



## Guía docente

# 320164 - MCS - Modelización, Complejidad y Sostenibilidad

Última modificación: 11/04/2025

**Unidad responsable:** Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa

**Unidad que imparte:** 724 - MMT - Departamento de Máquinas y Motores Térmicos.

**Titulación:** GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS AUDIOVISUALES (Plan 2009). (Asignatura optativa).  
GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA Y DISEÑO TEXTIL (Plan 2009). (Asignatura optativa).  
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).  
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).  
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).  
GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).  
GRADO EN INGENIERÍA DE DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO (Plan 2010). (Asignatura optativa).  
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS AEROESPACIALES (Plan 2010). (Asignatura optativa).  
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES (Plan 2010). (Asignatura optativa).  
GRADO EN INGENIERÍA EN VEHÍCULOS AEROESPACIALES (Plan 2010). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2025

**Créditos ECTS:** 6.0

**Idiomas:** Catalán

## PROFESORADO

**Profesorado responsable:** Rosas Casals, Martí

**Otros:**

## METODOLOGÍAS DOCENTES

Cuatro tipos de actividades:

- Clase magistral
- Sesiones presenciales de trabajo práctico con ordenador.
- Trabajo autónomo de estudio y realización de tareas, ejercicios y cuestionarios.
- Preparación y realización de actividades en grupo.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Esta asignatura se sitúa dentro del paradigma de la sostenibilidad y pretende aportar ideas, criterios e instrumentos que faciliten el estudio de problemas complejos, relacionados con la evolución y el comportamiento de sistemas naturales, sociales y tecnológicos. Para ello se utilizarán herramientas y metodologías en el entorno de la dinámica de sistemas, el análisis de redes y la modelización con agentes. Se trata de desarrollar criterios y habilidades que permitan analizar el comportamiento de los sistemas en forma cualitativa y cuantitativa, y su respuesta ante determinadas acciones, estrategias, políticas o planes de acción.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

<b>Tipo</b>	<b>Horas</b>	<b>Porcentaje</b>
Horas grupo mediano	30,0	20.00
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00
Horas grupo grande	30,0	20.00

**Dedicación total:** 150 h



## CONTENIDOS

### Tema 1: Introducción a la complejidad y el pensamiento sistémico

#### Descripción:

- 1.1 Del determinismo a la complejidad. Resumen histórico.
- 1.2 Características de los sistemas complejos
- 1.3 Complejidad en sistemas socio-ecológicos
- 1.4 Resiliencia, colapso y los caminos hacia la insostenibilidad

#### Objetivos específicos:

Entender la evolución de la ciencia desde el paradigma del determinista hacia el de la complejidad.

Saber definir las características de los sistemas / problemas complejos.

Reconocer la complejidad de los sistemas socio-ecológicos.

Reconocer las causas de la insostenibilidad en sistemas socio-ecológicos.

#### Actividades vinculadas:

Lecturas

Prácticas con Excel

Prácticas con NetLogo

#### Dedicación: 30h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo mediano/Prácticas: 6h

Aprendizaje autónomo: 18h

### Tema 2: Introducción a la modelización

#### Descripción:

- 2.1 Modelos computacionales y sistemas complejos
- 2.2 El ciclo de la modelización
- 2.3 Abstracciones vs. agentes
- 2.4 NetLogo como herramienta de modelización

#### Objetivos específicos:

Describir el ciclo de la modelización e identificar tareas individuales dentro de este ciclo

Describir y comparar las principales características de la modelización basada en ecuaciones y la basada en agentes

Comparar y describir los enfoques de modelización de abajo arriba y de arriba a abajo

Diferenciar la modelización de la simulación

Aplicar el lenguaje de programación NetLogo para importar y exportar datos en y desde un ordenador y realizar operaciones básicas de aritmética y de cálculo en este entorno

Resolver problemas matemáticos aplicando codificación y procedimientos de NetLogo

Modificar códigos existentes en NetLogo

#### Actividades vinculadas:

Lecturas

Prácticas con Excel

Prácticas con NetLogo

#### Dedicación: 30h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo mediano/Prácticas: 6h

Aprendizaje autónomo: 18h



### Tema 3: Modelización con ecuaciones

#### Descripción:

- 3.1 Cambios catastróficos
- 3.2 Definiciones y características de los sistemas dinámicos
- 3.3 De los mapas conceptuales a los diagramas causales
- 3.4 De los diagramas causales a los diagramas de stock-y-flujo ... y las ecuaciones diferenciales
- 3.5 Ejemplos de modelos con ecuaciones: colapso social, crecimiento de la población y daño ambiental
- 3.6 Análisis de estabilidad
- 3.7 El ciclo adaptativo y el concepto de panarquía

