



# Guía docente

## 390338 - MSSB - Modelización y Simulación de Sistemas Biológicos

Última modificación: 20/07/2023

**Unidad responsable:** Escuela de Ingeniería Agroalimentaria y de Biosistemas de Barcelona

**Unidad que imparte:** 748 - FIS - Departamento de Física.

**Titulación:** GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS BIOLÓGICOS (Plan 2009). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2023

**Créditos ECTS:** 6.0

**Idiomas:** Catalán

### PROFESORADO

**Profesorado responsable:** CLARA PRATS SOLER

**Otros:** Alvarez Lacalle, Enrique  
Lopez Codina, Daniel

### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

#### Específicas:

1. Modelos biológicos y determinación de sus principales características.

### METODOLOGÍAS DOCENTES

Las actividades formativas incluirán clases teóricas, clases prácticas y actividades dirigidas. Las sesiones teóricas constarán de clases magistrales y de tipo cooperativo, incluyendo ejercicios prácticos para ser resueltos con una hoja de cálculo propuesta por el profesor sobre un tema ya trabajado, en las que se promoverá un alto nivel de participación del estudiante. Las prácticas se realizarán con ordenadores. En estas sesiones se trabajará individualmente o en grupos reducidos, y al final de las sesiones deberá presentarse un informe individual de la práctica realizada.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Comprender los fundamentos básicos de la modelización en el ámbito de la ingeniería de sistemas biológicos, entender modelos existentes e identificar las utilidades, limitaciones y dominios de aplicación. Utilizar programas de simulación existentes, ajustando sus parámetros a datos experimentales, e interpretar el significado y validez de los resultados que se obtienen. Diseñar, implementar y utilizar nuevos modelos y simulaciones siguiendo las diversas etapas del proceso de modelización y simulación.

### HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00
Horas grupo pequeño	20,0	13.33
Horas grupo grande	40,0	26.67

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### INTRODUCCIÓN A LA MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN

#### Descripción:

##### 1.1 Conceptos básicos

Ciencia, tecnología, matemáticas y biología. Postulados y Principios de la ciencia frente a modelos. Necesidad de la modelización en ciencia y tecnología.

##### 1.2 Tipos de modelos

Estrategia top-down y estrategia bottom-up. Modelos continuos en ecuaciones diferenciales. Modelos en compartimentos. Modelos con espacio explícito. Autómata celular. Modelos basados en agentes. Redes.

##### 1.3 Métodos numéricos

Interpolación. Filtros numéricos. Derivada numérica. Integración numérica. Análisis de sensibilidad. Parametrización de funciones.

##### 1.4 Modelos continuos de crecimiento y decrecimiento

Modelos de crecimiento: exponencial, logístico, Gompertz y otros. Modelos de decrecimiento: exponencial y otros. Caos determinista.

##### 1.5 Introducción a la programación

Parámetros y variables. Estructura de un código de programación.

#### Actividades vinculadas:

Actividad 1: Clases de explicación teórica.

Actividad 2: Pruebas individuales de evaluación.

Actividad 3: Sesiones prácticas con ordenadores en el aula.

#### Dedicación: 23h

Grupo grande/Teoría: 9h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 10h

### MODELOS CONTÍNUOS EN BIOQUÍMICA Y EN MICROBIOLOGÍA

#### Descripción:

##### 2.1 Cinética enzimática

Cinética de Michaelis-Menten

##### 2.2 Modelos primarios

Velocidad específica de crecimiento de un cultivo. Medida experimental de la curva de crecimiento. Fases de crecimiento de un cultivo cerrado. Modelos primarios. Modelo de Baranyi y Roberts.

##### 2.3 Modelos secundarios

Modelo de Monod (concentración de sustrato). Modelo de Ratkowsky (temperatura).

##### 2.4 Culto continúo

Modelización de un biorreactor simple.

##### 2.5 Modelos de inhibición

Inhibición no competitiva. Inhibición decreciente exponencial. Inhibición competitiva. Inhibición por sustrato. Inhibición acompetitiva. Cinética de Monod generalizada

##### 2.6 Modelos terciarios

La plataforma ComBase

#### Actividades vinculadas:

Actividad 1: Clases de explicación teórica.

Actividad 2: Pruebas individuales de evaluación.

Actividad 3: Sesiones prácticas con ordenadores en el aula.

#### Dedicación: 23h

Grupo grande/Teoría: 9h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 10h



## MODELOS ESTRUCTURADOS EN COMPARTIMIENTOS

### Descripción:

3.1 Estructura, formalismo y representación

3.3 Ejemplos en microbiología y en farmacocinética

Modelo con un solo compartimento: utilización de trazadores. Modelo con dos compartimentos: farmacocinética. Modelos con más compartimentos: biorreactores con procesos simultáneos. Notación matricial.

### Actividades vinculadas:

Actividad 1: Clases de explicación teórica.

Actividad 2: Pruebas individuales de evaluación.

Actividad 3: Sesiones prácticas con ordenadores en el aula.

### Dedicación: 23h

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 16h

## MODELOS CON ESPACIO EXPLÍCITO

### Descripción:

4.1 Modelos con espacio continuo

Modelización de la difusión. Transporte de calor por conducción.

4.2 Autómata celular

El juego de la vida. Aplicaciones en medio ambiente y fisiología.

