



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Modelado e simulación sistemas biomédicos

Materia	Modelado e simulación sistemas biomédicos			
Código	V04M192V01103			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría Biomédica			
Descritores	Creditos ECTS 4.5	Sinale OB	Curso 1	Cuadrimestre 1c
Lingua de impartición	Galego			
Departamento	Enxeñaría de sistemas e 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>			
Descrición xeral	Adquirir os coñecementos necesarios para construír modelos dinámicos de biosistemas, con énfase nos procesos e sistemas de interese na enxeñaría biomédica. Coñecer as técnicas de identificación, simulación, e análise de modelos matemáticos, e aprender como aplicalas a problemas de enxeñaría biomédica.			

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código				
A5	Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser, en grande medida, autodirixido e autónomo.			
B3	Coñecemento en materias básicas e tecnolóxicas que os capacite para a aprendizaxe de novos métodos e teorías, e os dote de versatilidade para adaptarse a novas situacións.			
C3	Capacidade para seleccionar e aplicar métodos avanzados de modelado para o deseño e simulación de sistemas biomédicos.			

## Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Coñecer a utilidade do modelado matemático e aplicalo a biosistemas de interese en medicina.	B3 C3
Coñecer métodos de simulación de modelos e ferramentas computacionais para modelado.	B3 C3
Aprender a construír modelos a partir de datos experimentais e o coñecemento biomédico existente.	A5 B3 C3
Aplicar modelos para analizar o comportamento de biosistemas	A5 B3 C3

## Contidos

Tema	
------	--

1. Introducción ao modelado matemático en biomedicina	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.1. Motivación e historia dos modelos en biomedicina</li> <li>1.2. Modelado dinámico: compoñentes e 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. Ecuacións diferenciais</li> </ul> </li> <li>1.4. Combinacións de modelos</li> <li>1.5. Exemplos</li> </ul>
2. Sistemas dinámicos biomédicos e formalismos para o seu modelado	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.1. Tipos de biosistemas de interese</li> <li>2.2. Cinética das reaccións bioquímicas</li> <li>2.3. Nivel celular <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3.1. Metabolismo</li> <li>2.3.2. Sinalización celular</li> <li>2.3.3. Expresión xénica</li> </ul> </li> <li>2.4. Nivel orgánico <ul style="list-style-type: none"> <li>2.4.1. Electrofisioloxía</li> <li>2.4.2. Regulación da glicosa</li> <li>2.4.3. Farmacocinética e farmacodinámica</li> </ul> </li> <li>2.5. Nivel de poboacións <ul style="list-style-type: none"> <li>2.5.1. Epidemioloxía</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 ecuacións diferenciais ordinarias lineares <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 ecuacións diferenciais ordinarias nonlineares <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1. Métodos de paso fixo</li> <li>3.2.2. Métodos de paso variábel</li> </ul> </li> <li>3.3. Integración de ecuacións 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 xeral</li> <li>3.4.2. Ferramentas de simulación especializadas</li> </ul> </li> <li>3.5. Estándares, formatos e repositorios</li> </ul>
4. Construción de modelos e identificación de sistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.0. PASO 0: obter as ecuacións do modelo</li> <li>4.1. PASO 1: analizar observabilidade e identificabilidade estrutural</li> <li>4.2. PASO 2: definir a función obxectivo</li> <li>4.3. PASO 3: optimización dos parámetros <ul style="list-style-type: none"> <li>4.3.1. Métodos locais</li> <li>4.3.2. Métodos globais</li> <li>4.3.3. Definición do problema de optimización</li> </ul> </li> <li>4.4. PASO 4: análise da bondade do axuste</li> <li>4.5. PASO 5: cuantificación da incerteza dos parámetros</li> <li>4.6. PASO 6: cuantificación da incerteza nas predicións</li> <li>4.7. Deseño de experimentos</li> <li>4.8. Selección de modelos</li> <li>4.9. Recursos software</li> </ul>
5. Comportamento dinámico	<ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Equilibrio e estabilidade <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1.1. Caracterización matemática da estabilidade</li> </ul> </li> <li>5.2. Bifurcacións</li> <li>5.3. Oscilacións</li> <li>5.4. Robustez <ul style="list-style-type: none"> <li>5.4.1. Redundancia</li> <li>5.4.2. Insensibilidade paramétrica</li> <li>5.4.3. Realimentación</li> <li>5.4.4. Prealimentación</li> </ul> </li> <li>5.5. Redución de modelos</li> </ul>