#### Objetivos específicos:

- Reconocer la forma matemática de una ecuación diferencial
- Explicar las diferencias entre las funciones iteradas y las ecuaciones diferenciales
- Clasificar funciones iteradas y ecuaciones diferenciales en lineales y no lineales
- Calcular la trayectoria de una función iterada (es decir, iterar una función)
- Buscar y clasificar puntos fijos en una función iterada
- Traducir los mapas conceptuales en diagramas causales, diagramas de flujo y ecuaciones diferenciales
- Utilizar NetLogo System Dynamics Modeller para implementar diagramas de flujo y stock y resolver numéricamente las ecuaciones diferenciales
- Ejecutar experimentos con NetLogo System Dynamics Modeller para analizar la influencia de los parámetros en la evolución temporal de un sistema dinámico.
- Utilizar una hoja de cálculo (o una herramienta similar) para analizar los resultados de la iteración de una función
- Diseñar y escribir una descripción de un modelo siguiendo el protocolo ODD

#### Actividades vinculadas:

- Lectures
- Pràctiques amb Excel
- Pràctiques amb el software NetLogo
- Avaluació Parcial

#### Dedicación:

- 30h
- Grupo grande/Teoría: 6h
- Grupo mediano/Prácticas: 6h
- Aprendizaje autónomo: 18h



#### Tema 4: Modelización con agentes

**Descripción:**

- 4.1 De ecuaciones a agentes.
- 4.2 Crecimiento ilimitado
- 4.3 Crecimiento acotado
- 4.4 Consumo de recursos no renovables
- 4.5 Consumo de recursos renovables.
- 4.6 Interacción y emergencia.
- 4.7 Desarrollo teórico, parametrización y calibración.
- 4.8 Análisis y comprensión de la modelización basada en agentes

**Objetivos específicos:**

- Definir el concepto de probabilidad como se utiliza en la modelización basada en agentes.
- Definir el experimento de sensibilidad y la emergencia como se utilizan en la modelización basada en agentes.
- Explicar las diferencias entre la parametrización y la calibración.
- Editar un experimento mediante el "BehaviourSpace" de NetLogo.
- Realizar experimentos de sensibilidad en modelos basados en agentes utilizando el "BehaviourSpace" de NetLogo.
- Modificar los procedimientos y los códigos de NetLogo.
- Utilizar una hoja de cálculo (o herramienta similar) para analizar los resultados de los experimentos de sensibilidad mediante tablas dinámicas y gráficos.

**Actividades vinculadas:**

- Lecturas
- Prácticas con Excel
- Prácticas con NetLogo

**Dedicación:** 30h

- Grupo grande/Teoría: 6h
- Grupo mediano/Prácticas: 6h
- Aprendizaje autónomo: 18h

#### Tema 5: Modelización con redes

**Descripción:**

- 5.1 Complejidad y redes
- 5.2 Fundamentos de la teoría de redes
- 5.3 Introducción a los algoritmos computacionales
- 5.4 Modelos y aplicaciones con redes
- 5.5 Procesos dinámicos en redes

**Objetivos específicos:**

- Listar y reconocer ejemplos de sistemas en red
- Clasificar los sistemas en red según su espacio (es decir, topológico vs geográfico), la direccionalidad de las aristas (es decir, dirigidas y no dirigidas) y el tipo de nodo (es decir, multipartita y unipartita)
- Utilizar software de análisis de redes para calcular medidas de centralidad de una red
- Comparar y contrastar las características estructurales de diferentes redes y modelos de redes
- Realizar experimentos de sensibilidad para analizar diferentes modelos de red implementados con NetLogo

**Actividades vinculadas:**

- Lecturas
- Prácticas con Excel
- Prácticas con NodeXL
- Evaluación Final

**Dedicación:** 30h

- Grupo grande/Teoría: 6h
- Grupo mediano/Prácticas: 6h
- Aprendizaje autónomo: 18h



## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

---

Los pesos en la evaluación son los siguientes:

1er examen escrito (25%)

2º examen escrito (25%) con opción de reconducción del 1º examen escrito (\*)

Tareas y cuestionarios (50%)

(\*) A esta reconducción pueden acceder los alumnos con una nota inferior a 4.0 puntos correspondiente al 1º examen. Consistirá en una serie de preguntas que permitirán obtener 4.0 puntos si se responden correctamente. La nota obtenida por la aplicación de la reconducción sustituirá a la calificación inicial del 1º examen siempre y cuando sea superior.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Norberg, Jon; Cumming, Graeme S. Complexity theory for a sustainable future. New York: Columbia University Press, cop. 2008. ISBN 9780231134613.
- Berkes, Fikret; Colding, Johan; Folke, Carl. Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change. Cambridge, U.K. ; New York: Cambridge University Press, cop. 2003. ISBN 0521815924.
- Berkes, Fikret; Folke, Carl; Colding, Johan. Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge: Cambridge University Press, cop. 1998. ISBN 0521785626.
- Strogatz, Steven H. Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering [en línea]. 2nd ed. Philadelphia: Westview Press, cop. 2015 [Consulta: 11/05/2022]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=1181622>. ISBN 9780813349107.
- Solé Vicente, Ricard. Redes complejas: del genoma a internet. Barcelona: Tusquets, 2009. ISBN 9788483831175.

## RECURSOS

---

### Otros recursos:

Aquellos que se proporcionen a lo largo del curso.

IMPORTANTE: El alumnado deberá disponer de ordenador portátil en el aula durante el curso para un correcto seguimiento y evaluación de la asignatura, dado que es la herramienta fundamental para el ejercicio de la modelización.