



FITXA IDENTIFICATIVA

Dades de l'Assignatura

Codi	33144
Nom	Evolució molecular i bioquímica
Cicle	Grau
Crèdits ECTS	6.0
Curs acadèmic	2023 - 2024

Titulació/titulacions

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

Matèries

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

Coordinació

Nom	Departament
BARRIO ESPARDUCER, ELADIO	194 - Genètica
GARCIA FERRIS, CARLOS	30 - Bioquímica i Biologia Molecular
PERETO MAGRANER, JULI	30 - Bioquímica i Biologia Molecular

RESUM

Evolució Molecular i Bioquímica és una assignatura optativa, de 6 ECTS, de l'últim curs del Grau de Bioquímica i Ciències Biomèdiques, que junt amb Bioinformàtica i Biologia de Sistemes, conforma la matèria "Mètodes quantitativs i biologia de sistemes" del mòdul "Mètodes en biociències moleculars i biomedicina".

Aquesta assignatura ofereix un panorama de l'evolució biològica a escala molecular, des de l'origen de la vida fins la diversificació dels llinatges cel·lulars actuals. De primer s'analitzen els principals models de l'origen dels sistemes biològics. En un temps com l'actual, en el que el desenvolupament de noves tècniques de seqüenciació massiva ha permès obtenir gran quantitat d'informació sobre l'estructura, la funció i la variació dels genomes, l'objectiu d'aquesta assignatura també és familiaritzar als alumnes amb l'estudi de la dinàmica del canvi evolutiu a escala molecular, dels mecanismes i processos implicats en la generació dels patrons de variació del genoma i dels productes codificats en ell, i de com aquests patrons poden ser utilitzats per reconstruir la història evolutiva dels organismes i dels seus genomes. Un darrer



objectiu és l'estudi de l'evolució de les rutes i les xarxes metabòliques.

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

Es recomanable, encara que no imprescindible, cursar l'assignatura Bioinformàtica on s'introdueix l'ús del programari informàtic per l'anàlisi de seqüències, l'alineament i la reconstrucció filogenètica.

COMPETÈNCIES

1101 - Grau de Bioquímica y Ciències Biomèdiques

- Capacitat d'anàlisi, síntesi i raonament crític en l'aplicació del mètode científic.
- Desenvolupament d'habilitats per a l'aplicació dels coneixements adquirits al món professional.
- Comprensió del món natural com a producte de l'evolució i de la seua vulnerabilitat enfront de la influència humana.
- Capacitat d'utilitzar les noves tecnologies de la informació i la comunicació.
- Saber utilitzar les diferents fonts bibliogràfiques i bases de dades biològiques i usar les eines bioinformàtiques.
- Conèixer els procediments habituals utilitzats pels científics en l'àrea de les biociències moleculars i la biomedicina per generar, transmetre i divulgar la informació científica.
- Conèixer els elements moleculars i cel·lulars comuns i diferencials dels diferents tipus d'organismes vius amb especial èmfasi en l'ésser humà i organismes model per al seu estudi.
- Comprendre les aproximacions experimentals i les seues limitacions així com interpretar resultats científics en biociències moleculars i biomedicina.
- 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.
- Adquirir destreses en el maneig de les metodologies utilitzades en les biociències moleculars i en el registre anotat d'activitats.
- 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.
- Reconèixer la diversitat biològica i conèixer l'organització dels éssers vius i la ubicació del ser humà i dels organismes model en experimentació biomèdica en aquesta diversitat.



- Conèixer les característiques estructurals i funcionals de les macromolècules.
- Conèixer les bases bioquímiques i moleculars del funcionament cel·lular.
- Conèixer i comprendre les bases moleculars de la informació genètica i els mecanismes de la seua transmissió i variació.
- Tenir una visió integrada del funcionament cel·lular normal i alterat, incloent-hi el metabolisme i l'expressió gènica.
- Conèixer les teories que descriuen i expliquen la complexitat dels sistemes cel·lulars.
- Conèixer els principis físics que subjauen en la complexitat metabòlica, la seua dinàmica i control, i la seua relació amb la patologia i la biotecnologia.
- Conèixer els mètodes que permeten manejar grans quantitats de dades derivades de les tècniques òmiques.
- Conèixer els mecanismes evolutius a escala molecular.
- Conèixer les principals transicions evolutives i la seua localització en l'escala de temps.
- Saber utilitzar els principals mètodes bioinformàtics.
- Accedir a les principals bases de dades biològiques i recuperar i usar la informació que contenen.
- Aplicar correctament els mètodes d'inferència filogenètica i interpretar-ne els resultats.
- Analitzar críticament les definicions de vida, les seues implicacions teòriques i les seues aplicacions en biologia de sistemes i biologia sintètica.
- Conèixer els mecanismes de generació de diversitat enzimàtica i els models d'evolució metabòlica.
- Conèixer la simbiosi com a mecanisme de generació de complexitat genòmica, metabòlica i cel·lular.