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	15	16	31
Resolución de problemas	5	7.5	12.5
Prácticas con apoio das TIC	12	24	36
Seminario	2	0	2
Exame de preguntas de desenvolvemento	3	18	21
Traballo	2	8	10

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

<b>Metodoloxía docente</b>	
	Descrición
Lección maxistral	Exposición por parte do profesorado dos contidos da materia.
Resolución de problemas	O profesorado resolverá na aula problemas e exercicios, tendo que resolver o alumnado exercicios similares para adquirir as capacidades necesarias.
Prácticas con apoio das TIC	Nas prácticas o alumnado aplicará os coñecementos adquiridos nas clases de teoría para a construción, calibración, simulación e análise de modelos dinámicos usando ferramentas informáticas (MATLAB).
Seminario	Presentación, a cargo dun experto invitado (activo na investigación ou profesión biomédica), de contidos relacionados coa materia. Debate.

<b>Atención personalizada</b>	
<b>Metodoloxías</b>	<b>Descrición</b>
Lección maxistral	Atención a preguntas e dúbidas do alumnado.
Resolución de problemas	Atención a preguntas e dúbidas do alumnado.
Prácticas con apoio das TIC	Atención a preguntas e dúbidas do alumnado.
Seminario	Atención a preguntas e dúbidas do alumnado.
<b>Probas</b>	<b>Descrición</b>
Exame de preguntas de desenvolvemento	Atención a preguntas e dúbidas do alumnado.
Traballo	Atención a preguntas e dúbidas do alumnado.

<b>Avaliación</b>						
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Lección maxistral	Criterios de avaliación: - Asistencia ás clases. - Puntualidade. - Preparación previa da clase. - Actitude e participación nas sesións.	5	A5	B3	C3	
Prácticas con apoio das TIC	As prácticas avaliaranse de forma continua (sesión a sesión) cunha puntuación de 0 a 10 cada unha.  Os criterios de avaliación son: - Asistencia mínima do 80%. - Puntualidade. - Preparación previa da práctica. - Actitude e aproveitamento da sesión. - Cumprimento dos obxectivos fixados.	30	A5	B3	C3	
Exame de preguntas de desenvolvemento	O exame final consistirá nunha proba escrita (preguntas e/ou exercicios), cunha puntuación de 0 a 10 puntos, de carácter individual e presencial, que se realizará ao concluír o cuadrimestre, nos horarios oficiais establecidos pola dirección do centro.	40		B3	C3	
Traballo	Traballo (individual ou en grupo, segundo indicará o profesor) a realizar polo alumnado de forma autónoma pero tutelada, sobre algún(s) artigo(s) de investigación propostos polo profesor. A avaliación farase en base ao documento entregado polo alumnado e a exposición na aula.	25	A5	B3	C3	

### **Outros comentarios sobre a Avaliación**

Cada unha das 3 probas (exame final, prácticas e traballo) cualificarase de 0 a 10, ponderándose de acordo á porcentaxe indicada. É necesario obter unha cualificación mínima de 5 en cada unha delas para aprobar a materia, obténdose entón a nota total segundo a porcentaxe indicada anteriormente. No caso de non superar algunha das partes, aplicarase un escalado ás notas parciais, de forma que a nota total non supere o 4,5. No caso da participación nas leccións maxistrals, non se require unha asistencia mínima.

De non aprobar as prácticas en avaliación continua ao longo do cuadrimestre, non se poderá aprobar a materia na primeira convocatoria do curso. Na segunda convocatoria, poderá presentarse a un único exame de prácticas de laboratorio que permitiría, en caso de superalo, aprobar as prácticas, e con iso ter opcións de aprobar a materia.

Para a consideración de presentada/o ou non presentada/o só se terá en conta a participación no exame final.

Na segunda convocatoria do mesmo curso, o alumnado deberá examinarse das partes non superadas na primeira convocatoria, cos mesmos criterios que nela.

Compromiso ético: Espérase que o alumnado presente un comportamento ético adecuado. No caso de detectar un comportamento non ético (como copia, plaxio, utilización de aparellos electrónicos non autorizados, entre outros) considerarase que non reúne os requisitos necesarios para superar a materia. Neste caso a cualificación global no presente curso académico será de suspenso (0.0).

---

### **Bibliografía. Fontes 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

---

### **Recomendacións**

#### **Materias que continúan o temario**

Control e regulación das funcións corporais/V04M192V01202