

**Modelización Determinista**

Código: 43479  
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
4313136 Modelización para la Ciencia y la Ingeniería / Modelling for Science and Engineering	OT	0	1

**Contacto**

Nombre: Juan Camacho Castro  
Correo electrónico: [juan.camacho@uab.cat](mailto:juan.camacho@uab.cat)

**Equipo docente**

Anna Cima Mollet  
Jose Sardañes Cayuela

**Uso de idiomas**

Lengua vehicular mayoritaria: inglés (eng)

**Prerequisitos**

Los estudiantes deben tener habilidades matemáticas a nivel de graduado de unos estudios científicos.

**Objetivos y contextualización**

El curso tiene como objetivo desarrollar la capacidad del alumno para analizar sistemáticamente modelos dinámicos deterministas no lineales y elaborar modelos matemáticos de sistemas reales.

**Competencias**

- "Aplicar el pensamiento lógico/matemático: el proceso analítico a partir de principios generales para llegar a casos particulares; y el sintético, para a partir de diversos ejemplos extraer una regla general."
- Analizar sistemas complejos de distintos campos y determinar las estructuras y parámetros básicos de su funcionamiento.
- Analizar, sintetizar, organizar y planificar proyectos de su campo de estudio.
- Aplicar las técnicas de resolución de los modelos matemáticos y sus problemas reales de implementación.
- Concebir y diseñar soluciones eficientes, aplicando técnicas computacionales, que permitan resolver modelos matemáticos de sistemas complejos.
- Extraer de un problema complejo la dificultad principal, separada de otras cuestiones de índole menor.
- Formular, analizar y validar modelos matemáticos de problemas prácticos de distintos campos.
- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- Resolver problemas complejos aplicando los conocimientos adquiridos a ámbitos distintos de los originales
- Usar métodos numéricos apropiados para solucionar problemas específicos.

## Resultados de aprendizaje

1. "Aplicar el pensamiento lógico/matemático: el proceso analítico a partir de principios generales para llegar a casos particulares; y el sintético, para a partir de diversos ejemplos extraer una regla general."
2. Analizar, sintetizar, organizar y planificar proyectos de su campo de estudio.
3. Construir y resolver modelos que describan el comportamiento de un sistema real
4. Extraer de un problema complejo la dificultad principal, separada de otras cuestiones de índole menor.
5. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
6. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
7. Resolver modelos matemáticos mediante métodos analíticos y numéricos
8. Resolver problemas complejos aplicando los conocimientos adquiridos a ámbitos distintos de los originales
9. Resolver y simular modelos a partir de métodos de cálculo numérico y métodos Monte Carlo
10. Seleccionar la mejor descripción de un sistema en función de sus características particulares
11. Usar métodos de cálculo numérico para resolver problemas complejos.

## Contenido

### 1.- Introducción a los sistemas dinámicos

Introducción.- Propiedades características de los sistemas dinámicos no lineales.- Ejemplos de comportamientos dinámicos no lineales.- Clasificación de los sistemas dinámicos.- Los sistemas dinámicos según su dimensión.

### 2.- Sistemas dinámicos discretos.

Mapas.- Mapa Logístico.- Puntos fijos. Estabilidad.- Universalidad.

### 3.- Sistemas dinámicos en una dimensión.

Solución gráfica. Puntos fijos.- Solución analítica. Estabilidad Lineal.- Solución numérica.- Bifurcaciones.- Flujo en el círculo. Sincronización de luciérnagas.

### 4.- Sistemas dinámicos en 2 dimensiones. Oscilaciones.

Introducción. Comportamientos dinámicos en 2 dimensiones.- Estabilidad Lineal.- Dinámica de poblaciones.- Bifurcaciones.- Oscilaciones. Ritmos Biológicos.

### 5.- Sistemas dinámicos en 3 dimensiones. Caos.

Caos Determinista.- Ecuaciones de Lorenz.- Sistema de Rössler.- Aplicaciones.- Descriptores del caos.- Epidemias.

### 6.- Introducción a los métodos numéricos

Integración numérica de ecuaciones diferenciales.- Métodos e implementación.- Fuentes de error

### 7.- Dinámica espacio-temporal

Metapoblaciones.- Ecuación de reacción-difusión.- Difusión lineal.- Bifurcación de Turing.- Patrones espaciales.- Caos inducido por difusión.- Redes de mapas acopladas.- Autómatas celulares.

## Metodología

La metodología se basa en clases magistrales que incluyen algunos ejercicios prácticos. La mayor parte de los ejercicios serán resueltos y entregados periódicamente por los estudiantes a través del Campus Virtua. Después de esto, cualquier duda sobre ellos será discutido en clase.

Si la situación sanitaria derivada de Covid-19 requiriese que la enseñanza fuera virtual, nuestra intención es mantener la mayor presencialidad posible, especialmente para los exámenes. Sin embargo, si es necesario, la enseñanza se dará por medios electrónicos, ya sea cargando la clase registrada para que pueda visualizarla a su conveniencia, o por clases sincrónicas a través de alguna plataforma de videoconferencia (Teams, ...). De

todas formas, algunas horas se reservarán semanalmente para tutoriales a través de videoconferencia para resolver dudas.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de teoría y problemas	38	1,52	1, 2, 3, 4, 6, 9, 7, 8, 10, 5, 11
Tipo: Supervisadas			
Problemas y proyectos	40	1,6	1, 2, 3, 4, 6, 9, 7, 8, 10, 5, 11
Tipo: Autónomas			
Estudio personal	69	2,76	1, 2, 3, 6, 9, 7, 8, 10, 11

## Evaluación

Las calificaciones se obtendrán de:

- 1) entregas de problemas resueltos, simulaciones, informes y presentaciones.
- 2) al menos dos exámenes escritos, con un peso de alrededor del 50% de la calificación final.

Para aprobar el curso:

- la nota media de los exámenes debe ser mayor que 4 (en una escala de 10), y
- el promedio final (exámenes y otras pruebas de evaluación) debe ser mayor que 5.

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Exámenes	cerca del 50%	3	0,12	1, 3, 4, 7, 8
Proyectos y ejercicios resueltos	cerca del 50%	0	0	1, 2, 3, 4, 6, 9, 7, 8, 10, 5, 11

## Bibliografía

- S.H. Strogatz. Nonlinear Dynamics and Chaos. Second Edition. Perseus Books, Westview Press, Boulder, 2014.
- R.V. Solé y S.C. Manrubia, Orden y caos en sistemas complejos, ediciones UPC, Barcelona, 2001.
- S.H. Strogatz. SYNC. Rythms of nature, rythms of ourselves, Penguin, 2004.
- B.C. Goodwin, How the Leopard Changed Its Spots: Evolution of Complexity. Prentice Hall, 1994.
- Hanski, I. Metapopulation Ecology Oxford University Press. 1999.
- J.D. Murray. Mathematical Biology I: An introduction. Interdisciplinary Applied Mathematics 2002

- W. A. Strauss, Partial Differential Equations: An Introduction, John Wiley & Sons, 1992.
- K. Kaneko. Theory and Applications of Coupled Map Lattices (Nonlinear Science: Theory and Applications) 1st Edition, 1993
- A. Ilachinski. Cellular Automata: A Discrete Universe, 2001
- U. Dieckmann, R. Law, J.A.J. Metz. The Geometry of Ecological Interactions: Simplifying Spatial Complexity: 1 (Cambridge Studies in Adaptive Dynamics, Series Number 1), 2000

## **Software**

No hay software específico para la asignatura