

## 230481 - COMBIO - Biofísica Computacional

Unidad responsable: 230 - ETSETB - Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona  
Unidad que imparte: 748 - FIS - Departamento de Física  
Curso: 2019  
Titulación: GRADO EN INGENIERÍA FÍSICA (Plan 2011). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Inglés

### Profesorado

Responsable: Alvarez Lacalle, Enrique  
Otros: Pons Rivero, Antonio Javier  
Pastor Satorras, Romualdo  
Alonso Muñoz, Sergio

### Horario de atención

Horario: Se informara en la web de la asignatura

### Capacidades previas

- Conocimientos básicos sobre el cuerpo humano adquiridos en secundaria y en Biofísica 1.
- Conocimiento de matlab o algún otro lenguaje de programación. (visto MNC1)
- Conocimiento de los principales algoritmos de propagación temporal para la resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias. Métodos de Runge-Kutta (visto MNC2)
- Conocimiento de los conceptos básicos y del tratamiento general de ecuaciones diferenciales ordinarias y de las ecuaciones en derivadas parciales (visto MM2)
- Familiaridad con los conceptos básicos relacionados con la bacteria, la célula eucariota y el dogma central de la biología (visto BIOF2)
- Familiaridad con conceptos básicos de mecánica analítica: espacio de fases y atractores (visto MECF)

### Requisitos

Numerical and Computational Methods 2  
Mecànica  
Mètodes matemàtics 2  
Biophysics 2

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

Específicas:

INF1. Comprensión y dominio de la programación de ordenadores, uso de sistemas operativos y de herramientas informáticas (software científico). Aptitudes para implementar algoritmos numéricos en lenguajes de bajo (C, F90) y alto (Matlab) nivel.

BIOC1. Capacidad de describir de forma general la estructura de los seres vivos, desde el nivel celular hasta el sistémico. Capacidad de analizar las limitaciones impuestas por las leyes físicas al desarrollo de los sistemas biológicos, y las soluciones biológicas a los problemas de ingeniería.

BIOC2. Aptitud para analizar los sistemas biológicos como sistemas complejos.

INF2. Aptitud para resolver problemas de física e ingeniería utilizando metodologías numéricas fundamentales: tratamiento de datos experimentales, interpolación, raíces de ecuaciones no-lineales, álgebra lineal numérica y optimización, cuadraturas e integración de ecuaciones diferenciales, ponderando adecuadamente sus diferentes

## 230481 - COMBIO - Biofísica Computacional

aspectos (precisión, estabilidad y rendimiento o coste).

Genéricas:

3. CAPACIDAD PARA IDENTIFICAR, FORMULAR Y RESOLVER PROBLEMAS DE INGENIERÍA FÍSICA. Capacidad para plantear y resolver problemas de ingeniería física con iniciativa, tomada de decisiones y creatividad. Desarrollar métodos de análisis y solución de problemas de forma sistemática y creativa.

Transversales:

1. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, que será preferentemente inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados en cada enseñanza.
2. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 3: Aplicar los conocimientos alcanzados en la realización de una tarea en función de la pertinencia y la importancia, decidiendo la manera de llevarla a cabo y el tiempo que es necesario dedicarle y seleccionando las fuentes de información más adecuadas.

### Metodologías docentes

Las clases se centraran en la implementación de código por parte del alumno y en su interpretación teorica y biológica. Los aspectos teóricos incluyen el análisis de métodos numéricos y la interpretación matemática de los resultados. Los aspectos biológicos incluiran la descripción del problema en cuestión, el enfoque tomado y la interpretación biológica de los resultados.

Además de las clases que combinarán teoría y programación se realizaran seminarios especiales para que los alumnos tenga una visión general sobre técnicas y aplicaciones más avanzadas. Igualmente, durante la primera semana, se realizará sesiones para complementar los conocimientos de matlab con conocimientos de python.

Los recursos didácticos se encontraran en atenea.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

Ver edición en ingles.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

Dedicación total: 150h	Horas grupo grande:	65h	43.33%
	Horas aprendizaje autónomo:	85h	56.67%

## 230481 - COMBIO - Biofísica Computacional

### Contenidos

<p><b>Introducción</b></p>	<p>Dedicación: 45h Grupo grande/Teoría: 5h Aprendizaje autónomo: 40h</p>
<p>Descripción: -Introducción a la biología de sistemas y la biofísica computacional. -Introducción al lenguaje PYTHON. Instrucciones básicas. -Procesamiento básico de datos en PYTHON (ver detalles en guía en inglés)</p> <p>Actividades vinculadas: Presentación AV1</p>	
<p><b>Sistemas dinámicos no-extendidos. Redes genéticas.</b></p>	<p>Dedicación: 36h Grupo grande/Teoría: 14h Grupo mediano/Prácticas: 6h Aprendizaje autónomo: 16h</p>
<p>Descripción: -Introducción a las EDO. Puntos fijos y nullclines -Esclavización y congelado de variables. Aplicaciones a reacciones en la célula -Estabilidad y bifurcaciones. Decisiones en redes genéticas -Ciclos límites. Retrasos y no-linealidad. Aplicación al metabolismo celular. -Modelización estocástica: Generadores de números aleatorios. Aplicación en señalización celular. (ver detalles en guía en inglés)</p>	
<p><b>Sistemas especialmente extendidos. Formación de patrones en biología.</b></p>	<p>Dedicación: 36h Grupo grande/Teoría: 14h Grupo mediano/Prácticas: 6h Aprendizaje autónomo: 16h</p>
<p>Descripción: -Introducción a la formación de estructuras: Estabilidad lineal y ecuaciones de amplitud. -Sistemas de reacción-difusión. Morfogenesis y el mecanismo de Turing. -Sistemas de reacción-difusión-advención. Aplicación a modelos del oído interno. -Métodos pseudo-espectrales. La ecuación Swift-Hohenberg. -Estructuras y patrones en el cerebro (ver detalles en la guía en inglés)</p>	

