

23-24

MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA  
MÉDICA

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## SIMULACIÓN SISTEMAS BIOLÓGICOS

CÓDIGO 21153244

UNED

23-24

SIMULACIÓN SISTEMAS BIOLÓGICOS  
CÓDIGO 21153244

# 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

Nombre de la asignatura	SIMULACIÓN SISTEMAS BIOLÓGICOS
Código	21153244
Curso académico	2023/2024
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA MÉDICA
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	6
Horas	150.0
Periodo	SEMESTRE 2
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Bienvenido a la asignatura **Simulación de sistemas biológicos** del Máster en Física Médica de la Facultad de Ciencias de la Uned.

Como su nombre indica, en esta asignatura vamos a estudiar cómo se utilizan las simulaciones computacionales para investigar procesos en sistemas biológicos.

Las simulaciones computacionales son experimentos con modelos matemáticos en los que el ordenador juega el papel de laboratorio. Estos modelos simplifican mucho los procesos y fenómenos que se quieren estudiar, capturando su esencia y separando lo fundamental de lo que es irrelevante. Esto se consigue mediante algoritmos informáticos que imitan los mecanismos y las leyes que gobiernan esos procesos. Gracias a la potencia de cálculo de los ordenadores, la simulación computacional nos permite explorar aspectos de la dinámica de los sistemas que de otra forma, debido a su gran complejidad, serían inabordables. También nos permite reproducir situaciones que por sus características (coste, tamaño, tiempo, riesgo,...) serían inviables en un laboratorio y de esta forma predecir el comportamiento o la respuesta de un sistema. En el campo de la investigación científica, las simulaciones computacionales representan una conexión esencial entre la teoría y los experimentos.

El propósito fundamental de esta asignatura es presentar al alumno algunas de las principales técnicas de simulación computacional que permiten simular modelos de diferentes procesos biológicos. Por su importancia en Radiofísica, la mayor parte del curso estará dedicada a la simulación mediante Monte Carlo del transporte y deposición de energía de la radiación en medios biológicos, por lo que esta asignatura complementa el bloque de asignaturas de Radiofísica del Máster: Física atómica y nuclear, Interacción radiación-materia y Protección radiológica.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Los trabajos que se van a realizar en esta asignatura van a consistir fundamentalmente en la implementación de programas informáticos para simular procesos relacionados con los sistemas biológicos. Por esta razón, es **un requisito absolutamente necesario** para cursar esta asignatura tener unos conocimientos mínimos en programación, preferiblemente en lenguajes de programación como C, C++, Fortran, Python o similares, o en su defecto en programas de cálculo numérico como MatLab, o en programas de cálculo

simbólico/numérico como Mathematica, Maple, Maxima, etc.

Por su importancia en Radiofísica, prácticamente la totalidad del curso estará dedicada a la simulación mediante Monte Carlo del transporte y deposición de energía de la radiación en medios biológicos. Por esta razón, es muy aconsejable haber cursado las asignaturas de Radiofísica del Máster: Física atómica y nuclear, Interacción radiación-materia y Protección radiológica.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos

PEDRO CORDOBA TORRES (Coordinador de asignatura)

Correo Electrónico

pcordoba@ccia.uned.es

Teléfono

91398-7141

Facultad

FACULTAD DE CIENCIAS

Departamento

FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

Nombre y Apellidos

RUBEN DIAZ SIERRA

Correo Electrónico

sierra@ccia.uned.es

Teléfono

91398-7219

Facultad

FACULTAD DE CIENCIAS

Departamento

FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

El Equipo Docente ofrecerá una completa tutorización de la asignatura a través de su **Curso Virtual**. Este curso virtual será la principal herramienta de comunicación entre el Equipo Docente y el alumno. A través del mismo, el Equipo Docente informará de los cambios, novedades, así como de cualquier otro aspecto sobre la asignatura que el Equipo Docente estime oportuno. Por consiguiente, es fundamental que todos los alumnos matriculados utilicen esta plataforma virtual para el estudio de la asignatura y, si ello no fuera posible, que se pongan en contacto con los profesores del Equipo Docente para que tengan constancia de esto.

El horario de atención al alumno (de forma presencial o telefónica) es: **lunes**, excepto en vacaciones académicas, **de 16.00 a 20.00 horas**. En caso de que el lunes sea día festivo, la guardia se realizará el siguiente día lectivo. Las consultas también pueden hacerse por correo electrónico a las direcciones de email de los profesores miembros del Equipo Docente.

