperson, An introduction to numerical methods and analysis, Wiley, 2013, ISBN: 9781118626238	Bibliografía	

<p>Stephen Lynch, Dynamical Systems with Applications using MATLAB, Birkhäuser Boston, 2013, ISBN: 9780817681562</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>Charalampos (Haris) Skokos, Georg A. Gottwald, Jacques Laskar, Chaos Detection and Predictability, 2016, ISBN:9783662484104</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>M. Agaoglou, B. Aguilar-Sanjuan, V. J. García Garrido, F. González-Montoya, M. Katsanikas, V. Krajčák, S. Naik, S. Wiggins, Lagrangian Descriptors: Discovery and Quantification of Phase Space Structure and Transport, 2020, DOI: 10.5281/zenodo.3958985</p>	<p>Recursos web</p>	
<p>M. Agaoglou, B. Aguilar Sanjuan, V. J. Garcia-Garrido, R. Garcia Meseguer, F. Gonzalez-Montoya, M. Katsanikas, V. Krajnak, S. Naik, S. Wiggins, Chemical Reaction: A journey into Phase Space, 2019, DOI: 10.5281/zenodo.3568210</p>	<p>Recursos web</p>	