

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

Codi	36354
Nom	Biologia de sistemes
Cicle	Grau
Crèdits ECTS	6.0
Curs acadèmic	2022 - 2023

Titulació/titulacions

Titulació	Centre	Curs	Període
1109 - Grau de Bioquímica i Ciències Biomèdiques (2015)	Facultat de Ciències Biològiques	4	Anual

Matèries

Titulació	Matèria	Caràcter
1109 - Grau de Bioquímica i Ciències Biomèdiques (2015)	14 - Matèria d'assignatures optatives	Optativa

Coordinació

Nom	Departament
MARIN NAVARRO, JULIA VICTORIA	30 - Bioquímica i Biologia Molecular

RESUM

L'assignatura de Biologia de Sistemes és una matèria optativa del grau de Bioquímica i Ciències Biomèdiques amb l'objectiu fonamental familiaritzar l'alumne amb una forma d'estudiar el medi viu a nivell molecular i cel·lular en què es ressalten les relacions d'interdependència entre els elements constituents, s'analitzen les conseqüències funcionals d'aquestes interaccions, es primen els aspectes quantitatius i s'emfatitza la necessitat d'una modelització matemàtica per poder abordar la complexitat pròpia dels organismes vius. Es tracta d'una visió relativament nova per a l'alumne en què, considerant assumits els continguts descriptius de matèries com Bioquímica, Biologia Cel·lular i Genètica, es realitza una abstracció que busca generalitzar els aspectes funcionals i analitzar les seves avantatges i limitacions mitjançant modelització matemàtica utilitzant la òptica pròpia d'un enginyer. L'objectiu no és descriure l'ésser viu sinó abstraure, a partir del seu complexa descripció, els elements essencials i imaginar la lògica funcional subjacent. En aquest sentit cal destacar el prometedor camp obert recentment per l'anomenada Biologia Sintètica, que aspira a produir organismes "de disseny" amb noves propietats d'utilitat industrial, terapèutica o social. Aquest enfocament és indubtablement de gran interès per a un biòleg molecular, però exigeix tornar a familiaritzar-se amb unes bases matemàtiques i físiques que, si bé són conegudes pels alumnes, no s'han utilitzat amb assiduitat en la major part de les assignatures que constitueixen el recorregut curricular del grau, i poden haver quedat parcialment oblidades. En aquest



sentit, l'assignatura s'inicia recordant aquests conceptes bàsics per aplicar després a situacions biològiques de complexitat creixent

CONEIXEMENTS PREVIS

Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

Altres tipus de requisits

Encara que no cal cap coneixement especial de Matemàtiques o Física fora de l'impartit en el primer curs del grau, és desitjable una certa simpatia (o, almenys, absència de rebuig) cap a aquestes disciplines. L'òptim aprofitament del curs requereix a més el coneixement de l'idioma anglès a nivell de traducció de textos científics.

COMPETÈNCIES

1109 - Grau de Bioquímica i Ciències Biomèdiques (2015)

- Capacitat per pensar d'una forma integrada i abordar els problemes des de diferents perspectives.
- Saber utilitzar les diferents fonts bibliogràfiques i bases de dades biològiques i usar les eines bioinformàtiques.
- Saber dissenyar estratègies experimentals multidisciplinàries en l'àmbit de les biociències moleculars per a la resolució de problemes biològics complexos, especialment els relacionats amb salut humana.
- Saber utilitzar eines matemàtiques i estadístiques per a la resolució de problemes biològics.
- Conèixer els fonaments químics i físics que determinen les propietats de les molècules biològiques i regeixen les reaccions en què participen.
- Conèixer les característiques estructurals i funcionals de les macromolècules.
- Conèixer les bases bioquímiques i moleculars del funcionament cel·lular.
- Capacitat per a l'assimilació de textos científics en anglès.

