



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Modelado y simulación sistemas biomédicos

Asignatura	Modelado y simulación sistemas biomédicos			
Código	V04M192V01103			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimstre
	4.5	OB	1	1c
Lengua	Gallego			
Impartición				
Departamento	Ingeniería de sistemas y automática			
Coordinador/a	Fernández Villaverde, Alejandro			
Profesorado	Fernández Villaverde, Alejandro			
Correo-e	afvillaverde@uvigo.gal			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal/">http://moovi.uvigo.gal/</a>			
Descripción general	Adquirir los conocimientos necesarios para construir modelos dinámicos de biosistemas, con énfasis en los procesos y sistemas de interés en la ingeniería biomédica. Conocer las técnicas de identificación, simulación, y análisis de modelos matemáticos, y aprender cómo aplicarlas a problemas de ingeniería biomédica.			

## Resultados de Formación y Aprendizaje

Código				
A5	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.			
B3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.			
C3	Capacidad para seleccionar y aplicar métodos avanzados de modelado para el diseño y simulación de sistemas biomédicos.			

## Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer la utilidad del modelado matemático y aplicarlo a biosistemas de interés en medicina.	B3 C3
Conocer métodos de simulación de modelos y herramientas computacionales para modelado.	B3 C3
Aprender a construir modelos a partir de datos experimentales y el conocimiento biomédico existente.	A5 B3 C3
Aplicar modelos para analizar el comportamiento de biosistemas	A5 B3 C3

## Contenidos

Tema	
------	--

1. Introducción al modelado matemático en biomedicina	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.1. Motivación e historia de los modelos en biomedicina</li> <li>1.2. Modelado dinámico: componentes y paradigmas</li> <li>1.3. Tipos de modelos dinámicos <ul style="list-style-type: none"> <li>1.3.1. Grafos</li> <li>1.3.2. Ecuaciones diferenciales</li> </ul> </li> <li>1.4. Combinaciones de modelos</li> <li>1.5. Ejemplos</li> </ul>
2. Sistemas dinámicos biomédicos y formalismos para su modelado	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.1. Tipos de biosistemas de interés</li> <li>2.2. Cinética de las reacciones bioquímicas</li> <li>2.3. Nivel celular <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3.1. Metabolismo</li> <li>2.3.2. Señalización celular</li> <li>2.3.3. Expresión génica</li> </ul> </li> <li>2.4. Nivel orgánico <ul style="list-style-type: none"> <li>2.4.1. Electrofisiología</li> <li>2.4.2. Regulación de la glucosa</li> <li>2.4.3. Farmacocinética y farmacodinámica</li> </ul> </li> <li>2.5. Nivel de poblaciones <ul style="list-style-type: none"> <li>2.5.1. Epidemiología</li> <li>2.5.2. Comunidades microbianas</li> </ul> </li> </ul>
3. Métodos numéricos de simulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Integración de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.1. Transformada de Laplace</li> <li>3.1.2. Función de transferencia</li> </ul> </li> <li>3.2. Integración de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1. Métodos de paso fijo</li> <li>3.2.2. Métodos de paso variable</li> </ul> </li> <li>3.3. Integración de ecuaciones estocásticas <ul style="list-style-type: none"> <li>3.3.1. Algoritmo de Gillespie</li> </ul> </li> <li>3.4. Software de simulación <ul style="list-style-type: none"> <li>3.4.1. Entornos de programación de propósito general</li> <li>3.4.2. Herramientas de simulación especializadas</li> </ul> </li> <li>3.5. Estándares, formatos y repositorios</li> </ul>
4. Construcción de modelos e identificación de sistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.0. PASO 0: obtener las ecuaciones del modelo</li> <li>4.1. PASO 1: analizar observabilidad e identificabilidad estructural</li> <li>4.2. PASO 2: definir la función objetivo</li> <li>4.3. PASO 3: optimización de los parámetros <ul style="list-style-type: none"> <li>4.3.1. Métodos locales</li> <li>4.3.2. Métodos globales</li> <li>4.3.3. Definición del problema de optimización</li> </ul> </li> <li>4.4. PASO 4: análisis de la bondad del ajuste</li> <li>4.5. PASO 5: cuantificación de la incertidumbre de los parámetros</li> <li>4.6. PASO 6: cuantificación de la incertidumbre en las predicciones</li> <li>4.7. Diseño de experimentos</li> <li>4.8. Selección de modelos</li> <li>4.9. Recursos software</li> </ul>
5. Comportamiento dinámico	<ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Equilibrio y estabilidad <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1.1. Caracterización matemática de la estabilidad</li> </ul> </li> <li>5.2. Bifurcaciones</li> <li>5.3. Oscilaciones</li> <li>5.4. Robustez <ul style="list-style-type: none"> <li>5.4.1. Redundancia</li> <li>5.4.2. Insensibilidad paramétrica</li> <li>5.4.3. Realimentación</li> <li>5.4.4. Prealimentación</li> </ul> </li> <li>5.5. Reducción de modelos</li> </ul>