## 230481 - COMBIO - Biofísica Computacional

<p>Modelización de procesos en redes. Ecología y epidemiología.</p>	<p>Dedicación: 28h Grupo grande/Teoría: 10h Grupo mediano/Prácticas: 5h Aprendizaje autónomo: 13h</p>
<p>Descripción: -Introducción a las redes y su implementación. -El mapa logístico. Presencia de caos y su control. -Dinámica de poblaciones y retrasos. Modelos depredador-presa. Aplicaciones a ecología. -Procesos de contacto y de nacimiento-muerte. Método de Gillespie. -Modelos SIS en redes. Aplicaciones a epidemiología. (ver detalles en guía en inglés)</p>	
<p>Seminaris</p>	<p>Dedicación: 5h Grupo mediano/Prácticas: 5h</p>
<p>Descripción: Modelización de poblaciones genéticas en el espacio. Modelización de la auto-organización en biología. Modelización de enfermedades infecciosas.</p>	

### Planificación de actividades

<p>AV1: Proyecto Principal: Simulación numérica de un sistema biofísico.</p>	<p>Dedicación: 43h Actividades dirigidas: 3h Aprendizaje autónomo: 40h</p>
<p>Descripción: El objetivo de este proyecto es desarrollar un código relativamente complejo que simule un determinado sistema biofísico. Para ello, el estudiante no solo deberá conocer en detalle un sistema biofísica sino abordarlo con las técnicas explicadas en clase y organizar y escribir dicho código. Finalmente, el estudiante deberá mostrar los resultados de las simulaciones o indicar futuras mejoras al código en una breve documentación.</p> <p>Material de soporte: Presentación de la estructura general del proyecto junto con material bibliográfico y apuntes (si fuesen necesarios). Elaboración conjunta de una guía general del código y del formato de la presentación de los resultados.</p> <p>Descripción de la entrega esperada y vínculos con la evaluación: Código comentado y breve resumen estandarizado de los resultados. Evalúa 40% nota final.</p> <p>Objetivos específicos: Desarrollar un proyecto y conseguir aprender cómo se combinan los distintos aspectos desarrollados en clase consolidando todos esos conocimientos y desarrollando la capacidad de resolución de problemas de forma autónoma.</p>	

## 230481 - COMBIO - Biofísica Computacional

### Sistema de calificación

La evaluación se basará en el trabajo realizado en clase y en casa a través de los entregables (HE), y un proyecto de desarrollo de código sobre un tema de biofísica (PR). La nota final será:  
 $0.6*HE+0.4*PE$

### Normas de realización de las actividades

Todas las actividades propuestas son obligatorias. Un entregable o proyecto no presentado se evaluará con cero.

### Bibliografía

#### Básica:

Gries, P.; Campbell, J.; Montojo, J. Practical programming : an introduction to computer science using Python 3. 2nd ed. The Pragmatic Bookshelf, 2013. ISBN 9781937785451.

DiStefano, J. Dynamic system biology modeling and simulation. Elsevier, 2013. ISBN 9780124104112.

Ingalls, B.P. Mathematical Modeling in Systems Biology [en línea]. Cambridge, MA: MIT, 2013 [Consulta: 03/10/2014]. Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10734711>>. ISBN 9780262018883.

Barrat, A.; Barthelemy, M.; Vespignani, A. Dynamical processes on complex networks. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. ISBN 9780521879507.

#### Complementaria:

Murray, J.D. Mathematical biology, vol. 1 [en línea]. 3rd. ed. Springer, 2002 [Consulta: 09/07/2014]. Disponible a: <<http://link.springer.com/book/10.1007/b98868>>. ISBN 9780387952239.

Kriete, A.; Elis, R. Computational Systems biology: from molecular mechanism to diseases [en línea]. 2nd. ed. Amsterdam: Elsevier, 2014 [Consulta: 03/10/2014]. Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10815678>>. ISBN 9780124059269.

Brauer, F.; Castillo-Chavez, C. Mathematical models in population biology and epidemiology [en línea]. 2nd. ed. New York: Springer, 2012 [Consulta: 03/10/2014]. Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10652711>>. ISBN 9781461416869.

Murray, J.D. Mathematical biology, vol. 2 [en línea]. 3rd. ed. Springer, 2003 [Consulta: 09/07/2014]. Disponible a: <<http://link.springer.com/book/10.1007/b98869>>. ISBN 9780387952284.

#### Otros recursos:

##### Enlace web

The virtual heart

<http://thevirtualheart.org/>

Human Brain Project

<https://www.humanbrainproject.eu/es/discover/the-project/overview>

##### Material informático

Curs a atenea.

Recurso en atenea