RESULTATS DE L'APRENTATGE

- Entendre el funcionament cel·lular amb perspectiva evolutiva.
- Obtenció d'alineaments múltiples de seqüències.
- Reconstrucció d'arbres filogenètics i la seva interpretació.
- Coneixement i respecte de la diversitat humana.
- Habilitat per al treball en equip.
- Analitzar les diferents formes d'abordar problemes científics complexos.
- Capacitat d'anàlisi, síntesi i raonament crític.
- Ús de l'anglès científic.
- Capacitat d'organització i planificació.
- Capacitat de transmissió escrita i oral de dades a nivell científic i divulgatiu.
- Assimilació i anàlisi crítica de la informació científica.
- Identificació de relacions entre ciència i societat.
- Anàlisi de valors culturals implícits en els sabers i pràctiques de la ciència.
- Assimilació de la dimensió històrica del coneixement.
- Assimilació del procés de construcció del coneixement científic.
- Anàlisi d'alguns dilemes ètics derivats de l'aplicació de les biociències moleculars i del seu ús social.
- Situar les biociències moleculars i la biomedicina en el context de la ciència a través del coneixement d'alguns dels seus grans temes i problemàtiques en el món actual.



DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. Evolució química i origen de la vida

QUÈ ÉS LA VIDA? El problema de la definició de vida. Autoorganització, autopoesi, autonomia i evolució oberta. Recursivitat. El problema de la mesura de la complexitat.

EVOLUCIÓ QUÍMICA. Formació de la Terra i química abiòtica. Contribució de materials extraterrestres i de les síntesis orgàniques endògenes. Experiments de simulació en química prebiòtica.

ORIGEN DE LA VIDA. Emergència del metabolisme, la cel·lularitat i els replicadors moleculars. Xarxes protometabòliques i canalització d'energia. Vesícules lipídiques com a models protocel·lulars. Teories de l'origen de la informació genètica i models experimentals de evolució de RNA.

ORIGEN DE LA TRADUCCIÓ I DEL CODI GENÈTIC. Hipòtesi del món de l'RNA. Precursors i descendents de l'RNA: origen de les proteïnes i del DNA. Origen i evolució del codi genètic.

2. Evolució molecular i genòmica

MODELS D'EVOLUCIÓ MOLECULAR. La dinàmica dels gens a les poblacions. Models del procés evolutiu. Taxes i patrons de substitució nucleotídica. La teoria neutral de evolució molecular. El rellotge molecular. La teoria quasi neutral. La controvèrsia entre neutralisme i seleccionisme.

EL CANVI EVOLUTIU EN LES SEQÜÈNCIES. Homologia posicional i alineament de seqüències de nucleòtids i aminoàcids. La substitució nucleotídica en seqüències de DNA. La divergència entre seqüències de DNA. Taxes no uniformes entre posicions nucleotídiques. La divergència entre seqüències codificants. La divergència entre proteïnes.

FILOGENÈTICA MOLECULAR. Arbres filogenètics. Mètodes de reconstrucció filogenètica basats en caràcters i en distàncies. Mètodes estadístics de reconstrucció filogenètica. Fiabilitat de les reconstruccions filogenètiques. Filogenòmica. Aplicació de la filogenètica molecular.

EL POLIMORFISME DEL DNA A LES POBLACIONS. Mesures del polimorfisme de DNA. Genealogia de gens i la teoria de coalescència. La selecció natural a nivell molecular. La genètica molecular de poblacions i l'origen de la humanitat.

