

Biologia cel·lular

2015/2016

Codi: 100939

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500253 Biotecnologia	FB	1	1

Professor de contacte

Nom: Elena Ibáñez de Sans

Correu electrònic: Elena.Ibanez@uab.cat

Utilització de llengües

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Prerequisits

En ser una assignatura del primer semestre del pla d'estudis, no existeixen prerequisits per cursar l'assignatura de Biologia Cel·lular. Malgrat això, per garantir el bon seguiment de l'assignatura per part de l'alumne i l'assoliment dels resultats d'aprenentatge plantejats, es recomana que l'alumne tingui uns coneixements previs bàsics de biologia, i més concretament de l'estructura general de les cèl·lules i de les molècules orgàniques que les componen (proteïnes, àcids nucleics, carbohidrats i lípids) així com de les vies principals del metabolisme cel·lular.

D'altra banda, en un disciplina científica com la Biologia Cel·lular on moltes de les fonts d'informació estan en anglès, és recomanable que els estudiants tinguin uns coneixements bàsics d'aquest idioma.

Objectius

L'assignatura de Biologia Cel·lular té un caràcter bàsic dins la titulació i amb ella es pretén que l'alumne adquireixi uns coneixements sòlids sobre l'organització estructural, el funcionament i la regulació de les cèl·lules eucariotes. Aquests coneixements biològics es complementen amb els d'altres assignatures bàsiques i obligatòries del pla d'estudis, com la Biologia Animal i Vegetal, la Genètica, la Bioquímica, la Fisiologia Animal i Vegetal, la Microbiologia o la Immunologia, que, en conjunt, proporcionaran a l'estudiant de Biotecnologia una bona comprensió de l'organització estructural i funcional dels organismes vius. A més, altres assignatures de la titulació com les Tècniques Instrumentals o els Cultius Cel·lulars permetran aprofundir en les tècniques d'estudi de les cèl·lules, que en l'assignatura de Biologia Cel·lular sols es treballaran de manera introductòria. D'altra banda, els coneixements teòrics adquirits en l'assignatura de Biologia Cel·lular es complementen amb una formació pràctica al laboratori en l'assignatura de Laboratori Integrat 1.

La base que proporciona l'assignatura de Biologia Cel·lular és fonamental pel seguiment de moltes de les assignatures esmentades, així com també pel seguiment d'algunes de les assignatures optatives que s'inclouen en el pla d'estudis, raó per la qual aquesta assignatura s'imparteix en el primer semestre del primer curs de la titulació.

Els objectius formatius són que l'estudiant, en finalitzar l'assignatura, sigui capaç de:

1. Reconèixer les principals diferències entre les cèl·lules procariotes i eucariotes.
2. Descriure l'estructura, composició i característiques principals de les membranes cel·lulars.
3. Explicar l'organització i composició d'altres elements de la superfície cel·lular.
4. Descriure els processos de transport a través de les membranes cel·lulars.

5. Descriure l'estructura, composició i funció dels diferents compartiments de les cèl·lules eucariotes, així com les relacions existents entre ells.
6. Explicar el paper dels mitocondris i els cloroplasts en la bioenergètica cel·lular.
7. Descriure els sistemes de classificació i les rutes de tràfic intracel·lular de proteïnes.
8. Descriure la composició de la cromatina i la seva organització en cèl·lules interfàsiques i en divisió.
9. Enumerar els components del citoesquelet i descriure la seva composició i estructura.
10. Explicar la contribució del citoesquelet a la forma i al moviment cel·lular.
11. Identificar i descriure les molècules, estructures i processos implicats en la relació i comunicació de la cèl·lula amb el medi extern i amb altres cèl·lules.
12. Identificar les molècules implicades en la regulació del cicle cel·lular i explicar la seva funció en el sistema de control del cicle.
13. Enumerar i descriure les diferents fases de la divisió cel·lular mitòtica i meiótica i comparar els dos tipus de divisions cel·lulars.
14. Relacionar el funcionament de la cèl·lula eucariota amb les causes d'algunes malalties.
15. Integrar i aplicar els coneixements teòrics adquirits per interpretar els resultats d'experiments científics senzills i per resoldre problemes experimentals de biologia cel·lular.
16. Utilitzar la terminologia científica adequada en el camp de la biologia cel·lular.

Competències

- Adquirir nous coneixements i tècniques de forma autònoma.
- Aplicar les principals tècniques associades a l'ús de sistemes biològics: DNA recombinant i clonació, cultius cel·lulars, manipulació de virus, bacteris i cèl·lules animals i vegetals, tècniques immunològiques, tècniques de microscòpia, proteïnes recombinants i mètodes de separació i caracterització de biomolècules.
- Buscar i gestionar informació procedent de diverses fonts.
- Descriure les bases moleculars, cel·lulars i fisiològiques de l'organització, el funcionament i integració dels organismes vius en el marc de la seva aplicació als processos biotecnològics.
- Llegir textos especialitzats tant a llengua anglesa com a les llengües pròpies.
- Treballar de forma individual i en equip.