Para cualquier tipo de consulta se recomienda utilizar los **foros de debate** habilitados en el **Curso Virtual** de la asignatura. Son revisados continuamente por el Equipo Docente y permiten una comunicación rápida y directa entre profesores y alumnos, y también entre los estudiantes.

## 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

La simulación computacional de un proceso implica la propuesta previa de un modelo. Uno de los objetivos de este curso es que el estudiante gane la intuición y capacidad de síntesis necesarias para diseñar un modelo de un determinado proceso y que sea capaz de extraer resultados y conclusiones a partir de la simulación computacional del mismo. Se ha elegido el problema de la simulación del transporte de la radiación porque, a parte de su eminente importancia práctica, el problema en sí es suficientemente complejo e involucra aspectos tan

importantes y tan directamente relacionados con el modelado y simulación de procesos dinámicos, que su estudio proporcionará un *background* suficiente para que el estudiante pueda enfrentarse con un problema nuevo.

Los objetivos de este curso son, fundamentalmente, dos:

1. Presentar al estudiante una de las técnicas de simulación computacional más utilizada en los diversos ámbitos de la investigación científica, el método de Monte Carlo, y aplicar esta técnica a uno de los problemas de más interés en Física Médica, la simulación del transporte de radiación y su interacción con la materia, con vistas a su uso en radioterapia.
2. Por otro lado, la simulación computacional de un proceso implica la propuesta previa de un modelo. Otro objetivo de este curso es que el estudiante gane la intuición y capacidad de síntesis necesarias para diseñar un modelo de un determinado proceso y que sea capaz de extraer resultados y conclusiones a partir de la simulación computacional del mismo. Se ha elegido el problema de la simulación del transporte de la radiación porque, a parte de su eminente importancia práctica, el problema en sí es suficientemente complejo e involucra aspectos tan importantes y tan directamente relacionados con el modelado y simulación de procesos dinámicos, que su estudio proporcionará un *background* suficiente para que el estudiante pueda enfrentarse con un problema nuevo.

## CONTENIDOS

### Tema I: Probabilidad y Estadística (repasso)

- Capítulo 1. Variables Aleatorias y Distribuciones de Probabilidad

### Tema II: Procesos de Poisson

- Capítulo 2. Procesos de Poisson

### Tema III: Simulación de la Desintegración Radiactiva y de la Atenuación Lineal de la Radiación

- Capítulo 3. Simulación de la Desintegración Radiactiva y de la Atenuación Lineal de la Radiación.
- Apéndice 3.1 Desintegración Nuclear y Radiaciones Nucleares (repasso).

### Tema IV: Simulación de Monte Carlo del Transporte de Radiación

- Capítulo 4.0 Introducción al Método de Monte Carlo para la Simulación del Transporte de Partículas.
- Capítulo 4.1 Simulación de Monte Carlo del Transporte de Partículas.

- Capítulo 4.2 Simulación del Transporte de Electrones y Positrones.
- Capítulo 4.3 Modelo de trabajo.
- Capítulo Final. Informe de Resultados.
- Apéndice 4.0 Conceptos Generales sobre la Interacción de la Radiación con la Materia (repaso).
- Apéndice 4.1 Simulación del Scattering Fotoeléctrico para Fotones.
- Apéndice 4.2 Simulación del Scattering Incoherente (Dispersión Compton) para Fotones.
- Apéndice 4.3 Simulación de las Colisiones Elásticas de Electrones.
- Apéndice 4.4 Simulación de las Colisiones Inelásticas de Electrones.
- Apéndice 4.5 Propiedades de la Distribución en Profundidad del Kerma y la Dosis Absorbida.

## METODOLOGÍA

Para el estudio de la asignatura el equipo docente ha desarrollado una serie de temas escritos que se pondrán a disposición de los estudiantes a través del curso virtual. En estos temas se desarrollan los contenidos teóricos de la asignatura y su lectura es considerada obligatoria.

Todo el material de trabajo que necesitará el estudiante para cursar la asignatura está comprendido en esos temas. En el archivo denominado "Bibliografía" se podrán encontrar todas las referencias citadas en los diferentes capítulos. Si algún estudiante está interesado en ampliar o completar su aprendizaje con alguna de las referencias citadas, podrá ponerse en contacto con el Equipo Docente para que, en el caso en que ello sea posible, se la facilite.

La finalidad del curso es la comprensión y la aplicación de los conceptos, no la memorización. Por esta razón, se ha intentado cuidadosamente desarrollar un temario que sea autocontenido y que explique en detalle, tanto los principios de la teoría del problema que se simula, como las hipótesis o aproximaciones utilizadas en el diseño del propio modelo de simulación. Como se podrá comprobar, en muchas ocasiones se ha preferido caer en la -puede que a veces excesiva- redundancia de algún concepto para favorecer su comprensión.

