



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



Etsi Agronómica, Aliment. y
Biosistemas

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

203000028 - Modelización Y Simulación De Biosistemas

PLAN DE ESTUDIOS

20BC - Master Universitario En Biología Computacional

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	203000028 - Modelización y Simulación de Biosistemas
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	20BC - Master Universitario en Biología Computacional
Centro responsable de la titulación	20 - Etsi Agronómica, Aliment. Y Biosistemas
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jesus Israel Pagan Muñoz (Coordinador/a)		jesusisrael.pagan@upm.es	- -
Krzysztof Teodor Wabnik	B23 _CBGP	k.wabnik@upm.es	Sin horario.

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Biología Computacional no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Basic notions in dynamic systems (recommended)
- Programming (any language)

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE01 - Comprender las bases moleculares y las técnicas experimentales estándares más comunes en las investigaciones ómicas (genómica, transcriptómica, proteómica, metabolómica, interactómica, etc.).

CE04 - Utilizar diferentes bases de datos (incluidos los bigdata), conocer sus estructuras y ontologías, aplicar la estadística a su análisis, siendo capaz de utilizar herramientas de representación y visualización.

CE05 - Utilizar herramientas de biología computacional para el análisis genómico, incluida la genómica comparativa y biología evolutiva.

CG03 - 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 el área de la Biología Computacional.

CG05 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos en el área de la Biología Computacional, de formular conclusiones, hipótesis o líneas de trabajo a partir de la información disponible, y de formarse una opinión fundamentada sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA22 - Describir cuantitativamente los sistemas celulares, su forma de procesar e intercambiar información con el medio externo y los mecanismos de diferenciación celular y desarrollo

RA23 - Utilizar herramientas computacionales para analizar y extraer información cuantitativa de los sistemas celulares

RA24 - Integrar las herramientas computacionales con aproximaciones experimentales

RA25 - Explicar funcionamiento y estructura globales a partir de su organización en módulos o unidades funcionales más simples, y destacando principios de diseño y optimización celular

RA20 - Adquirir una visión global de la Biología de Sistemas y sus aplicaciones

RA21 - Adquirir una visión integradora de los sistemas y redes biológicas en organismos y poblaciones

RA26 - Conocer los métodos matemáticos y computacionales de Modelización y Simulación de Sistemas Biológicos.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

The main goal of this course is to develop the ability to design, evaluate and criticize evolutionary dynamical models based on empirical and observational evidence.

To this end, students will follow a number of topic lectures, with biological examples as threads, that will allow us to introduce multiple transversal concepts. Each lecture will be associated to (i) one or a few research papers that have dealt with the topic; (ii) learning specific techniques applied to the topic; (iii) exercises to be individually developed/solved; (iv) several ideas to discuss from a critical viewpoint related to the applicability and limitations of the associated models.

Topic lectures will be complemented with the development and discussion of inverse models. The starting point will be the qualitative description of a biological problem and related empirical data gathered from experimental protocols or observational data. The goal is the design of quantitative models that take into account those mechanisms deemed essential in the process. We will attempt to disentangle the dominant dynamical or evolutionary mechanisms through the simulation of the dynamical model and the comparison of the outcomes with

data.

The performance of students will be subjected to steady evaluation. Exercises corresponding to every topic should be delivered as soon as possible, preferably before the next lesson (50% of course mark). Students will be given the opportunity to amend and improve the exercises along the course. Before each lesson, students will be given a scientific article to read, introducing the main concepts that will be later developed during the lecture. Every student or small working group will orally present one of these articles, and the rest of the class will answer questions related to it (30% of course mark). Participation in class and the course forum will complete the final mark (20%).

The cronogram shown in Section 6 of this guide follows a plan for presential classes, but this may be subjected to modifications during the course derived from the COVID-19 situation.

5.2. Temario de la asignatura

1. The logistic equation. A paradigm of complexity in simple models.
 - 1.1. Workshop: Macroevolutionary dynamics.
2. Infectious diseases and epidemic spread. SIR model.
 - 2.1. Workshop: Viral dynamics in vitro.
3. Oscillations and synchronization in biological systems.
 - 3.1. Workshops: Fast-forwarding evolution.
4. Extended biological processes: the role of space.
 - 4.1. Workshop: Vegetation patterns.
5. Extended biological processes: the role of networks.
 - 5.1. Workshop: Ecological networks.
6. Genotype-phenotype maps and the architecture of genotype spaces.
 - 6.1. Workshop: Mobile genomic elements and gene-sharing networks.
7. Viral dynamics.
 - 7.1. Workshop: Deep sequencing data of viral populations: time samples.
8. Games and evolutionarily stable strategies.
 - 8.1. Workshop: Ecological dynamics: Canadian lynx.
9. Stability and complexity of model ecosystems.
 - 9.1. Workshop: Social systems: Cities and human languages.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1		Introduction to modeling of biological systems Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		
2		Macroevolutionary dynamics. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas The logistic equation. A paradigm of complexity in simple models. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Exercises of lesson 1 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00
3		Viral dynamics in vitro. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Infectious diseases and epidemic spread. SIR model. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Exercises of lesson 2 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00
4		Fast-forwarding evolution Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Oscillations and synchronization in biological systems. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Exercises of lesson 3 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00
5				Cooperative work on specific aspects of Lessons 1, 2 and 3. Students will work in groups of 2 or 3. Work will be presented orally to the class. PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
6		Vegetation patterns. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Extended biological processes: the role of space. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Exercises of lesson 4 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00