Resultats d'aprenentatge

1. Adquirir nous coneixements i tècniques de forma autònoma.
2. Buscar i gestionar informació procedent de diverses fonts.
3. Descriure les molècules, les estructures i els processos implicats en la relació i la comunicació de la cèl·lula amb el medi extern i amb altres cèl·lules.
4. Explicar el funcionament i la regulació del cicle cel·lular i la divisió cel·lular.
5. Integrar les funcions dels diferents orgànuls i estructures cel·lulars amb el funcionament global de la cèl·lula.
6. Llegir textos especialitzats tant a llengua anglesa com a les llengües pròpies.
7. Relacionar les metodologies utilitzades en biologia cel·lular amb els coneixements que, amb aquestes, s'obtenen.
8. Relacionar l'estructura de les diferents parts d'una cèl·lula i el seu funcionament.
9. Treballar de forma individual i en equip.

Continguts

Tema 1. Introducció: organització de la cèl·lula procariota i eucariota. Característiques principals i diferències entre cèl·lules procariotes i eucariotes.

Tema 2. Estructura i composició de la membrana plasmàtica. Funcions, estructura i composició de la membrana plasmàtica. Característiques de la membrana: fluïdesa i asimetria.

Tema 3. Transport de molècules a través de la membrana. Difusió simple i osmosi. Transport de ions i de petites molècules: transport passiu per permeases i per proteïnes de canal; transport actiu primari i secundari.

Tema 4. Matriu extracel·lular i paret cel·lular. La matriu extracel·lular de les cèl·lules animals: composició i funcions; comunicació entre la cèl·lula i la matriu extracel·lular; malalties relacionades amb la matriu extracel·lular. La paret cel·lular vegetal.

Tema 5. Unions i adhesió cel·lular. Unions cel·lulars: unions hermètiques, adherents i comunicants. Adhesió cel·lular: molècules d'adhesió cel·lular.

Tema 6. Introducció als compartiments intracel·lulars i al tràfic de proteïnes. Compartimentació cel·lular. Tràfic intracel·lular de proteïnes.

Tema 7. Nucli. Embolcall nuclear, làmina nuclear i complex del porus: estructura; transport bidireccional nucli-citoplasma. Nuclèol: estructura; síntesi de RNA ribosòmic. Cromatina: composició i estructura; organització de la cromatina en el nucli interfàsic: eucromatina i heterocromatina; organització i estructura del cromosoma.

Tema 8. Citosol. Composició i organització estructural. Funcions del citosol: plegament de les proteïnes, modificació postraduccional i processat de les proteïnes; degradació de proteïnes.

Tema 9. Reticle endoplasmàtic. Introducció al sistema endomembranós. Estructura i composició del reticle endoplasmàtic. Funcions del reticle endoplasmàtic llis: síntesi de lípids i detoxificació cel·lular. Funcions del reticle endoplasmàtic rugós: síntesi de proteïnes solubles i de membrana; modificacions de les proteïnes; control de qualitat.

Tema 10. Aparell de Golgi. Estructura i composició de l'aparell de Golgi. Bases del transport vesicular: tipus de vesícules, formació i fusió de les vesícules amb la membrana diana. Transport del reticle al Golgi i dins del Golgi: Transport vesicular entre el reticle i el Golgi i dins del Golgi; recuperació de proteïnes residents del reticle; modificacions dels oligosacàrids de les proteïnes; metabolisme de lípids i de polisacàrids. Distribució de proteïnes a la xarxa trans-Golgi: transport de proteïnes lisosomals, secreció constitutiva i secreció regulada; retenció de proteïnes residents del Golgi.

Tema 11. Endosomes, lisosomes i vacúols. Endosomes: estructura i composició; classificació; funció: endocitosis (pinocitosis i fagocitosis). Lisosomes: estructura i composició; obtenció del material de digestió (autofàgia i heterofàgia); defectes genètics en les hidrolases àcides. El vacúol de les cèl·lules vegetals.

Tema 12. Mitocondris. Estructura i composició. Biogènesi: genoma mitocondrial i síntesi de proteïnes; importació de lípids i de proteïnes. Funcions del mitocondri: respiració cel·lular. Oxidacions mitocondrials; transport d'electrons; síntesi d'ATP; transport a través de la membrana mitocondrial interna; producció de calor; producció de precursors biosintètics.

Tema 13. Cloroplasts. Estructura i composició. Biogènesi: genoma del cloroplast; importació de proteïnes. Funcions del cloroplast: Fotosíntesi. Reaccions fotodependents: absorció de la llum, transport d'electrons i producció de NADPH i ATP. Reaccions fosques: cicle de Calvin, fotorrespiració.