EVOLUCIÓ DE LA COMPLEXITAT GENÒMICA. Variació en la grandària del genoma. L'estructura repetitiva del genoma eucariota. Evolució de la funció dels gens. Evolució de la redundància gènica. Formació de nous gens. L'origen de la complexitat genòmica.

3. Evolució cel·lular i metabòlica

ORIGEN DE LA VIDA PROCARIÒTICA. Evidències químiques i paleontològiques de les primeres formes de vida. La reconstrucció de l'avantpassat comú universal: mètodes filogenètics i genòmics. L'origen dels principals dominis cel·lulars. Coevolució de la vida i del planeta: efectes de l'oxigenació de l'atmosfera sobre la complexitat metabòlica i cel·lular.

ORIGEN DE LA VIDA EUCARIÒTICA. Origen del sistema d'endomembranes. Models simbiòtics per a l'origen dels orgànuls energètics. L'origen del nucli cel·lular. L'adquisició de genomes per simbiosi i evolució de la complexitat.

EVOLUCIÓ DEL METABOLISME. Evolució experimental. Propietats enzimàtiques i potencial evolutiu. Models de evolució de rutes i xarxes metabòliques. Aspectes biomèdics de evolució metabòlica.

**VOLUM DE TREBALL**

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	56,00	100
Tutories reglades	4,00	100
Assistència a esdeveniments i activitats externes	5,00	0
Elaboració de treballs individuals	13,00	0
Estudi i treball autònom	40,00	0
Lectures de material complementari	10,00	0
Preparació d'activitats d'avaluació	5,00	0
Preparació de classes de teoria	10,00	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	4,00	0
Resolució de casos pràctics	3,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGIA DOCENT

La metodologia docent de l'assignatura es basa en l'ús de diferents activitats d'aprenentatge entre les que s'inclouen les següents:

- **Classes teòriques participatives.** En elles, el professorat exposarà els conceptes fonamentals de cada un dels temes, emprant diferents metodologies, com la classe magistral, les classes de qüestions, etc., articulades en sessions d'1 hora. Durant aquestes classes es farà ús dels recursos audiovisuals adequats, que prèviament estaran accessibles per als estudiants a través de la plataforma de suport a la docència de la universitat (aula virtual). Durant les sessions, també s'orientarà als estudiants sobre la bibliografia adequada i els recursos a utilitzar per a l'estudi i comprensió dels conceptes i es correlacionaran els mateixos amb les temàtiques de les conferències i seminaris que formen part de la programació de l'assignatura.

- **Seminaris i altres activitats relacionades amb l'adquisició de competències transversals.** Els alumnes prepararan comunicacions científiques en forma de exposició i defensa oral breu de 30 min per estudiant, en sessions de 2 hores.

El nombre total d'hores de classe en grup complet (classes de teoria, de seminaris y d'altres activitats) serà de 52 hores.

- **Tutories presencials en grup reduït.** S'utilitzaran aquestes tutories per a debatre sobre els distints articles científics llegits pels estudiants, per a debatre sobre temes d'actualitat relacionats amb l'assignatura i també per al seguiment i avaluació continuada dels estudiants. Els alumnes hauran de preparar dubtes i preguntes que se'ls haja plantejat durant el curs, que podran ser contestades per altres companys o pel professor en el cas que aquest ho considere oportú. Es potenciarà que siguin els estudiants els que participen activament en les tutories i que el professorat es limite a moderar i resoldre els dubtes que no queden resoltes durant la discussió en grup. L'activitat es realitzarà en 4 sessions d'1 hora.



• **Tutories individuals.** S'utilitzaran per a resoldre qüestions concretes o problemes personals de l'alumne amb l'assignatura. Podran ser personals, *online* o a través del correu electrònic.

