

**Modelització i simulació de biosistemes****2013/2014**

Codi: 100919

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500253 Biotecnologia	OT	4	0

**Professor de contacte**

Nom: Joan Albiol Sala

Correu electrònic: Joan.Albiol@uab.cat

**Utilització d'idiomes**

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Algun grup íntegre en anglès: No

Algun grup íntegre en català: Sí

Algun grup íntegre en espanyol: No

**Prerequisits**

Conceptes fonamentals d'àlgebra, càlcul diferencial e integral, química i bioquímica.

Llegir textos científics en anglès.

Ser capaç d'utilitzar a nivell d'usuari les eines informàtiques bàsiques

Els coneixements previs de programació en algun llenguatge de programació són d'utilitat

**Objectius**

La simulació per ordinador del comportament de sistemes és una branca de la ciència molt desenvolupada especialment en àmbits com l'enginyeria, la física o la química. En l'àmbit de la biotecnologia i en general les ciències de la vida, el seu paper va ser inicialment limitat. En aquest context la simulació clàssica reproduïx el comportament de microorganismes i enzims en bioreactor. Però el veritable impuls a la simulació en biotecnologia és conseqüència, per una banda de l'acumulació de coneixements dels components dels éssers vius i el seu funcionament aïllat i per altra banda de la comprovació a nivell experimental de que els components d'un sistema biològic, tal com una cèl·lula, operen conjuntament de manera coordinada i autònoma com un sistema integrat. El sistema es pot considerar com un entramat de xarxes (metabòliques, genètiques, de transmissió del senyal,...) operant de manera coordinada. D'aquesta manera la comprensió del funcionament d'un d'aquests sistemes, fins i tot dels més senzills no es pot comprendre si no és des del punt de vista de la seva operació com un sistema integrat. La operació del sistema dona lloc a l'aparició de propietats emergents, que no existeixen en cadascuna de les parts aïllades però que són fonamentals per a la operació del sistema. Aquest nova visió ha donat lloc a l'aparició de la disciplina anomenada Biologia de Sistemes. La simulació per ordinador del comportament dels sistemes biològics ha esdevingut la veritable clau de volta per al desenvolupament de la Biologia de Sistemes juntament amb l'acumulació d'informació sobre la operació de sistemes biològics en grans bases de dades i la proliferació i abaratiment dels ordinadors. Per mitjà de la simulació per ordinador es fa evident les diferències de comportament en funció tant de les propietats i interconnexió dels seus components així com també de les condicions d'operació.

En aquest context l'assignatura pretén introduir a l'alumne en les aproximacions fonamentals i la metodologia per aconseguir simular el comportament d'un sistema biològic en un ordinador. Des del bioreactor com a sistema experimental fins a la simulació d'exemples de xarxes de diferents tipus (metabòliques, genètiques, de transmissió de senyal,...) en diferents estats (estacionari, dinàmic,...). Com a objectiu global es pretén que l'alumne pugui experimentar de primera mà les diferències i la rellevància del comportament d'un sistema com a un tot integrat en contraposició a les característiques dels seus components aïllats, així com també de la informació que se'n deriva dels diferents modes d'operació i per tant dels requeriments per estudiar-los.

Donat que es pretén que l'alumne tingui una experiència de simulació de primera mà, el curs es planteja amb un contingut pràctic elevat. Així l'alumne farà servir tant un entorn de programació numèric, tipus Matlab, per assolir el coneixement de les operacions fonamentals amb exemples senzills, així com de programari més específic enfocat a la simulació de sistemes biològics (SBW, COPASI, ...) per a la simulació de sistemes biològics concrets de major complexitat.

El temari presenta la matèria de forma gradual, avançant des dels conceptes i coneixements bàsics cap a la descripció de sistemes de complexitat creixent de manera que l'alumne pugui comprendre la necessitat del l'estudi dels sistemes com un tot integrat, en el marc de la nova biotecnologia del segle XXI.

