25-26

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA

MODELADO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

CÓDIGO 2115323-

UNED

25-26

MODELADO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

CÓDIGO 2115323-

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA
EQUIPO DOCENTE
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE
RESULTADOS DE APRENDIZAJE
CONTENIDOS
METODOLOGÍA
SISTEMA DE EVALUACIÓN
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA
IGUALDAD DE GÉNERO

Nombre de la asignatura	MODELADO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS
Código	2115323-
Curso académico	2025/2026
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA MÉDICA
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	6
Horas	150
Periodo	SEMESTRE 1
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

El propósito básico de esta asignatura es la presentación de las nociones y herramientas básicas del proceso de modelización en biología, con especial atención a la medicina (preferentemente oncología).
El estudiante se familiarizará con el análisis matemático de fenómenos biológicos, aprendiendo a formular modelos cuantitativos básicos y adquiriendo un conocimiento práctico de las posibilidades y limitaciones de las técnicas principales. Presentaremos un marco general del modelado como técnica de análisis de sistemas de interés: ideas principales, esquema, limitaciones, etc. A continuación, estudiaremos las herramientas matemáticas fundamentales: ecuaciones en diferencias y ecuaciones diferenciales ordinarias (a las que dedicaremos atención especial). Terminaremos con unas introducciones a las ecuaciones en derivadas parciales y ecuaciones estocásticas. La aproximación será básicamente práctica, con ejemplos de aplicación de procesos biológicos, en los que se utilizarán resultados teóricos (p.ej. cálculo de analitico de soluciones o análisis de estabilidad) y/o se ilustrarán los comportamientos principales mediante soluciones numéricas (utilizando software de cálculo simbólico Maple u otro similar de preferencia del estudiante).
Además de los objetivos específicos de la asignatura (especificados en el apartado correspondiente), el estudiante deberá, durante su preparación de la asignatura, desarrollar las habilidades y actitudes generales:
-capacidad de trabajar de forma autónoma;
-capacidad de utilizar las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) con sentido crítico;
-familiaridad con las principales fuentes de búsqueda y de información que le permitan encontrar e integrar información actualizada;
-capacidad de resolver problemas mediante la aplicación integrada de los conocimientos aprendidos;
así como los objetivos “marco” del libro guía del Máster:
-conocimiento de las técnicas de modelado matemático más relevantes dentro del campo de la física y de la medicina;
-habilidad de adaptar o crear nuevos modelos de sistemas biológicos y fisiológicos, implementarlos numéricamente y obtener resultados predictivos que puedan servir de orientación en la práctica médica;
-habilidad de intercambiar información y responder a las necesidades expresadas por

profesionales biomédicos, dentro de sus competencias como físico médico;
-habilidad de intercambiar información y responder a las necesidades expresadas por profesionales biomédicos, dentro de sus competencias como físico médico. Poder comunicar los resultados de sus trabajos a entornos especializados.
Modelado de Sistemas Biológicos es una asignatura de especialización optativa dentro del Master en Física Médica. Se ubica en el primer semestre del segundo curso. Dada la estructura del Máster, ya habrá superado el curso de adaptación y poseerá unos conocimientos básicos de las matemáticas que requerirá esta asignatura.
La asignatura se encuadra dentro del ámbito de la biología matemática. Junto con la asignatura del segundo cuatrimestre del segundo curso Simulación de Sistemas Biológicos, aporta una visión general de las técnicas matemáticas utilizadas para la comprensión y predicción del comportamiento de sistemas de caracter biológico. El trabajo sobre algunos ejemplos relevantes dotará al alumno de una comprensión práctica de la potencialidad y limitaciones de estas herramientas de la física médica.
El carácter de esta asignatura es teórico-práctico, con 6 créditos ETCS repartidos en dos bloques que suman en total seis temas teóricos, acompañados de problemas.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Se requieren conocimientos (nivel de graduado en Física, Matemáticas o Química) de cálculo, de álgebra lineal (manejo de matrices, cálculo de autovalores y autovectores) y nociones básicas de ecuaciones diferenciales ordinarias. Será de utilidad saber manejar algún programa de cálculo simbólico, se recomienda Maple (en la versión disponible gratuitamente para alumnos de la UNED), y/o algunos conocimientos básicos de programación.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	RUBEN DIAZ SIERRA (Coordinador de asignatura)
Correo Electrónico	sierra@ccia.uned.es
Teléfono	91398-8426
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