7		<p>Ecological networks. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Extended biological processes: the role of networks. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Exercises of lesson 5 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
8		<p>Mobile genomic elements and gene-sharing networks. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Genotype-phenotype maps and the architecture of genotype spaces. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Exercises of lesson 6 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
9				<p>Cooperative work on specific aspects of Lessons 4, 5 and 6. Students will work in groups of 2 or 3. Work will be presented orally to the class. PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>
10		<p>Deep sequencing data of viral populations: time samples. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Viral dynamics. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Exercises of lesson 7 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
11		<p>Ecological dynamics: Canadian lynx. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Games and evolutionarily stable strategies. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Exercises of lesson 8 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
12		<p>Stability and complexity of model ecosystems. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Exercises of lesson 9 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
13		<p>Social systems: Cities and human languages. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		
14				<p>Cooperative work on specific aspects of Lessons 7, 8 and 9. Students will work in groups of 2 or 3. Work will be presented orally to the class. PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>

15		Summary of the course. Question-answer dynamics Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		
16				
17				Exercises to be solved theoretically. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 03:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Exercises of lesson 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	7%	5 / 10	CG05 CE04 CG03 CE05 CE01
3	Exercises of lesson 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	8%	5 / 10	CG03 CE05 CE01
4	Exercises of lesson 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	7%	5 / 10	CE04 CG03 CE05 CE01
5	Cooperative work on specific aspects of Lessons 1, 2 and 3. Students will work in groups of 2 or 3. Work will be presented orally to the class.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	5 / 10	CG05 CE04 CG03 CE05 CE01
6	Exercises of lesson 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	8%	5 / 10	CE04 CG03 CE05
7	Exercises of lesson 5	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	8%	5 / 10	CG05 CG03 CE01
8	Exercises of lesson 6	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	8%	5 / 10	CG05 CE05 CE01
9	Cooperative work on specific aspects of Lessons 4, 5 and 6. Students will work in groups of 2 or 3. Work will be presented orally to the class.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	5 / 10	CG05 CE04 CG03 CE05 CE01

10	Exercises of lesson 7	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	8%	5 / 10	CG05 CG03
11	Exercises of lesson 8	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	8%	5 / 10	CG05 CE04 CG03 CE05
12	Exercises of lesson 9	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	8%	5 / 10	CG05 CG03 CE05 CE01
14	Cooperative work on specific aspects of Lessons 7, 8 and 9. Students will work in groups of 2 or 3. Work will be presented orally to the class.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	5 / 10	CE04 CG03 CE05 CE01 CG05

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Exercises to be solved theoretically.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG05 CE04 CG03 CE05 CE01

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Problems, plus exercises to be theoretically solved.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG05 CE04 CG03 CE05 CE01

7.2. Criterios de evaluación

Progressive evaluation: Exercises corresponding to each lesson should be submitted before the following one (50% of the final grade). At the beginning of each lesson, groups of 2-3 students will orally present a scientific article related to the topic of that lesson (10 min), and a small test (4-5 multiple-choice questions) will be conducted to evaluate the degree of understanding by the class. This activity will contribute to 30% of the final grade. Participation in class and the course forum will complete the final mark (20%).

Global and Extraordinary evaluation: This evaluation is composed of two parts. First, a selection of exercises will have to be solved following approaches similar to those suggested and developed along the course. Second, one exercise will have to be solved theoretically, following guidelines as proposed for the Final Evaluation.

The results will follow the scheme established by the UPM in 2012 as A: Excelent, B: Advanced, C: Satisfactory, D: Not satisfactory.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
R. V. Solé y S. C. Manrubia, "Orden y caos en sistemas complejos. Aplicaciones". Ediciones UPC, 234 pp., 2001	Bibliografía	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

This course aims at conveying some poorly known aspects of dynamical systems through the analysis of representative case-examples. Two main objectives are to develop an intuition for non-linear behaviour and to train the ability to perform critical assessments. The first objective is related to important SDGs as how our actions affect climate change or environmental features: the latter are complex systems whose response to perturbations is highly nonlinear, meaning that small causes might have large effects, as the course demonstrates. The second objective aims at educating a general-purpose attitude which should help developing critical and equalitarian thought (be it related to gender, discrimination or institutional policies). As a specific example, the course addresses epidemics and therefore touches on questions related to vaccination and public health.