## Competències

- Biotecnologia
- Adquirir nous coneixements i tècniques de forma autònoma.
- Aplicar els recursos informàtics per a la comunicació, la recerca d'informació, el tractament de dades i el càlcul.
- Buscar i gestionar informació procedent de diverses fonts.
- Buscar, obtenir i interpretar la informació de les principals bases de dades biològiques, bibliogràfiques i de patents i usar les eines bioinformàtiques bàsiques.
- Demostrar que es té una visió integrada d'un procés d'R+D+I, des del descobriment del coneixement bàsic, el desenvolupament d'aplicacions i la introducció al mercat, i saber aplicar els principals conceptes d'organització i gestió en un procés biotecnològic.
- Llegir textos especialitzats tant a llengua anglesa com a les llengües pròpies.
- Pensar d'una forma integrada i abordar els problemes des de diferents perspectives.
- Utilitzar els fonaments de matemàtiques, física i química necessaris per a comprendre, desenvolupar i avaluar un procés biotecnològic.

## Resultats d'aprenentatge

1. Adquirir nous coneixements i tècniques de forma autònoma.
2. Aplicar els recursos informàtics per a la comunicació, la recerca d'informació, el tractament de dades i el càlcul.
3. Buscar i gestionar informació procedent de diverses fonts.
4. Descriure adequadament el comportament d'un sistema biotecnològic de complexitat moderada.
5. Descriure matemàticament el comportament d'un sistema biotecnològic basat en la informació disponible en la bibliografia o en bases de dades.
6. Llegir textos especialitzats tant a llengua anglesa com a les llengües pròpies.
7. Pensar d'una forma integrada i abordar els problemes des de diferents perspectives.
8. Simular el comportament d'un procés biotecnològic sota diferents condicions.

## Continguts

1. Introducció. Models i sistemes
  1. Definició de model. Avantatges i necessitat
  2. Aproximacions de modelització de sistemes
  3. Característiques de sistemes
  4. Fases del procés de modelització
  5. Components i tipus de models.
2. Revisió de conceptes fonamentals i modelització
  1. Equacions de balanç i estructura.
  2. Cinètica i termodinàmica
3. Sistemes senzills en estat dinàmic
  1. Sistemes bioreactor biocatalitzador
  2. Sistemes metabòlics senzills
  3. Dinàmica bàsica de sistemes
4. Sistemes en estat estacionari

1. Sistemes bioreactor biocatalitzador
2. Xarxes metabòliques. Mòduls elementals.
3. Optimització de sistemes en estat estacionari.
4. Anàlisi de sensibilitat de sistemes. Teoria del control metabòlic
5. Exemples de simulació de sistemes
  1. Xarxes genètiques.
  2. Xarxes de transducció de senyal
  3. Sistemes integrats

## Metodologia

La metodologia docent que s'emprarà durant tot el procés d'aprenentatge es basa fonamentalment en el treball de l'estudiant i serà el professor l'encarregat d'ajudar-lo tant pel que fa a l'adquisició i interpretació de la informació relacionada amb l'assignatura com en la direcció del seu treball. Dins aquest context i d'acord amb els objectius docents de l'assignatura, les activitats formatives que es durà a terme es poden distribuir en classes de teoria, practiques amb ordinadors, treball autònom i sessions de tutoria acordades prèviament.

Sessions de teoria: Serveixen per a proporcionar a l'alumne els elements conceptuals bàsics i la informació mínima necessària per a que pugui després desenvolupar un aprenentatge autònom. S'utilitzaran recursos informàtics (presentacions ppt o pdf) que estaran a disposició de l'alumne al Campus Virtual.

Sessions pràctiques d'ordinador: Part de les competències de l'assignatura s'adquiriran a per mitjà de pràctiques a l'ordinador. Per una banda l'objectiu inclou aprendre a fer servir el programari adequat a la simulació de biosistemes per diferents casos i per altra banda comprendre millor el comportament dels sistemes biològics. Per aconseguir-ho l'estudiant portarà a terme exercicis de simulació amb ordinador que permetran veure la implementació de models en diferents entorns així com l'evolució del seu comportament. Un objectiu fonamental serà comprendre que el comportament d'un sistema biològic no es pot preveure a partir del comportament dels seus components de forma aïllada. Els exercicis consistiran en la programació i simulació de sistemes d'exemple corresponents a xarxes metabòliques, genètiques, de transmissió de senyal o de sistemes més complexes, desenvolupats per l'estudiant amb el programari recomanat segons el cas. Les sessions pràctiques de simulació de biosistemes es portaran a terme a les aules d'informàtica en dies i hores definits al calendari docent. Per a cada pràctica l'alumne trobarà el guió de la pràctica al campus virtual de l'assignatura 'Modelització i Simulació de Biosistemes'. L'alumne portarà a terme la pràctica seguint el guió de pràctiques i guardarà els fitxers generats a la carpeta del seu disc personal proporcionat per la UAB. En acabar la pràctica l'alumne lliurarà, a través del campus virtual, els fitxers dels exercicis tal com es descriu a cada pràctica. Els exercicis entregats a través del campus virtual representaran el registre del treball presencial de cada alumne. L'assistència a les pràctiques és obligatòria i l'absència no justificada adequadament amb prova documental serà objecte de penalització a la nota tal com s'especifica a l'apartat avaluació.