Nombre y Apellidos	PEDRO CORDOBA TORRES
Correo Electrónico	pcordoba@ccia.uned.es
Teléfono	91398-7141
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Coordinador (contacto preferente) : Rubén Díaz Sierra
E-Mail: sierra@ccia.uned.es
Teléfono: 91 398 84 26
Horario: miercoles, de 9:00 a 14:00
Dirección postal: Despacho 0.05. Fac. Ciencias. Av. de Esparta, s/n, 28232 Las Rozas de Madrid, Madrid.
Profesor : Pedro Córdoba Torres
E-Mail: pcordoba@.uned.es
Teléfono: 91 398 71 41
Horario: lunes, de 16:00 a 20:00
Dirección postal: Despacho 0.06. Fac. Ciencias. Av. de Esparta, s/n, 28232 Las Rozas de Madrid, Madrid.

Las consultas también pueden hacerse por correo electrónico a las direcciones indicadas. Para cualquier tipo de consulta se recomienda utilizar los foros de debate habilitados en el Curso Virtual de la asignatura. Son revisados regularmente por el Equipo Docente y permiten una comunicación fluida y directa entre profesores y alumnos. Esta comunicación puede ser privada o pública; en este último caso, las consultas realizadas quedan registradas y a disposición de todos.
Los foros de debate representan la principal vía de comunicación entre el Equipo Docente y el alumno. A través de ellos se informa de los cambios, novedades así como de cualquier otro aspecto sobre la asignatura que el Equipo Docente estime oportuno. Por esta razón, es fundamental que el alumno acceda periódicamente a ellos. En el caso de que esto no sea posible, debe ponerse en contacto con el Equipo Docente para hacérselo saber.

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

COMPETENCIAS BÁSICAS
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
CB10 - 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.

COMPETENCIAS GENERALES

CG01 - Adquirir la capacidad de comprensión de conocimientos y aplicación en la resolución de problemas

CG02 - Desarrollar capacidad crítica, de evaluación, creativa y de investigación

CG03 - Adquirir capacidad de estudio, de autoaprendizaje, de organización y de decisión

CG04 - Dominar las habilidades y métodos de investigación relacionados con el campo de estudio

CG05 - Adquirir la capacidad de detectar carencias en el estado actual de la ciencia y tecnología

CG06 - Desarrollar la capacidad para proponer soluciones a las carencias detectadas

CG07 - Desarrollar la capacidad para proponer y llevar a cabo experimentos con la metodología adecuada, así como para extraer conclusiones y determinar nuevas líneas de investigación

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE05 - Desarrollar la habilidad y destreza necesarias en la experimentación física para aplicar sus conocimientos físicos, teóricos y prácticos en la física médica

CE06 - Ser capaz de intercambiar información y responder a las necesidades expresadas por profesionales biomédicos, dentro de sus competencias como físico médico

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Como objetivos de esta asignatura se espera que el estudiante :

•Conozca las principales herramientas de modelización matemática.

•Maneje los procedimientos de análisis en modelos cuantitativos.

•Comprenda la formulación de problemas biológicos desde una perspectiva cuantitativa.

•Sea capaz de realizar un análisis avanzado del comportamiento de un modelo sencillo

•Tenga un conocimiento práctico básico de uso y programación en un programa de cálculo matemático simbólico (Maple)

Y sea capaz de utilizar estos conocimientos en modelos de los siguientes tipos:

•En ecuaciones en diferencias (en una dimensión y en varias dimensiones).

•En ecuaciones diferenciales ordinarias de dimensión (en una dimensión y varias dimensiones).

•En ecuaciones diferenciales en derivadas parciales básicas.

•En ecuaciones estocásticas básicas.

CONTENIDOS

BLOQUE 1

Introducción a la modelización

Tema 1. Introducción al concepto y desarrollo de un modelo matemático

1.1 ¿Qué es un modelo?
1.2 Panorama general de la modelización
1.3 Conceptos básicos de la modelización en medicina

Tema 2. Modelización en medicina, oncología y radiobiología

2.1 Modelización en medicina
2.2 Modelización en oncología
2.3 Modelización en radiobiología

BLOQUE 2

Esquemas básicos de modelización

Tema 3. Ecuaciones en diferencias

Modelos de una variable (lineales y no-lineales). Análisis gráfico. Análisis de estabilidad, soluciones periódicas y caos. Ej: modelo logístico, división celular y algunos ejemplos sencillos fisiológicos.
Modelos en dos o más variables. Análisis de estabilidad. Ej. Genética de poblaciones.