RESULTATS DE L'APRENTATGE

L'objectiu fonamental d'aquesta assignatura és reconciliar els coneixements de naturalesa descriptiva (i específicament aquells aportats per la biologia molecular i cel·lular) prèviament adquirits sobre els éssers vius amb les lleis físiques universals que operen en la naturalesa. L'alumne ha de familiaritzar-se amb l'anàlisi quantitativa dels fenòmens biològics per convèncer-se que els éssers vius compleixen les mateixes lleis físiques que regeixen la resta de l'univers (expressables en forma d'equacions matemàtiques que lliguen variables quantitatives) i, per això, aquestes lleis són rellevants per a la descripció del medi viu. A més l'alumne ha de conèixer que, dins l'estricta marc de les lleis físiques a què estan sotmesos, els éssers vius han desenvolupat solucions pròpies i originals per a resoldre problemes de regulació lligats a



la supervivència i adaptació al medi. L'anàlisi matemàtica d'aquestes solucions permet entendre la lògica del disseny funcional dels éssers vius, establir de forma precisa i quantitativa els límits de les seves potencialitats, i comprendre el valor adaptatiu d'aquestes peculiaritats de la matèria viva. La finalitat última d'aquesta assignatura és apropar l'alumne a aquesta visió analítica de l'ésser viu que connecta la biologia amb la resta de les ciències naturals, alhora que permet abordar l'estudi de problemes essencials de la biologia la complexitat escapa a la interpretació intuïtiva. En concret, es pretén que, a través de l'assignatura, l'alumne desenvolupi les següents destreses:

A) Adquisició de coneixements

- 1) Actualització dels coneixements de física i matemàtiques que són rellevants per a la descripció, anàlisi i comprensió dels fenòmens vitals.
- 2) Coneixement del disseny funcional de macromolècules biològiques i de les seves capacitats i limitacions com a màquines microscòpiques.
- 3) Coneixement de processos cel·lulars importants per a l'activitat vital, analitzats des del punt de vista físic i matemàtic.

B) Desenvolupament d'habilitats científiques

- 1) Hàbit d'indagar en els problemes biològics fins a connectar amb les seves bases físiques.
- 2) Capacitat d'establir relacions quantitatives entre magnituds biològiques en forma de models matemàtics amb capacitat predictiva.
- 3) Familiarització amb els procediments matemàtics d'anàlisi dels models, i capacitat de deduir les propietats i limitacions del procés modelitzat en base a les interaccions que el governen.

C) Desenvolupament d'habilitats socials

Els éssers vius són probablement els objectes més complexos de l'univers. La seva comprensió última exigeix ser analitzats utilitzant totes les eines disponibles en els diversos camps de la ciència i, per això, necessita segurament de la col·laboració de científics (biòlegs, químics, físics, matemàtics i enginyers) amb especialitzacions radicalment diferents. En la seva qualitat de matèria interdisciplinària, la Biologia de Sistemes aporta al biòleg molecular i cel·lular un bagatge científic que li permet comunicar-se amb especialistes d'altres camps, amb els que desitgi col·laborar o, simplement, intercanviar idees o informació. En aquest sentit, els coneixements impartits en aquesta assignatura ajuden a la formació d'una ment oberta, disposada a incorporar idees provinents d'altres camps de la ciència en l'estudi del funcionament dels éssers vius.

D'altra banda, aquesta assignatura contribueix també al desenvolupament d'altres habilitats socials (enfocament racional en la resolució de problemes, capacitat d'argumentació, maneig de les fonts d'informació, ús de l'anglès a través de la bibliografia, etc.) pròpies de l'aprenentatge de tota ciència.



DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. Conceptes bàsics

Introducció a la Biologia de Sistemes. Conceptes matemàtics i físics útils en Biologia. Flux d'energia lliure en el medi viu. Acoblaments energètics.

2. Modelització

Models deterministes en equacions diferencials temporals. Sistemes dinàmics. Estats estacionaris i estabilitat. Cicles límit i oscil·lacions mantingudes. Bifurcacions i caos dinàmic.

3. Probabilitat i Mecànica Estadística

Distribucions probabilístiques. Distribució de Boltzmann, Conseqüències cinètiques i termodinàmiques. Fluxos cíclics i balanç detallat. Tipus de soroll i la seva descripció.

4. Màquines biològiques

Maquinària biològica. Limitacions termodinàmiques. Interaccions a nivell molecular. Disseny de receptors, transportadors, catalitzadors i motors moleculars. Mecanismes de fidelitat de reconeixement i control d'errors.

5. Cibernètica

Resposta freqüencial d'un sistema. Retroalimentació. Anàlisi de circuits de regulació. Circuits homeostàtics i resistència a fluctuacions. Circuits de percepció d'estímuls. Cascades d'amplificació i diversificació de senyals. Circuits que produeixen oscil·lacions. Ritmes i rellotges biològics.

