

# SIMULACIÓN SISTEMAS BIOLÓGICOS

Curso 2016/2017

(Código: 21153244)

## 1. PRESENTACIÓN

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, nos centraremos principalmente en el método de Monte Carlo.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN

Simulación de sistemas biológicos es una asignatura optativa que se imparte durante el segundo semestre del segundo curso del máster. Tiene asociados 6 Créditos ECTS Teóricos (de 30 horas cada uno) y no tiene prácticas de laboratorio.

Esta asignatura está pensada para todos aquellos alumnos que deseen introducirse en la investigación que se realiza en física médica mediante simulaciones computacionales. Por consiguiente, puede conducir a un trabajo inicial de investigación, y consecuentemente, después, a la realización de la tesis doctoral.

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.

### 3. REQUISITOS PREVIOS RECOMENDABLES

Los trabajos que se van a realizar en esta asignatura van a consistir fundamentalmente en programas informáticos para simular procesos relacionados con los sistemas biológicos. Por esta razón, es condición necesaria para cursar esta asignatura tener unos conocimientos básicos en lenguajes de programación como C, C++, Fortran o similares, o en programas de cálculo numérico como MatLab, Mathematica o Maple, aunque es preferible el primer caso (lenguajes de programación).

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.

### 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

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.

### 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

La asignatura está dividida en cuatro temas, cada uno de ellos compuesto por uno o varios capítulos y/o apéndices:

Tema I: Probabilidad y Estadística (repaso)

- 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 (repaso).

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.

## 6.EQUIPO DOCENTE

- [PEDRO CORDOBA TORRES](#)
- [RUBEN DIAZ SIERRA](#)

## 7.METODOLOGÍA

Para el estudio de la asignatura el equipo docente pondrá a disposición de los alumnos -a través del curso virtual- el material didáctico en el que se desarrollan los contenidos teóricos de cada tema y cuya lectura es considerada obligatoria. Este material consistirá en una colección de apuntes y artículos científicos.

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.

A comienzo del curso el equipo docente establecerá un calendario de actividades que consistirá en la realización y entrega de unos trabajos. Para realizar estos trabajos el estudiante contará con el apoyo y la tutorización del equipo docente.

## 8.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Comentarios y anexos:

El equipo docente pondrá a disposición de los alumnos -a través del curso virtual- todo el material necesario para el estudio de la asignatura. Este material consistirá en una colección de apuntes y artículos científicos. Por consiguiente, no hay bibliografía básica en esta asignatura. Si en algún momento fuera necesario consultar algún libro, éste será indicado a través del curso virtual.

## 9.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

## 10.RECURSOS DE APOYO AL ESTUDIO

El principal recurso de apoyo al estudio será el curso virtual de la asignatura en la plataforma aLF. En él se podrá encontrar 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 alumno 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 a través de la plataforma aLF.

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 Sede Central.

## 11.TUTORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO

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.

## 12.EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

Esta asignatura está sujeta a evaluación continua y no tiene examen.

El sistema de evaluación consistirá en la realización de una serie de trabajos obligatorios de acuerdo con un calendario que será publicado en el curso virtual al inicio del curso. El estudiante deberá elaborar un informe con el trabajo realizado y enviarlo al Equipo Docente para su evaluación.

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

La primera de ellas, la más importante, consiste en la implementación, simulación y análisis de resultados, de un modelo de Monte Carlo para el transporte de fotones y electrones. En el informe final 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 propuestos en el curso.

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 serán detalladamente descritos 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 serán 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 plantearán a lo largo del curso. No es obligatorio abordar todas las cuestiones y problemas propuestos.

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

## 13.COLABORADORES DOCENTES

Véase equipo docente.