



Asignatura: Biología de Sistemas  
Código: 32684  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 4 ECTS

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

Biología de Sistemas/[Systems Biology](#)

### 1.1. Código / Course number

32684

### 1.2. Materia / Content area

Módulo de especialidad: Biofísica / [Specialization module: Biophysics](#)

### 1.3. Tipo / Course type

Formación optativa / [Elective subject](#)

### 1.4. Nivel / Course level

Máster / [Master](#)

### 1.5. Curso/ Year

1º / [1<sup>st</sup>](#)

### 1.6. Semestre / Semester

2º / [2<sup>nd</sup>](#) ([Spring semester](#))

### 1.7. Idioma / Language

Inglés y castellano/ [English and Spanish](#)

### 1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Los alumnos deben haber aprobado al menos la asignatura troncal de Máster 'Física-Química de Sistemas Complejos' y las asignaturas obligatorias de especialidad del primer semestre, o demostrar conocimientos equivalentes por otros cursos de posgrado / [The students should have attended and passed at least the common Master subject 'Physical-chemistry of complex systems' and the specialization](#)



Asignatura: Biología de Sistemas  
Código: 32684  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 4 ECTS

compulsary subjects of the first semester, or credit equivalent knowledge from other postgraduate courses.

## 1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

Asistencia mínima: 80% de clases teóricas y 80% de clases prácticas. La asistencia a los seminarios especializados es opcional pero altamente recomendable / **Minimum attendance for both theory and practical lectures: 80%. Attendance to seminars is highly recommended but optional.**

## 1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Coordinador / **Coordinator** Raúl Guantes  
Departamento de / **Department of** Física de la Materia Condensada  
Facultad / **Faculty** Ciencias  
Despacho - Módulo / **Office - Module** Módulo 08, 401-12  
Teléfono / **Phone**: 91 4978735  
Correo electrónico/**Email**: raul.guantes@uam.es  
Página web/**Website**: <http://www.uam.es/raul.guantes>  
Horario de atención al alumnado/**Office hours**: Bajo petición / **Upon request**

Profesor / **Teacher** David Míguez  
Departamento de / **Department of** Física de la Materia Condensada  
Facultad / **Faculty** Ciencias  
Despacho - Módulo / **Office - Module** Módulo 08, 401-13  
Teléfono / **Phone**: 91 4978076  
Correo electrónico/**Email**: david.miguez@uam.es  
Página web/**Website**: <http://sysbio.openwetware.org>  
Horario de atención al alumnado/**Office hours**: Bajo petición / **Upon request**

## 1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

El objetivo de esta asignatura es conseguir, a través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, que el estudiante, al finalizar el mismo sea capaz de:

- Tener una visión integradora de los sistemas y redes biológicas en general (genéticas, de proteínas o poblaciones de organismos).
- Explicar funcionamiento y estructura globales a partir de su organización en módulos o unidades funcionales más simples, y destacando principios de diseño y optimización.



Asignatura: Biología de Sistemas  
Código: 32684  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 4 ECTS

- Describir cuantitativamente los sistemas celulares, su forma de procesar e intercambiar información con el medio externo y los mecanismos de diferenciación celular y desarrollo, mediante diferentes herramientas teóricas: teoría de sistemas dinámicos, procesos estocásticos, análisis de redes complejas.
- Utilizar herramientas computacionales para analizar y extraer información cuantitativa de los sistemas celulares, e integrarlas con aproximaciones experimentales.

Estos resultados de aprendizaje contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias del título:

CG1, CG3, CB6, CB7 y las competencias específicas CE6-CE10.

The goal of this subject is to achieve, through the teaching methodology and pedagogical activities employed, the acquirements of the following abilities:

- To gain an integrative perspective of biological systems and networks.
- To be able to explain global structure and function through their organization in simpler modules or functional entities, highlighting design and optimization principles.
- To quantitatively describe cellular systems, the way they exchange and process information with their environment and the mechanisms of cell differentiation and development, using different theoretical tools: dynamical systems theory, stochastic processes, complex networks analysis.
- To use computational tools to analyze and extract quantitative information from cellular systems, integrating them with experimental approaches.

## 1.12. Contenidos del programa / Course contents

- 1.- Análisis de sistemas dinámicos en Biología: puntos de equilibrio y bifurcaciones. Multiestabilidad. Ciclos límite. Separación de escalas temporales y cinética de Michaelis-Menten.
- 2.- Introducción a las redes complejas.
- 3.- Redes de regulación: modelos matemáticos de redes.
- 4.- Motivos y módulos en redes biológicas: osciladores e interruptores genéticos. Robustez y adaptación.
- 5.- Ecuaciones de reacción-difusión y formación de patrones en Biología.
- 6.- Biología del desarrollo cuantitativa: fuerzas mecánicas en el desarrollo. Detección de gradientes de morfógenos.
- 7.- Seminarios avanzados: Ruido y variabilidad en expresión genética. Dinámica celular en respuesta a tratamientos por drogas. Comportamiento colectivo.