Tema 4. Ecuaciones diferenciales ordinarias

Modelos de una y varias variables. Repaso de resolución de sistemas de ecuaciones lineales. Ej. Sistemas compartimentales. Modelos no-lineales. Reacciones cinéticas. Análisis cualitativos. Estudio del plano de fases. Linealización. Bifurcaciones. Estudio de aplicaciones: deducción del modelo LQ, modelos moleculares (oscilaciones y ecuaciones de Hodgkin-Huxley para el potencial de acción), modelos de tratamientos de tumores.

Tema 5. Ecuación de difusión y ecuación en derivadas parciales

Introducción. Repaso de la ecuación de difusión. Ecuaciones de reacción difusión. Trabajo con ejemplos.

Tema 6. Ecuaciones estocásticas

Cadenas de Markov. Trabajo con ejemplos.

METODOLOGÍA

La metodología de la asignatura está basada en la enseñanza a distancia con el apoyo de la plataforma virtual de la UNED, aLF. El estudiante recibirá las orientaciones y el apoyo del equipo docente a través de las herramientas proporcionadas por la plataforma aLF, así como del correo electrónico.

El equipo docente facilitará a través de la plataforma aLF los documentos y/o enlaces básicos suficientes para la preparación de esta asignatura. No obstante, es recomendable disponer también de algún/os texto/s que cubra/n el contenido del Bloque 2. Posiblemente, el texto que mejor se adecúa tanto en contenido como en nivel de exigencia es "A Course in Mathematical Biology", G. de Vries y otros (veáse bibliografía). Son igualmente recomendables "Mathematical Models in Biology, Edelstein-Keshet y "Mathematical Biology", Murray (en cualquier edición) (ver bibliografía). Los alumnos con formación e inclinaciones más matemáticas podrán recurrir a cualquiera de los numerosos textos sobre ecuaciones diferenciales y en diferencias (p.ej. Hirsh&Smale es una excelente referencia para el tema 2, ecuaciones diferenciales ordinarias) para adquirir o refrescar conocimientos sobre la resolución de estos sistemas.

Para los temas del Bloque 1 el equipo docente facilitará el plataforma aLF el material de estudio básico necesario.

Respecto al Bloque 2, el material referenciado en el esquema-guión de cada tema, cubrirá los conocimientos necesarios para la realización de la parte práctica de la asignatura. Cuando sea necesario, el equipo docente proporcionará material aclaratorio de la referencia básica y también documentos de trabajo y ampliación.

Dependiendo de las fechas reales de apertura de los cursos se espera seguir el siguiente calendario:

-Noviembre. Lectura del material de los Temas 1 y 2. Instalación y manejo básico de Maple. Estudio de los conceptos del Tema 3. Trabajo en casa y entrega de los problemas sobre el Tema 3.

-Diciembre. Estudio de los conceptos del Tema 4. Trabajo en casa y entrega de las 4 partes de problemas sobre el Tema 4.

-Primera quincena enero. Estudio de los conceptos del Tema 5. Trabajo en casa y entrega de los problemas sobre el Tema 5.

-Segunda quincena enero:

- Estudio de los conceptos del Tema 6. Trabajo en casa y entrega de los problemas sobre el Tema 6.
- Trabajo en casa y entrega de cuestiones-problema sobre la asignatura. Será el equivalente al examen presencial de cursos anteriores y se referirá principalmente a conceptos del Bloque 1, desde la perspectiva dada por el trabajo sobre el Bloque 2.

Los plazos concretos de entrega, los enunciados y materiales adjuntos estarán disponibles a través de la plataforma aLF, a través de cuyas herramientas de comunicación podrán resolverse todas las dudas al respecto.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen: No hay prueba presencial

CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad: No

Descripción

Esta asignatura no tiene prueba presencial.

Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?: Si,PEC no presencial

Descripción

La evaluación formativa de los conocimientos y destrezas adquiridos por el estudiante se llevará a cabo mediante un proceso de evaluación continua, a través de las actividades que serán propuestas por el equipo docente y cuyas resoluciones deberá hacer llegar el estudiante al equipo docente para su corrección en los plazos establecidos por el equipo docente en el curso virtual.

Cinco tareas básicas en forma de PEC:

-Tema 3.

-Tema 4. Con tres trabajos sobre tres problemas a elegir entre cinco alternativas.

-Tema 5

-Tema 6

-Ejercicio resumen de Bloques 1 y 2.