AVALUACIÓ

Es durà a terme una avaluació continuada de cada estudiant, basada en les distintes activitats presencials i no presencials descrites en l'apartat de Metodologia, valorant l'assistència a totes les activitats presencials, la realització i presentació de tots els treballs i activitats complementàries, la participació i el grau d'implicació en el procés d'ensenyança i aprenentatge. Els aspectes concrets a valorar seran els següents:

- **Prova objectiva sobre els continguts de l'assignatura.** Consistirà en un examen de qüestions teòriques, bé ne forma de qüestions curtes, llargues o de tipus test. En aquest examen es concedirà especial importància a la comprensió de conceptes bàsics per al desenvolupament de la seua formació biològica i per a la consecució de l'objectiu global de l'assignatura. La nota de l'examen representarà un 60% de la nota final i serà condició indispensable per a superar l'assignatura, aconseguir almenys una puntuació de 5 sobre 10, sempre que s'haja puntuat en tots els seus blocs temàtics (I, II i III) per sobre del 40% del seu valor.
- **Avaluació de les comunicacions científiques en les sessions de seminaris.** L'avaluació d'aquesta activitat permetrà comprovar la capacitat per a obtenir informació científica i disposar de criteri per a valorar la seua validesa, la capacitat de divulgació del coneixement científic, l'habilitat per al treball en equip i la capacitat de presentació de treballs. Representarà un 25% de la nota final i, si s'aprova, la nota es manté per al curs següent.
- **Avaluació de la participació en les activitats presencials, tutories de grup i altres activitats.** Entre altres coses, en aquest apartat es valorarà la capacitat de plantejar dubtes, de proposar respostes i de dirigir la discussió en grup, i l'assistència a classe, com un epígraf més de l'avaluació continuada de l'alumne. La nota d'aquest apartat representarà un 15% de la nota final.

REFERÈNCIES

Bàsiques

- Bedau, M., Cleland, C. (2010) *The Nature of Life*. Cambridge University Press, Cambridge.
- de Duve, C. (2005) *Singularities. Landmarks on the Pathways of Life*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Deamer, D., Szostak, J.W. (2010) *The Origins of Life*. CSH Press, Cold Spring Harbor.
- Gargaud, M, López-García, P., Martin, H. eds. (2011) *Origins and Evolution of Life. An Astrobiological Perspective*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Graur, D., and H.S. Li. 2000. *Fundamentals of molecular evolution*. 2nd Ed. Sinauer.



- Lemey, P., Salemi, M. and Vandamme, A.M. (2009) The Phylogenetic Handbook: A Practical Approach to Phylogenetic Analysis and Hypothesis Testing. 2nd edition. Cambridge Univ. Press.
- Li, H.-S. (1997) Molecular Evolution. Sinauer.
- Lynch, M. (2007) The origins of genome architecture. Sinauer
- Nei, M. and Kumar, S. (2000) Molecular Evolution and Phylogenetics. Oxford Univ Press
- Gargaud, M. et al. (eds) (2011) Encyclopedia of Astrobiology, 3 Vols. Springer

Complementàries

- Deamer, D. (2011) First Life. Discovering Connexions Between Stars, Cells, and How Life Began. California University Press.
- Avise, J. (2004) Molecular Markers, Natural History and Evolution 2nd ed. Chapman & Hall.
- Bromham, L. (2008) Reading the Story in DNA: A Beginner's Guide to Molecular Evolution. Oxford Univ. Press.
- Brown, T.A. (2007) Genomes 3. Oxford. (Versió en castellà: Genomas. Editorial Médica Panamericana).
- Clark, M. (2000) Comparative Genomics. Kluwer Academic Publishers
- Felsenstein, J. (2003) Inferring Phylogenies, 2nd ed. Sinauer.
- Gregory, T.R. (2005) The evolution of the genome. Elsevier.
- Hall, B.G. (2007) Phylogenetic trees made easy: A how-to manual, 3rd Ed. Sinauer.
- Higgs, P.G. and Attwood, T.K. (2005) Bioinformatics and Molecular Evolution, Wiley-Blackwell.
- Kimura, M. (1983) The neutral theory of molecular evolution. Cambridge Univ. Press. Reedición 2008.
- Lane, N. (2009) Life Ascending. The Ten Great Inventions of Evolution. Profile Books, Londres. Versió en castellà: Los diez grandes inventos de la evolución (Ariel, Barcelona, 2009).
- Luisi, P.L. (2006) The Emergence of Life. From Chemical Origins to Synthetic Biology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Oparin, A.I., Haldane, J.B.S. (2007) Lorigen de la vida. Publicacions de la Universitat de València.
- Patthy, L. (2007) Protein Evolution, 2nd Ed. Blackwell Science
- Yarus, M. (2010) Life from an RNA World. The Ancestor Within. Harvard University Press, Cambridge.