Asignatura: Biología de Sistemas  
Código: 32684  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 4 ECTS

## 1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

- U. Alon, An introduction to systems biology. Chapman and Hall CRC, 2007.
- E. Klipp et al., 'Systems Biology: a textbook'. Wiley-Blackwell, 2009.
- E. O. Voit. 'A First Course in Systems Biology'. Garland Science, 2012.

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

1. Clases magistrales: clases de teoría sobre los contenidos fundamentales de la asignatura, apoyas por una presentación proyectada y pizarra. El material audiovisual estará disponible para los estudiantes en la página web del Master o en las páginas personales de los profesores.
  2. Clases prácticas: Solución de problemas propuestos en clase. Trabajo práctico en aulas de informática en el que los estudiantes programarán en Matlab y analizarán una serie de ejercicios relacionados con la teoría.
  3. Laboratorios: Reacciones químicas oscilantes y patrones de Turing.
  4. Discusiones en grupo: discusiones sobre artículos/temas de investigación propuestos por los profesores.
  5. Seminarios avanzados: sesiones monográficas por investigadores invitados sobre algún tema relacionado con la asignatura, con énfasis en los avances más recientes.
- 
1. Theory lectures: Oral presentations by the teachers of the fundamental contents of the subject. Audiovisual material will be available for the students in the Master web page, or in the personal web pages of lecturers.
  2. Practical lectures: Problems solution, practical exercises to be programmed by the students in the computers room assisted by teachers.
  3. Labs: Non-linear chemical reactions and Turing patterns.
  4. Group discussions: Discussion of research papers proposed by the teachers.
  5. Advanced seminars: Monographic sessions by invited researchers on some specific aspect related to the subject, with emphasis on the current state of the art.



Asignatura: Biología de Sistemas  
Código: 32684  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 4 ECTS

### 3. Tiempo de trabajo del estudiante / **Student workload**

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas/ <i>Theory lectures</i>	12	37%
	Clases prácticas/ <i>Practical lectures</i>	12	
	Laboratorios / <i>Labs</i>	2	
	Seminarios/ <i>Seminars</i>	8	
	Realización del examen final	3	
	Tutorías	3	3%
No presencial	Estudio semanal	20	60%
	Preparación ejercicios	20	
	Preparación de trabajos/informes	20	
<b>Carga total de horas de trabajo</b>		<b>100 h</b>	

### 4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / **Evaluation procedures and weight of components in the final grade**

Informes y soluciones a los casos prácticos propuestos de programación: 30%.  
Presentación oral de un proyecto de investigación ideado por el estudiante: 40%.  
Informes y trabajos sobre un guión de la práctica de formación de patrones: 30%.

*Reports of practical exercises and proposed programming cases: 30%.*

*Oral presentation of a research project devised by the student: 40%.*

*Reports on the pattern formation practical lab: 30%.*

En la convocatoria extraordinaria los estudiantes podrán recuperar los ejercicios prácticos y de programación(30%) y el informe sobre las prácticas de laboratorio(30%).

*In the extraordinary evaluation session the students will have the possibility to surpass the practical exercises and programming cases (40%), as well as the report of the practical lab (30%).*



Asignatura: Biología de Sistemas  
Código: 32684  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 4 ECTS

Los resultados del aprendizaje serán evaluados de la siguiente forma:

- a) En los ejercicios de programación, se evaluará la comprensión del problema propuesto, la integración de los análisis computacionales con la teoría y la aplicación de los contenidos teóricos a la resolución de problemas concretos.
- b) En la presentación del proyecto, se evaluará la capacidad de integración de los conocimientos adquiridos en clase para aplicarlos a problemas nuevos, la capacidad de síntesis y análisis, la búsqueda y selección de información y la claridad de la presentación.
- c) En el informe sobre prácticas en el laboratorio, se valorará la aplicación de los contenidos teóricos al análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio, la capacidad de transmitir los resultados de forma clara y concisa, y la integración de los resultados en un contexto biológico más amplio.

The learning achievements will be evaluated as follows:

- a) In the programming cases, we will evaluate the application of the theoretical contents to the resolution of specific problems, as well as the understanding of the problem and the integration of the computational tools with the theory.
- b) In the research project presentation, we will evaluate the ability to integrate the acquired knowledge to tackle a new problem, the ability to analyse and synthesize, the bibliographic and information searches and the clarity of presentation.
- c) In the lab report, we will assess the application of the theoretical contents to the analysis of the experimental results, the ability to transmit research results in a clear and concise way, and the integration of the results in a wider biological context.



Asignatura: Biología de Sistemas  
Código: 32684  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 4 ECTS

## 5. Cronograma\* / Course calendar

Semana aprox. Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1-2	Dynamical systems in Biology. Biological networks,	6	8
2-3	Practical lectures: Quasi-stationary approximations, time scale separation, solution of ODEs.	6	10
4-5	Theory/practical lectures: Analysis of network motifs and synthetic gene networks.	6	20
5-6	Reaction-diffusion systems and developmental biology. Numerical solution of PDEs.	6	10
7-8	Advanced seminars	8	0
9	Labs: Oscillating chemical reactions and pattern formation	2	20

\*Este cronograma tiene carácter orientativo.