Criterios de evaluación

El estudiante enviará un pdf final con la respuesta a las cuestiones de cada uno de las PEC (en algunos casos podrá elegir entre diferentes temas/cuestiones a trabajar). Además adjuntará los archivos de trabajo con el software elegido (preferentemente Maple). El equipo docente evaluará los envíos en función de los siguientes criterios:
-Exactitud de la respuesta.
-Corrección en la exposición.
-Claridad en la presentación.
Durante el curso los estudiantes podrán consultar sus dudas en el foro (dudas de interés para todos los estudiantes) o por correo (problemas particulares) antes de elaborar el documento final. En la plataforma virtual de la asignatura se comentarán los envíos y la nota final. En principio, no habrá posibilidad de reenviar revisiones a los envíos finales.
Cada una de las 7 entregas (Problemas Tema 3, 4-1, 4-2, 4-3, 5, 6 y Bloques 1-2) deberá tener una nota mínima de 3 (es decir, el 30% de su nota máxima) y la nota final ponderada deberá ser superior a 5. Si no se cumple cualquiera de estos criterios la nota final de la asignatura será Pendiente.

Ponderación de la PEC en la nota final	100%
Fecha aproximada de entrega	Antes de las semanas de exámenes (ver en el curso virtual)

Comentarios y observaciones

A modo de referencia general, se seguirá el siguiente calendario:
-Noviembre. Entrega de los problemas sobre el Tema 3
-Diciembre. Entrega de las 4 partes de problemas sobre el Tema 4
-Primera quincena enero. Entrega de los problemas sobre el Tema 5
-Segunda quincena enero.Entrega de los problemas sobre el Tema 6
-Antes de la segunda semana de exámenes. Entrega de cuestiones sobre los dos bloques de la asignatura.
Se recomienda seguir este calendario. Aunque se admitirán entregas posteriores, por experiencia, no ajustarse a estas fechas normalmente implica no llegar a realizar todas las entregas a tiempo.

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?	No
Descripción	
Criterios de evaluación	
Ponderación en la nota final	
Fecha aproximada de entrega	
Comentarios y observaciones	

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La nota final será la suma ponderada (ver porcentajes en el curso virtual, tareas) de los ejercicios de evaluación continua, los problemas planteados en el curso virtual a realizar no-presencialmente durante el curso.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9780075549505
Título: MATHEMATICAL MODELS IN BIOLOGY
Autor/es: Leah Edelstein-Keshet
Editorial: MACGRAW-HILL

ISBN(13): 9780123495501
Título: DIFFERENTIAL EQUATIONS, DYNAMICAL SYSTEMS, AND LINEAR ALGEBRA
Autor/es: Smale, Stephen
Editorial: ACADEMIC PRESS

LIBROS RECOMENDADO (REFERENCIA BÁSICA)
Título: A Course in Mathematical Biology: Quantitative Modeling with Mathematical &Computational Methods.
Autores: Gerda de Vries, Thomas Hillen, Mark Lewis, Johannes Müller, and Birgitt Schönfisch
Editorial : SIAM.(Society for Ind.& Applied Mathe.)
Idioma : Inglés
Año de Publicación : 2007
ISBN: 978-0-89871-612-2

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9780387952284
Título: MATHEMATICAL BIOLOGY 3rd ed. edición
Autor/es:
Editorial: Springer

ISBN(13): 9780898715545
Título: MATHEMATICAL MODELS IN BIOLOGY 2005 edición
Autor/es: Leah Edelstein-Keshet
Editorial: SOCIETY FOR INDUSTRIAL AND APPLIED MATHEMATICS

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

El alumno deberá seguir de un modo regular el curso a través de la plataforma aLF. A través de ella, no sólo podrá acceder a material complementario del curso, sino que podrá intercambiar información con el equipo docente y con sus compañeros. Tras la experiencia del curso anterior, se recomienda su uso para la primera fase de aprendizaje del programa de cálculo simbólico (Maple), plantear dudas e intercambiar información en esta etapa puede suponer un importante ahorro de tiempo y esfuerzo.
A través de los materiales adicionales, resolución de trabajos y problemas propuestos y participación en los foros de opinión/intercambio el alumno tendrá un sistema de evaluación de modo continuado.
El resto de facilidades de la UNED, también estarán a disposición del alumno del Máster, como el material bibliográfico de las bibliotecas (tanto en los centros asociados como las de la Sede Central).

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.