### Actividades vinculadas:

Actividad 1: Clases de explicación teórica.

Actividad 2: Pruebas individuales de evaluación.

Actividad 3: Sesiones prácticas con ordenadores en el aula.

### Dedicación: 33h

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 24h

## MODELOS BASADOS EN AGENTES Y REDES COMPLEJAS

### Descripción:

5.1 Modelos basados en agentes y modelos basados en el individuo

Formalismo. Modelos basados en agentes vs modelos continuos. Ejemplos en epidemiología y microbiología

5.2 Redes complejas en biología de sistemas

Introducción y formalismo. Redes complejas en biología de sistemas

### Actividades vinculadas:

Actividad 1: Clases de explicación teórica.

Actividad 2: Pruebas individuales de evaluación.

Actividad 3: Sesiones prácticas con ordenadores en el aula.

### Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 18h



### EPIDEMIOLOGÍA MATEMÁTICA

**Descripción:**

Modelización en fisiología.  
Cultivos por la investigación de fármacos y vacunas.  
Epidemiología.  
Biofísica, bioinformática y biología de sistemas.

**Actividades vinculadas:**

Actividad 1: Clases de explicación teórica.  
Actividad 2: Pruebas individuales de evaluación.  
Actividad 3: Sesiones prácticas con ordenadores en el aula.

**Dedicación:** 20h

Grupo grande/Teoría: 6h  
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h  
Aprendizaje autónomo: 12h

### DESARROLLO DE MODELOS

**Descripción:**

7.1 Implicaciones de la física en el desarrollo de modelos de sistemas biológicos  
Conceptos y vocabulario de termodinámica. Principios de conservación. Segundo principio de la termodinámica.  
7.2 Metodología de desarrollo de modelos  
Método. Ámbito de aplicación de los distintos tipos de modelos.

**Dedicación:** 5h

Grupo grande/Teoría: 3h  
Aprendizaje autónomo: 2h

## ACTIVIDADES

### ACTIVIDAD 1: CLASES DE EXPLICACIÓN TEÓRICA

**Dedicación:** 88h

Grupo grande/Teoría: 38h  
Aprendizaje autónomo: 50h

### ACTIVIDAD 2: PRUEBAS INDIVIDUALES DE EVALUACIÓN

**Dedicación:** 2h

Grupo grande/Teoría: 2h



### ACTIVIDAD 3: SESIONES PRÁCTICAS CON ORDENADORES EN EL AULA

**Descripción:**

Práctica 0: Introducción a la programación con Matlab  
Práctica 1: Introducción a la programación con Matlab (II)  
Práctica 2: Modelos históricos de crecimiento  
Práctica 3: Simulación de un biorreactor  
Práctica 4: Modelos en farmacocinética  
Práctica 5: Propagación del vector de la enfermedad de Chagas en una comunidad  
Práctica 6: Modelización basada en el individuo de un cultivo bacteriano  
Práctica 7: Propagación del potencial de acción en el tejido cardíaco  
Práctica 8: La célula toma una decisión  
Práctica 9: Epidemia de gripe en un internado inglés

**Material:**

Ordenadores portátiles de los estudiantes

**Entregable:**

Informe de las prácticas P1 a P9 mediante Atenea

**Dedicación:** 60h

Grupo pequeño/Laboratorio: 20h

Aprendizaje autónomo: 40h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

N1: Los informes de prácticas entregados al profesor serán corregidos y evaluados.

N2: Se harán dos exámenes (parcial y final) que constarán de dos pruebas cada uno (teórico-práctica y práctica), y que conformarán el 75% de la nota final.

$N_{\text{final}} = 0,25N1 + 0,75N2$

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

**PRÁCTICAS:**

1) Las prácticas están concebidas como presenciales, ya que requieren de la supervisión y soporte del profesor. Por tanto, sólo se evaluarán los ítems de prácticas si el estudiante asiste a las sesiones correspondientes. En casos debidamente justificados se podrá realizar la práctica sin haber asistido a la sesión correspondiente y previa comunicación al profesor. En estos casos no se tendrá en cuenta la nota de las cuestiones iniciales de esa sesión en el cómputo de la nota final.

2) Las prácticas deben realizarse individualmente, aunque se pueda contar con el apoyo puntual de los compañeros, a fin de garantizar el correcto progreso en el proceso de aprendizaje de todos estudiantes. En caso de detectarse una copia entre estudiantes del mismo curso o bien respecto a cursos anteriores, se pondrá un 0 de la calificación global de prácticas (N1).

3) Se entregarán los informes en los plazos indicados en Atenea. No se aceptará ninguna libremente más allá del 30 de diciembre.

**EXÁMENES:**

1) Los exámenes deben realizarse individualmente y sin ningún tipo de apoyo por parte del profesor o de otros estudiantes. Por tanto, en caso de detectarse una copia se pondrá un 0 de la asignatura a los estudiantes implicados. Por el bloque de teoría no se podrán llevar apuntes ni formulario. Por el blog práctico podrá llevarse una hoja escrita por las dos caras con los esquemas o listas de pedidos que los estudiantes consideren necesarios.

## BIBLIOGRAFÍA

**Básica:**

- Haefner, James W. Modeling biological systems : principles and applications [en línea]. 2nd ed. New York: Springer, cop. 2005 [Consulta: 31/10/2023]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=6311640>. ISBN 0387250115.