<b>Planificación</b>			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	15	16	31
Resolución de problemas	5	7.5	12.5
Prácticas con apoyo de las TIC	12	24	36
Seminario	2	0	2
Examen de preguntas de desarrollo	3	18	21
Trabajo	2	8	10

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

<b>Metodologías</b>	
	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesorado de los contenidos de la materia.
Resolución de problemas	El profesorado resolverá en el aula problemas y ejercicios, teniendo que resolver el alumnado ejercicios similares para adquirir las capacidades necesarias.
Prácticas con apoyo de las TIC	En las prácticas el alumnado aplicará los conocimientos adquiridos en las clases de teoría para la construcción, calibración, simulación y análisis de modelos dinámicos usando herramientas informáticas (MATLAB).
Seminario	Presentación, a cargo de un experto invitado (activo en la investigación o profesión biomédica), de contenidos relacionados con la materia. Debate.

<b>Atención personalizada</b>	
Metodologías	Descripción
Lección magistral	Atención a preguntas y dudas del alumnado.
Resolución de problemas	Atención a preguntas y dudas del alumnado.
Prácticas con apoyo de las TIC	Atención a preguntas y dudas del alumnado.
Seminario	Atención a preguntas y dudas del alumnado.
Pruebas	Descripción
Examen de preguntas de desarrollo	Atención a preguntas y dudas del alumnado.
Trabajo	Atención a preguntas y dudas del alumnado.

<b>Evaluación</b>						
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Lección magistral	Se valorará la asistencia a las clases teóricas y la participación activa en las mismas.	5	A5	B3	C3	
Prácticas con apoyo de las TIC	Las prácticas se evaluarán de forma continua (sesión a sesión) con una puntuación de 0 a 10 cada una.  Los criterios de evaluación son: - Asistencia mínima del 80%. - Puntualidad. - Preparación previa de la práctica. - Actitud y aprovechamiento de la sesión. - Cumplimiento de los objetivos fijados.	30	A5	B3	C3	
Examen de preguntas de desarrollo	El examen final consistirá en una prueba escrita (preguntas y/o ejercicios), con una puntuación de 0 a 10 puntos, de carácter individual y presencial, que se realizará al concluir el cuatrimestre, nos horarios oficiales establecidos por la dirección del centro.	40		B3	C3	
Trabajo	Trabajo (individual o en grupo, segundo indicará el profesor) a realizar por el alumnado de forma autónoma pero tutelada, sobre alguno(s) artículo(s) de investigación propuestos por el profesor. La evaluación se hará en base al documento entregado por el alumnado y la exposición en el aula.	25	A5	B3	C3	

### **Otros comentarios sobre la Evaluación**

Cada una de las 3 pruebas (examen final, prácticas y trabajo) se calificará de 0 a 10, ponderándose de acuerdo al porcentaje indicado. Es necesario obtener una nota mínima de 5 en cada una de ellas para aprobar la asignatura, obteniéndose entonces la nota total según el porcentaje indicado anteriormente. En el caso de no superar alguna de las partes, se aplicará un escalado a las notas parciales, de forma que la nota total no supere el 4,5. En cuanto a la participación en las lecciones magistrales, no se requiere una asistencia mínima.

De no aprobar las prácticas en evaluación continua a lo largo del cuatrimestre, no se podrá aprobar la asignatura en la primera convocatoria del curso. En la segunda convocatoria, podrá presentarse a un único examen de prácticas de laboratorio que permitiría, en caso de superarlo, aprobar las prácticas, y con eso tener opciones de aprobar la asignatura. Para la consideración de presentada/o o no presentada/o sólo se tendrá en cuenta a participación en el examen final. En la segunda convocatoria del mismo curso, el alumnado deberá examinarse de las partes no superadas en la primera convocatoria, con los mismos criterios que en ella.

Compromiso ético: Se espera que el alumnado presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de detectar un comportamiento no ético (como copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, entre otros) se considerará que no reúne los requisitos necesarios para superar la asignatura. En este caso la calificación global en el

presente curso académico será de suspenso (0.0).

---

---

### **Fuentes de información**

#### **Bibliografía Básica**

Joseph DiStefano III, **Dynamic systems biology modeling and simulation**,  
<https://vdoc.pub/download/dynamic-systems-biology-modeling-and-simulation-4iqd7mrh3fv0>, Elsevier Science, 2015

#### **Bibliografía Complementaria**

Edda Klipp et al, **Systems biology: a textbook**, Wiley-Blackwell, 2016

Brian Ingalls, **Mathematical Modelling in Systems Biology: An Introduction**,  
[https://www.math.uwaterloo.ca/~bingalls/MMSB/MMSB\\_w\\_solutions.pdf](https://www.math.uwaterloo.ca/~bingalls/MMSB/MMSB_w_solutions.pdf), The MIT Press, 2018

D. del Vecchio, R.M. Murray, **Biomolecular feedback systems**, <http://www.cds.caltech.edu/~murray/BFSwiki/>, Princeton University Press, 2014

---

---

### **Recomendaciones**

#### **Asignaturas que continúan el temario**

Control y regulación de las funciones corporales/V04M192V01202

---