6. Processos espai-temporals

Equacions diferencials en derivades parcials. Passeig erràtic i lleis de difusió. Temps de captura. Models de difusió amb arrossegament i de reacció-difusió. Processos morfogènics.

**VOLUM DE TREBALL**

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	45,00	100
Pràctiques en aula	15,00	100
Estudi i treball autònom	15,00	0
Preparació d'activitats d'avaluació	40,00	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	35,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGIA DOCENT

La matèria s'impartirà en forma de classes teòriques a l'aula d'una hora de durada. Aquestes classes inclouran no només l'exposició de conceptes, sinó també exemples d'aplicació d'aquests conceptes al modelització biològica. Les explicacions teòriques s'interrompran periòdicament per intercalar algunes aplicacions que requereixin càlculs quantitatius en forma de problemes que es resoldran detalladament a classe. Paral·lelament es proposaran altres problemes d'interès biològic a resoldre per l'alumne (sota la tutoria del professor) en base a les explicacions teòriques rebudes, als problemes-model resolts a classe, i a bibliografia auxiliar que el professor pugui suggerir.

Atès que l'assignatura es va assentant sobre una sèrie de conceptes bàsics que cal assimilar per seguir progressant, es durà a terme una avaluació continuada per fomentar que l'alumne porti l'assignatura al dia.

AVALUACIÓ

Es proposa una avaluació continuada a través d'exàmens curts realitzats amb una periodicitat d'unes quatre setmanes, aproximadament. Aquests exàmens no s'eliminaran matèria sinó que aquesta s'anirà acumulant al llarg del curs. Alternativament, per als que no superin l'avaluació continuada, es realitzarà un examen final escrit de tota l'assignatura. Els exàmens constaran tant de qüestions teòriques com de problemes (aquests últims, es podran resoldre en alguns casos amb ajuda d'apunts i llibres). En ambdós casos s'ha d'avaluar no sols l'adquisició de coneixements sinó també la capacitat d'aplicar per modelitzar problemes biològics, analitzar els models i les seves prediccions, i extraure conclusions rellevants. Per això, en tot examen es plantejarà com a mínim una situació biològica que l'alumne haurà de modelitzar, proposant equacions en base a les interaccions rellevants, analitzant matemàticament les conseqüències del model i contrastant les seves prediccions amb la resposta biològica esperada. Els exàmens es qualificaran sobre un total de 10 punts, i caldrà aconseguir una nota de 5.0 (bé com a mitjana dels exàmens periòdics o com a qualificació de l'examen final) per aprovar l'assignatura.



REFERÈNCIES

Bàsiques

- ALON, U. An introduction to Systems Biology: Design principles of biological circuits. Chapman & Hall/CRC, 2007.
- COVERT, M.W. Fundamentals of Systems Biology. CRC Press, 2014.
- DiSTEFANO, J. Dynamic Systems Biology Modeling and Simulation. Elsevier, 2013.
- FALL, C.P., MARLAND, E.S., WAGNER, J.M. y TYSON, J.J. Computational Cell Biology. Springer, 2002
- INGALLS, B.P. Mathematical Modeling in Systems Biology. MIT Press, 2013.
- PHILLIPS, R., KONDEV, J., THERIOT, J. y GARCÍA, H.G. Physical Biology of the Cell. 2nd ed. Garland Science, 2012.
- VOIT, E. A first course in Systems Biology. Garland Science, 2012.
- SNEPPEN, K. Models of life: Dynamics and regulation in biological systems. Cambridge University Press, 2014

Complementàries

- BEARD, D.A. Biosimulation. Cambridge University Press, 2012.
- EDELSTEIN-KESHET, L. Mathematical models in biology. McGraw & Hill, 1988.
- NELSON, P. Physical Models of Living Systems. W.H. Freeman & Co., 2015.
- PALSSON, B.Ø. Systems biology: Simulation of dynamic network states. Cambridge University Press, 2011.
- Van den BERG, H. Mathematical models of biological Systems. Oxford University Press, 2011.
- SEGEL, L.A. y EDELSTEIN-KESHET, L. A primer on mathematical models in Biology. SIAM Press, 2013.