

Sistemas Dinámicos y Complejidad

Código: 45559
Créditos ECTS: 6

2025/2026

Titulación	Tipo	Curso
Modelling for Science and Engineering	OP	1

Contacto

Nombre: Jordi Villadelprat Yague

Correo electrónico: jordi.villadelprat@uab.cat

Equipo docente

Jose Sardaños Cayuela

Daniel Campos Moreno

Idiomas de los grupos

Puede consultar esta información al [final](#) del documento.

Prerrequisitos

El alumno debe poseer competencias matemáticas a nivel de grado en una titulación científica.

Objetivos y contextualización

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

Resultados de aprendizaje

1. CA09 (Competencia) Idear modelos basados en sistemas dinámicos y en sistemas complejos para la resolución de problemas prácticos concretos
2. CA09 (Competencia) Idear modelos basados en sistemas dinámicos y en sistemas complejos para la resolución de problemas prácticos concretos
3. CA10 (Competencia) Comunicar a un público experto los resultados obtenidos del análisis de modelos basados en sistemas dinámicos y complejos incorporando criterios éticos, de sostenibilidad y de igualdad de género
4. CA10 (Competencia) Comunicar a un público experto los resultados obtenidos del análisis de modelos basados en sistemas dinámicos y complejos incorporando criterios éticos, de sostenibilidad y de igualdad de género

5. CA10 (Competencia) Comunicar a un público experto los resultados obtenidos del análisis de modelos basados en sistemas dinámicos y complejos incorporando criterios éticos, de sostenibilidad y de igualdad de género
6. CA11 (Competencia) Evaluar, a través de métricas y herramientas matemáticas específicas, el nivel de complejidad que contiene un conjunto de datos obtenidos mediante experimentación y/u observaciones
7. KA09 (Conocimiento) Reconocer las técnicas de análisis principales para el estudio de los sistemas dinámicos, así como el ámbito teórico de aplicación de cada una de ellas
8. KA09 (Conocimiento) Reconocer las técnicas de análisis principales para el estudio de los sistemas dinámicos, así como el ámbito teórico de aplicación de cada una de ellas
9. KA09 (Conocimiento) Reconocer las técnicas de análisis principales para el estudio de los sistemas dinámicos, así como el ámbito teórico de aplicación de cada una de ellas
10. KA10 (Conocimiento) Reconocer los distintos criterios que se pueden utilizar para cuantificar y/o medir la complejidad de un sistema
11. KA10 (Conocimiento) Reconocer los distintos criterios que se pueden utilizar para cuantificar y/o medir la complejidad de un sistema
12. SA09 (Habilidad) Formular sistemas dinámicos y modelos complejos capaces de capturar características dinámicas esenciales de aplicaciones concretas
13. SA09 (Habilidad) Formular sistemas dinámicos y modelos complejos capaces de capturar características dinámicas esenciales de aplicaciones concretas
14. SA09 (Habilidad) Formular sistemas dinámicos y modelos complejos capaces de capturar características dinámicas esenciales de aplicaciones concretas
15. SA10 (Habilidad) Resolver, bien de manera analítica o computacional, modelos dinámicos complejos utilizando las herramientas matemáticas adecuadas para cada situación
16. SA10 (Habilidad) Resolver, bien de manera analítica o computacional, modelos dinámicos complejos utilizando las herramientas matemáticas adecuadas para cada situación
17. SA11 (Habilidad) Implementar herramientas y metodologías para estudiar comportamientos emergentes en modelos de referencia en el ámbito de los sistemas complejos
18. SA11 (Habilidad) Implementar herramientas y metodologías para estudiar comportamientos emergentes en modelos de referencia en el ámbito de los sistemas complejos
19. SA11 (Habilidad) Implementar herramientas y metodologías para estudiar comportamientos emergentes en modelos de referencia en el ámbito de los sistemas complejos
20. SA11 (Habilidad) Implementar herramientas y metodologías para estudiar comportamientos emergentes en modelos de referencia en el ámbito de los sistemas complejos

Contenido

1. Introducción a los sistemas dinámicos

Tipos y propiedades características. Conceptos relacionados.