Treball de simulació: A banda de l'activitat presencial, l'alumne presentarà de forma individual o en grup reduït (2 o 3 persones) un treball de simulació en base a un article científic. L'article es podrà triar d'una llista proposada pel professor o alternativament proposat per l'alumne o el grup sempre que s'hagi acordat prèviament amb el professor.

Tutories: Es realitzaran tutories individuals a petició dels alumnes previ acord amb el professor amb l'objectiu de resoldre dubtes, esclarir conceptes o orientar sobre les fonts d'informació a consultar.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de teoria	12	0,48	2, 4, 5, 8
Pràctiques d'ordinador	36	1,44	1, 2, 4, 5, 7, 8

Tutories	4	0,16	2, 4, 5, 8
Tipus: Autònomes			
Estudi	25	1	1, 2, 3, 6
Pràctiques individuals amb l'ordinador	33	1,32	1, 2, 3, 5, 6, 7
Treball simulació	30	1,2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

## Avaluació

Nota de pràctiques (30%): Aquesta nota té dues parts. La part d'entregues (30%) i la part de realització (70%). Durant el curs s'entregaran totes les pràctiques fetes diàriament a través del CV. L'entrega dels exercicis pràctics és obligatòria i la no presentació d'algun/s exercici/s donarà lloc a una disminució de la nota d'entregues equivalent a la fracció de pràctiques no presentades respecte al total de pràctiques. Algunes de les pràctiques entregades es corregiran. Les pràctiques a corregir es seleccionaran aleatòriament però seran les mateixes per a tots els estudiants i la mitjana obtinguda configurarà la part de la nota de realització de les pràctiques.

Nota del treball de simulació (30%): Serà la nota obtinguda del treball de simulació en grup.

Proves presencials (40%): Serà la nota mitjana de les 2 proves presencials que es programaran durant el curs. La data i lloc de les proves presencials s'anunciarà oportunament a través del campus virtual.

Nota final: Per calcular la nota final es farà la mitjana ponderada de la nota de pràctiques (30%), la del treball en grup (30%) i la de les proves presencials (40%). Per a fer la mitjana ponderada es requereix tenir un mínim de 4 a la nota mitjana de les proves presencials.

Prova de validació (100%): Els alumnes que no superin l'assignatura amb la nota final anterior o els alumnes que desitgin millorar nota, podran presentar-se a una prova final de síntesi o validació. En aquest cas la nota final de l'assignatura serà la nota de la prova final. La prova final servirà també per avaluar les competències dels alumnes a partir de la segona matrícula. La nota mínima per superar l'assignatura és de 5. En el cas de que un alumne hagi realitzat un nombre d'activitats d'avaluació inferior al 50% de les programades, obtindrà la qualificació de No Presentat.

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Pràctiques	30	0	0	2, 4, 5, 7, 8
Prova final de síntesi	100	4	0,16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Proves presencials	40	6	0,24	2, 4, 5, 7, 8
Treball de simulació	30	0	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

## Bibliografia

Klipp, E., W. Liebermeister, C. Wierling, A. Kowald, H. Lehrach, i Herwig R. Systems Biology. A textbook. Weinheim: Wiley-VCH, 2009.

Kriete, A., i R. Eils, . Computational Systems Biology. Burlington: Elsevier Academic Press, 2006.

Palsson, B.O. Systems Biology. Properties of reconstructed networks. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

Palsson, B.O. Systems Biology. Simulation of dynamic network states. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

Szallasi, Z., V. Periwal, i J. Stelling, . System Modeling in Cellular Biology: From Concepts to Nuts and Bolts. The MIT Press, 2006.