

## De la Modelización Microscópica a la Macroscópica

Código: 45560  
Créditos ECTS: 6

**2025/2026**

Titulación	Tipo	Curso
Modelling for Science and Engineering	OP	1

### Contacto

Nombre: Vicente Mendez Lopez

Correo electrónico: vicenc.mendez@uab.cat

### Idiomas de los grupos

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

### Prerrequisitos

Cálculo de diversas variables. Ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales. Introducción a la teoría de la probabilidad

### Objetivos y contextualización

El objetivo principal de la primera parte de este curso es proporcionar herramientas para tratar el análisis y las simulaciones numéricas de procesos estocásticos tanto por sistemas afectados por ruido externo como por ruido interno. Las aplicaciones en sistemas ecológicos y biológicos se debatirán detalladamente. El objetivo de la segunda parte es comprender el fundamento y las aplicaciones de dos métodos diferentes para la modelización numérica de fenómenos físicos resolviendo ecuaciones en derivadas parciales. En primer lugar, se presentará e ilustrará el método de las diferencias finitas mediante simulaciones de micromagnetismo. A continuación, se presentará e ilustrará el método de los elementos finitos utilizando como ejemplos la difusión térmica, la elasticidad y la mecánica de fluidos.

### Resultados de aprendizaje

1. CA12 (Competencia) Comunicar a un público experto los resultados obtenidos del análisis de problemas basados en procesos estocásticos y en ecuaciones en derivadas parciales.
2. CA13 (Competencia) Desarrollar modelos basados en ecuaciones en derivadas parciales para la resolución de problemas prácticos concretos.
3. CA14 (Competencia) Desarrollar estudios de modelización y análisis estocástico para el análisis de conjuntos de datos reales
4. KA11 (Conocimiento) Reconocer los principales tipos de plataformas y herramientas informáticas de implementación de ecuaciones en derivadas parciales.
5. KA12 (Conocimiento) Identificar los niveles de descripción de los procesos estocásticos y las principales técnicas matemáticas asociadas a cada uno de ellos.
6. SA12 (Habilidad) Implementar en software específicos ecuaciones en derivadas parciales, incluyendo las técnicas de malla y condiciones de contorno apropiadas.
7. SA13 (Habilidad) Establecer relaciones entre los diferentes niveles de descripción de los procesos estocásticos

8. SA14 (Habilidad) Asociar las soluciones y resultados de las ecuaciones en derivadas parciales con las propiedades de los correspondientes sistemas físicos y naturales que éstas representan

## Contenido

### PARTE 1

- Modelización determinista frente a modelización estocástica
- Introducción a la teoría de la probabilidad. Variables aleatorias. Funciones de distribución de probabilidad y funciones generadoras. Leyes de los grandes números. Teorema central del límite.
- Procesos estocásticos: descripciones microscópicas y macroscópicas. Clasificación de los procesos estocásticos. Ecuación de Langevin. Ecuación maestra. Ecuación de Fokker-Planck.
- Visualización y caracterización de procesos estocásticos. Métodos de visualización. Recurrencia. Estadística de primer paso. Estadística de valores extremos.
- Fenómenos inducidos por ruido/estocasticidad. Extinción demográfica. Transiciones de fase inducidas por ruido. Orden inducido por ruido. Resonancia estocástica. Supresión del ruido.

### PARTE 2

- Micromagnetismo por diferencias finitas. Definición del problema. Implementación de las condiciones de contorno. Evolución temporal. Métodos alternativos iterativos.
- Ejemplos: Formación de dominios; vórtices magnéticos; skyrmions magnéticos.
- Diferencias finitas para estudios de puntos singulares.
- Ejemplos: Puntos de Bloch; inversión dinámica de vórtices magnéticos; creación y destrucción de skyrmions.
- Fundamentos del método de los elementos finitos. Formulación débil de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Condiciones de contorno. Tipos de elementos y mallado.
- Ejemplos: Difusión térmica y elasticidad.
- Principios variacionales. Método de Galerkin. Multiplicadores de Lagrange. Estabilización, convergencia y estimación de errores.
- Ejemplos avanzados: Mecánica de fluidos (laminares y turbulentos)

## Actividades formativas y Metodología

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
<b>Tipo: Dirigidas</b>			
Sesiones de aula	39	1,56	CA13, CA14, KA12, SA13, CA13
<b>Tipo: Supervisadas</b>			
Tutorías	9	0,36	CA12, CA12
<b>Tipo: Autónomas</b>			
Estudio personal	50	2	KA11, SA12, SA14, KA11

La metodología del curso combina sesiones magistrales en el aula con actividades autónomas por parte del alumno para practicar los conceptos trabajados durante el curso.

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.

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
Entregas	30	50	2	CA12, CA13, CA14, KA11, KA12, SA12, SA13, SA14
Examen	70	2	0,08	CA13, CA14, KA12, SA13, SA14

Primera Parte. (50%)

Se realizaran entregas de problemas durante el curso (30% de la nota) y un examen general de esta parte (70%)

Segunda Parte (50%)

Se realizaran entregas de problemas durante el curso (30% de la nota) y un examen general de esta parte (70%)

## Bibliografía

Básica:

- V. Méndez, D. Campos, F. Bartumeus. *Stochastic Foundations in Movement Ecology*, Springer-Verlag, 2014
- C.W. Gardiner, *Handbook of Stochastic Methods for Physics, Chemistry and the Natural Sciences*. Springer. Berlin. 1990
- L.J.S. Allen, *An Introduction to Stochastic Processes with Applications to Biology*. Chapman & Hall/CRC, Boca Ratón. 2011
- R. Toral, P. Colet. *Stochastic Numerical Methods*. Wiley-VCH, 2014

Complementaria:

- N. van Kampen, *Stochastic Processes in Physics and Chemistry*, Third Edition (North-Holland Personal Library) 2007
- J. Rudnick and G. Gaspari. *Elements of the Random Walk*. Cambridge Univ. Press, 2004
- N.C. Petroni. *Probability and Stochastic Processes for Physicists*. Springer-Verlag, 2020
- N. Lanchier. *Stochastic Modelling*. Springer-Verlag, 2017

## **Software**

En la asignatura se utilizará Python y R como lenguaje de programación para realizar las actividades prácticas

## **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