Guia docent
390338 - MSSB - Modelització i Simulació de Sistemes Biològics

Última modificació: 02/09/2026

Unitat responsable: Escola d'Enginyeria Agroalimentària i de Biosistemes de Barcelona
Unitat que imparteix: 748 - FIS - Departament de Física.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES BIOLÒGICS (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2026 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: CLARA PRATS SOLER

Altres: Alvarez Lacalle, Enrique
Lopez Codina, Daniel

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
1. Models biològics i determinació de les seves principals característiques.

METODOLOGIES DOCENTS

Les activitats formatives inclouran classes teòriques, classes pràctiques i activitats dirigides. Les sessions teòriques constaran de classes magistrals i de tipus cooperatiu, incloent exercicis pràctics per ser resolts amb un full de càlcul proposats pel professor sobre un tema ja treballat, en les que es promourà un alt nivell de participació de l'estudiant. Les pràctiques es faran amb ordinadors. En aquestes sessions es treballarà individualment o en grups reduïts. Caldrà lliurar els informes demanats pel professor, en els termes i condicions que aquest estableixi.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Comprendre els fonaments bàsics de la modelització en l'àmbit de l'enginyeria de sistemes biològics, entendre models existents i identificar-ne les utilitats, limitacions i dominis d'aplicació. Utilitzar programes de simulació existents, ajustant els seus paràmetres a dades experimentals, i interpretar el significat i validesa dels resultats que se n'obtenen. Dissenyar, implementar i utilitzar nous models i simulacions seguint les diverses etapes del procés de modelització i simulació.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	40,0	26.67
Hores grup petit	20,0	13.33
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

INTRODUCCIÓ A LA MODELITZACIÓ I SIMULACIÓ

Descripció:
1.1 Conceptes bàsics
Ciència, tecnologia, matemàtiques i biologia. Postulats i Principis de la ciència front models. Necessitat de la modelització en ciència i tecnologia.
1.2 Tipus de models
Estratègia top-down i estratègia bottom-up. Models continus en equacions diferencials. Models en compartiments. Models amb espai explícit. Autòmat cel·lular. Models basats en agents. Xarxes.
1.3 Mètodes numèrics
Interpolació. Filtres numèrics. Derivada numèrica. Integració numèrica. Anàlisi de sensibilitat. Parametrització de funcions.
1.4 Models continus de creixement i decreixement
Models de creixement: exponencial, logístic, Gompertz i altres. Models de decreixement: exponencial i altres. Caos determinista.
1.5 Introducció a la programació
Paràmetres i variables. Estructura d'un codi de programació.

Activitats vinculades:
Activitat 1: Classes d'explicació teòrica.
Activitat 2: Proves individuals d'avaluació.
Activitat 3: Sessions pràctiques amb ordinadors a l'aula.

Dedicació: 23h
Grup gran/Teoria: 9h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 10h

MODELS CONTINUS EN BIOQUÍMICA I EN MICROBIOLOGIA

Descripció:
2.1 Cinètica enzimàtica
Cinètica de Michaelis-Menten
2.2 Models primaris
Velocitat específica de creixement d'un cultiu. Mesura experimental de la corba de creixement. Fases de creixement d'un cultiu tancat. Models primaris. Model de Baranyi i Roberts.
2.3 Models secundaris
Model de Monod (concentració de substrat). Model de Ratkowsky (temperatura).
2.4 Cultius continus
Modelització d'un bioreactor simple.
2.5 Models d'inhibició
Inhibició no competitiva. Inhibició exponencial decreixent. Inhibició competitiva. Inhibició per substrat. Inhibició acompetitiva. Cinètica de Monod generalitzada
2.6 Models terciaris
La plataforma ComBase.

Activitats vinculades:
Activitat 1: Classes d'explicació teòrica.
Activitat 2: Proves individuals d'avaluació.
Activitat 3: Sessions pràctiques amb ordinadors a l'aula.