2. Sistemas dinámicos discretos en una dimensión

Estudio gráfico y analítico. Puntos fijos. Estabilidad lineal. Bifurcaciones. La aplicación logística.

3. Sistemas dinámicos en dos dimensiones

Clasificación de sistemas lineales. Retrato de fase. Ciclos límite. Bifurcaciones. Modelos biológicos.

4. Comportamiento dinámico caótico

Caos determinista. Definición. Ejemplos.

5. Introducción a los métodos numéricos

Métodos numéricos: fuentes de error. Métodos de Euler y Runge-Kutta.

6. Dinámica espacio-temporal

Modelos de metapoblación. Redes de mapas acopladas. Autómatas celulares. Ecuaciones de reacción-difusión.

7. Complejidad

Sistemas con nueva topología organizada. Elementos básicos de los sistemas complejos. Comportamientos emergentes. Casos de ejemplo. Medidas de complejidad.

Actividades formativas y Metodología

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de teoría y problemas	38	1,52	CA09, CA10, CA11, KA09, KA10, SA09, SA10, SA11, CA09
Tipo: Supervisadas			
Problemas y proyectos	40	1,6	CA09, CA10, CA11, KA09, KA10, SA09, SA10, SA11, CA09
Tipo: Autónomas			
Estudio personal	69	2,76	CA09, CA11, KA09, KA10, SA09, SA10, SA11, CA09

La metodología se basa en clases magistrales que incluyen algunos ejercicios prácticos, tanto escritos como a nivel computacional. La mayoría de los ejercicios serán resueltos y entregados periódicamente por el estudiantado a través del Campus Virtual. Posteriormente, cualquier duda relacionada con ellos se discutirá en clase.

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

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.

Evaluación

Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Exámen	25%	3	0,12	CA09, CA11, KA09, KA10, SA09, SA10
Proyectos y ejercicios resueltos	75%	0	0	CA09, CA10, CA11, KA09, KA10, SA09, SA10, SA11

Evaluación continua

Las calificaciones se obtendrán a partir de:

- Entregas de problemas resueltos, simulaciones, informes y presentaciones, que tendrán un peso total del 75% en la nota final.
- Un examen escrito, con un peso del 25% de la nota final.

Para aprobar la asignatura, la media ponderada de ambas calificaciones debe ser superior a 5 (sobre 10).

Evaluación única

El alumno que haya optado por la modalidad de evaluación única deberá realizar una prueba final, que consistirá en un examen escrito con resolución de problemas y alguna cuestión teórica. Una vez finalizado, deberá entregar todos los ejercicios e informes de los trabajos realizados.

La calificación final y el umbral para aprobar la asignatura serán los mismos que en la evaluación continua.

Para ambos tipos de evaluación (continua y única), si la nota final no alcanza el 5, el alumno tendrá una segunda oportunidad para superar la asignatura mediante un examen de recuperación (que contará un 25%) y la presentación de los ejercicios e informes de los trabajos realizados (que contará un 75%).

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.
- S. Parker , Leon O. Chua. Practical Numerical Algorithms for Chaotic Systems (1989).
- 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
- R. Clark Robinson, An introduction to Dynamical Systems: Continuous and Discrete, Pure and Applied undergraduate texts, American Mathematical Society, 2012
- Robert L. Devaney, An introduction to Chaotic Dynamical Systems, Westview Press, 2003
- Stefan Thurner, Peter Klimek, Rudolf Hanel, Introduction to the Theory of Complex Systems, Oxford University Press, 2018
- Introduction to Complexity (online). Complexity Explorer, Santa Fe
(<https://www.complexityexplorer.org/courses/185-introduction-to-complexity#gsc.tab=0>)

Software

No hay software específico en la asignatura.

Grupos e idiomas de la asignatura

La información proporcionada es provisional hasta el 30 de noviembre de 2025. A partir de esta fecha, podrá consultar el idioma de cada grupo a través de este [enlace](#). Para acceder a la información, será necesario introducir el CÓDIGO de la asignatura

Nombre	Grupo	Idioma	Semestre	Turno
(TEm) Teoría (máster)	1	Inglés	primer cuatrimestre	tarde