## 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

El trabajo realizado por el alumno se divide en dos partes fundamentales.

**La primera de ellas, la más importante, consiste en la simulación del modelo presentado en el Capítulo 4.3 y en el análisis de los resultados. En el informe debe adjuntarse el código del programa utilizado para la simulación, en formato texto. El lenguaje de programación es libre. Cada función, rutina, subrutina,...dentro del código, debe estar comentada indicando cuáles son los parámetros y/o variables de entrada, qué cálculos realiza y qué valores devuelve. Para aprobar la asignatura es condición necesaria presentar el código del programa. El informe también debe contener los resultados de la simulación de acuerdo con los objetivos enunciados en el Capítulo 4.3.**

El estudiante que inicie el estudio de esta asignatura no debe asustarse ante la posible complejidad que supone la programación de un modelo de simulación. Todos los pasos del algoritmo aparecen detalladamente descritos en el Capítulo 4.3 y en todo momento los cálculos son analíticos. El análisis de los resultados de la simulación y los objetivos que se persiguen con la misma también han sido minuciosamente relatados, de modo que lo único que tiene que hacer el estudiante es transcribirlos a un lenguaje de programación. La finalidad que se persigue con este ejercicio es el aprendizaje y la comprensión del método de simulación así como del problema que se simula, y nuestra experiencia nos dice que la programación del código es una buena forma de lograrlo.

La segunda parte del trabajo consiste en responder a las cuestiones teóricas y resolver los problemas prácticos que se han planteado a lo largo del temario y que aparecen resaltados en color amarillo. No es obligatorio abordar todas las cuestiones y problemas propuestos.

### Criterios de evaluación

El estudiante deberá elaborar un informe con el trabajo realizado y enviarlo a través del curso virtual de la asignatura al Equipo Docente para su evaluación de acuerdo con el calendario establecido. Los detalles de este informe y la forma de envío aparecen en el **Capítulo Final. Informe de Resultados.**

**La nota final será el resultado de la evaluación del trabajo presentado por el estudiante, con la premisa de que es obligatorio la elaboración del código que simule el modelo propuesto.**

Ponderación de la PEC en la nota final

100%

Fecha aproximada de entrega

Comienzo de las pruebas presenciales



Comentarios y observaciones

#### **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?**

Esta asignatura no tiene examen. La nota final será la nota obtenida en el trabajo individual desarrollado por el estudiante.

## **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

El Equipo Docente pondrá a disposición de los estudiantes a través del curso virtual todo el material necesario para el estudio de la asignatura. Este material consistirá en una serie de temas en lo que se han desarrollado todos los contenidos necesarios. Por consiguiente, no hay bibliografía básica en esta asignatura.

La finalidad del curso es la comprensión y la aplicación de los conceptos, no la memorización. Por esta razón, se ha intentado cuidadosamente desarrollar un temario que sea autocontenido y que explique en detalle, tanto los principios de la teoría del problema que se simula, como las hipótesis o aproximaciones utilizadas en el diseño del propio modelo de simulación. Como se podrá comprobar, en muchas ocasiones se ha preferido caer en la (puede que a veces excesiva) redundancia de algún concepto para favorecer su comprensión.

En el archivo denominado **Bibliografía** se podrán encontrar todas las referencias citadas en los diferentes capítulos. Si algún estudiante está interesado en ampliar o completar su aprendizaje con alguna de las referencias citadas, podrá ponerse en contacto con el Equipo Docente para que, en el caso en que ello sea posible, se la facilite.

## **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

El principal recurso de apoyo al estudio será el **curso virtual** de la asignatura. En él se podrá encontrar todo el material para el estudio de la asignatura (apuntes, artículos, aplicaciones, casos prácticos, trabajos propuestos) así como las herramientas de comunicación, en forma de **Foros de Debate**, para que el estudiante pueda consultar al Equipo Docente las dudas que se le vayan planteando durante el estudio así como otras cuestiones sobre el funcionamiento de la asignatura. Estos foros serán la principal herramienta de comunicación entre el Equipo Docente y el estudiante. Por consiguiente, se insta a que el estudiante siga de un modo regular el curso virtual.

El estudiante del Máster también tendrá a su disposición el conjunto de facilidades que la Universidad ofrece a sus alumnos (equipos informáticos, bibliotecas, ...), tanto en los Centros Asociados de la Uned como en la 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.