Dedicació: 23h
Grup gran/Teoria: 9h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 10h

MODELS ESTRUCTURATS EN COMPARTIMENTS

Descripció:
3.1 Estructura, formalisme i representació
3.3 Exemples en microbiologia i en farmacocinètica
Model amb un sol compartiment: utilització de traçadors. Model amb dos compartiments: farmacocinètica. Models amb més compartiments: bioreactors amb processos simultanis. Notació matricial.

Activitats vinculades:
Activitat 1: Classes d'explicació teòrica.
Activitat 2: Proves individuals d'avaluació.
Activitat 3: Sessions pràctiques amb ordinadors a l'aula.

Dedicació: 23h
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 16h

MODELS AMB ESPAI EXPLÍCIT

Descripció:
Models primaris, secundaris i terciaris. Efecte de la temperatura, pH, aW i molt altes pressions.
Models empírics. Bases de dades i ajustos.
Models continus de població.
4.1 Models amb espai continu
Modelització de la difusió. Transport de calor per conducció.
4.2 Autòmat cel·lular
El joc de la vida. Aplicacions en medi ambient i en fisiologia.

Activitats vinculades:
Activitat 1: Classes d'explicació teòrica.
Activitat 2: Proves individuals d'avaluació.
Activitat 3: Sessions pràctiques amb ordinadors a l'aula.

Dedicació: 33h
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 24h

MODELS BASATS EN AGENTS I XARXES COMPLEXES

Descripció:
5.1 Models basats en agents i models basats en l'individu
Formalisme. Models basats en agents vs models continus. Exemples en epidemiologia i microbiologia
5.2 Xarxes complexes en biologia de sistemes
Introducció i formalisme. Xarxes complexes en biologia de sistemes

Activitats vinculades:
Activitat 1: Classes d'explicació teòrica.
Activitat 2: Proves individuals d'avaluació.
Activitat 3: Sessions pràctiques amb ordinadors a l'aula.

Dedicació: 25h
Grup gran/Teoria: 3h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 18h

EPIDEMIOLOGIA MATEMÀTICA

Descripció:
6.1 Introducció
Epidemiologia descriptiva. Relacions conceptuals amb ecologia. Estratègia de la r i estratègia de la K. Models matemàtics en epidemiologia. Incidència, prevalença, control, eliminació, eradicació i extinció.
6.2 Models estructurats en compartiments
Model SI, model SIS, model SIR, model SIRS, model SEIR, altres models. Velocitat reproductiva bàsica i efectiva. Severitat d'una malaltia.
6.3 Malalties de transmissió vectorial
Models SIR amb transmissió vectorial.
6.4 Models IbM i xarxes complexes en epidemiologia
Models basats en l'individu. Xarxes complexes en epidemiologia.

Activitats vinculades:
Activitat 1: Classes d'explicació teòrica.
Activitat 2: Proves individuals d'avaluació.
Activitat 3: Sessions pràctiques amb ordinadors a l'aula.

Dedicació: 18h
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 11h

DADES DEL MON REAL

Descripció:
7.1 Dades del mon real: concepte, tipus, utilitat, limitacions i reptes
7.2 Bases de dades
7.3 Dades obertes. Dades i salut. Dades i Intel·ligència Artificial. Dades i ètica

Dedicació: 4h
Grup gran/Teoria: 2h
Aprenentatge autònom: 2h

DESENVOLUPAMENT DE MODELS

Descripció:
8.1 Implicacions de la física en el desenvolupament de models de sistemes biològics
Conceptes i vocabulari de termodinàmica. Principis de conservació. Segon principi de la termodinàmica.
8.2 Metodologia de desenvolupament de models
Mètode. Àmbit d'aplicació dels diversos tipus de models.

Dedicació: 3h
Grup gran/Teoria: 2h
Aprenentatge autònom: 1h

ACTIVITATS

CLASSES D'EXPLICACIÓ TEÒRICA

Dedicació: 88h
Grup gran/Teoria: 38h
Aprenentatge autònom: 50h

PROVES INDIVIDUALS D'AVALUACIÓ

Dedicació: 2h
Grup gran/Teoria: 2h

SESSIONS PRÀCTIQUES AMB ORDINADORS A L'AULA

Descripció:
Pràctica 0: Introducció a la programació amb Matlab
Pràctica 1: Introducció a la programació amb Matlab (II)
Pràctica 2: Models històrics de creixement
Pràctica 3: Simulació d'un bioreactor
Pràctica 4: Models en farmacocinètica
Pràctica 5: Propagació del vector de la malaltia de Chagas en una comunitat
Pràctica 6: Modelització basada en l'individu d'un cultiu bacterià
Pràctica 7: Propagació del potencial d'acció en el teixit cardíac
Pràctica 8: La cèl·lula pren una decisió
Pràctica 9: Epidèmia de grip a un internat anglès

Material:
Ordinadors portàtils dels estudiants

Lliurament:
Informe de les pràctiques P1 a P9 mitjançant Atenea

Dedicació: 60h
Grup petit/Laboratori: 20h
Aprenentatge autònom: 40h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Qualsevol acte de frau acadèmic, plagi, ús o tinença a l'abast de mitjans no autoritzats en qualsevol activitat d'avaluació comportarà la qualificació de zero (0) en la prova o lliurament afectat. A més, d'acord amb la normativa de la Universitat, la possible derivació dels fets per a l'obertura d'un expedient disciplinari implicarà que l'assignatura quedi en l'estat provisional de "pendent d'avaluació" fins a la resolució de l'expedient. La gestió d'aquestes incidències es desplega d'acord amb el **Marc d'actuació per a la integritat acadèmica en l'avaluació de la UPC**.

N1: Els informes de pràctiques lliurats al professor seran corregits i avaluats.
N2: Es faran dos exàmens parcials (P1 i P2) que constaran d'una part teòrica i una part pràctica, i que conformaran el 80% de la nota final (N2 = 0.5·P1 + 0.5·P2).
La nota final serà la màxima entre l'avaluació continuada (pràctiques i exàmens) i l'avaluació única (exàmens).

Nfinal = max (0.2·N1 + 0.8·N2 ; N2)

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Qualsevol acte de frau acadèmic, plagi, ús o tinença a l'abast de mitjans no autoritzats en qualsevol activitat d'avaluació comportarà la qualificació de zero (0) en la prova o lliurament afectat. A més, d'acord amb la normativa de la Universitat, la possible derivació dels fets per a l'obertura d'un expedient disciplinari implicarà que l'assignatura quedi en l'estat provisional de "pendent d'avaluació" fins a la resolució de l'expedient. La gestió d'aquestes incidències es desplega d'acord amb el Marc d'actuació per a la integritat acadèmica en l'avaluació de la UPC.

PRÀCTIQUES:
1) Les pràctiques han de fer-se de forma individual o en grup, atenent a les indicacions del professor en cada cas. Si es detecta una còpia entre estudiants del mateix curs o bé respecte cursos anteriors, es posarà un 0 de la qualificació global de pràctiques (N1).
2) Cal lliurar els informes en els terminis indicats a Atenea. No s'acceptarà cap lliurement més enllà del 30 de desembre.

EXÀMENS:
1) Els exàmens han de fer-se individualment i sense cap tipus de suport per part del professor o d'altres estudiants. Per tant, en cas de detectar-se una còpia es posarà un 0 de l'examen i s'obrirà expedient, tal com estableix la normativa. Pel bloc de teoria no es podran dur apunts ni formulari. Pel bloc pràctic podrà portar-se un full escrit per les dues cares amb els esquemes o llistes de comandes que els estudiants considerin necessaris.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Haefner, James W. Modeling biological systems : principles and applications [en línia]. 2nd ed. New York: Springer, cop. 2005 [Consulta: 31/10/2023]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=6311640. ISBN 0387250115.