Tema 14. Peroxisomes. Estructura i composició. Biogènesi: importació de lípids i de proteïnes; malalties genètiques relacionades amb la importació de proteïnes. Funcions generals dels peroxisomes: reaccions oxidatives i oxidació dels àcids grassos. Funcions específiques dels peroxisomes en cèl·lules animals i en cèl·lules vegetals.

Tema 15. Microfilaments. Estructura i composició. Polimerització de l'actina. Proteïnes d'unió a l'actina. Organització dels microfilaments en cèl·lules musculars i no musculars. Moviment cel·lular.

Tema 16. Microtúbuls. Estructura i composició. Polimerització de la tubulina. Proteïnes associades als microtúbuls. Microtúbuls làbils. Microtúbuls estables: centríols, cilis i flagels; estructura, biogènesi i funcions.

Tema 17. Filaments intermedis. Estructura i composició. Polimerització. Proteïnes associades als filaments intermedis. Funcions.

Tema 18. Senyalització cel·lular. Principis bàsics de la senyalització cel·lular. Receptors intracel·lulars. Receptors de superfície cel·lular: receptors associats a proteïnes G; receptors associats a enzims. Integració de senyals.

Tema 19. Cicle cel·lular. Fases del cicle cel·lular. Control del cicle cel·lular: components del sistema i punts de control.

Tema 20. Mitosi. Fases de la mitosi i organització del fus mitòtic. Citocinesi.

Tema 21. Meiosi. Fases de la meiosi. Complex sinaptonemal i sinapsi dels cromosomes. Recombinació genètica.

Metodologia

L'assignatura de Biologia Cel·lular consta de classes teòriques i classes de problemes. A continuació es descriu la organització i la metodologia docent que es seguirà en aquests dos tipus d'activitats formatives.

Classes de teoria:

El contingut del programa de teoria serà impartit principalment pel professor en forma de classes magistrals amb suport audiovisual. Les presentacions utilitzades a classe pel professor estaran prèviament disponibles al Campus Virtual de l'assignatura. Tot i que no és imprescindible ampliar els continguts de les classes impartides pel professor, a no ser que aquest ho demani de forma expressa, s'aconsella que els alumnes consultin de forma regular els llibres recomanats a l'apartat de Bibliografia d'aquesta guia docent per tal de consolidar i clarificar, si és necessari, els continguts explicats a classe. En aquest sentit també és aconsellable que els alumnes utilitzin els enllaços indicats al Campus Virtual, que contenen vídeos i animacions relacionats amb els processos explicats a classe i tests d'autoavaluació que l'alumne pot dur a terme per controlar de forma periòdica el seu procés d'aprenentatge.

A més de l'assistència a les classes, el seguiment de l'assignatura també implicarà un paper actiu de l'alumne, que haurà de preparar una sèrie de temes del programa de teoria (temes 4, 5, 14, 17 i 20) a partir de les pautes que proporcioni el professor. Aquestes pautes es troben recollides en la Guia del Treball d'Autoaprenentatge, disponible al Campus Virtual, que inclou una descripció detallada dels temes que cal preparar i dels seus continguts, així com unes recomanacions generals. El treball d'autoaprenentatge pot ser realitzat de forma individual o en petits grups de treball, i el seu objectiu és fomentar la consulta de les fonts bibliogràfiques i que els alumnes aprenguin a buscar, interpretar i sintetitzar informació i a treballar de manera autònoma. Els dubtes que tinguin els alumnes durant la preparació dels temes es podran discutir amb el professor en unes sessions especials, les dates de les quals s'indicaran al Campus Virtual (vegeu Programació de l'assignatura).

La informació recollida pels alumnes amb el treball d'autoaprenentatge servirà com a material d'estudi individual i no caldrà fer cap lliurament al professor dels temes preparats. És important, però, que l'alumne planifiqui aquest treball d'acord amb el calendari de les classes de problemes i amb el calendari d'avaluació, per tal de tenir els temes preparats abans de les corresponents sessions de problemes i proves d'avaluació (vegeu Programació de l'assignatura).

Classes de problemes:

En aquestes sessions els alumnes es dividiran en dos grups (A i B). L'alumne ha de consultar a quin grup pertany i assistir a les classes corresponents al seu grup. Les dates de les classes de problemes i el recull de problemes que els alumnes hauran de treballar es trobaran disponibles al Campus Virtual.

Les classes de problemes es dedicaran a la resolució de problemes experimentals relacionats amb els continguts del programa de teoria (5 problemes per sessió). Es pretén que aquestes classes serveixin per consolidar els continguts prèviament treballats a les classes de teoria i també perquè l'alumne es familiaritzi amb algunes de les tècniques utilitzades en biologia cel·lular, amb la interpretació de dades científiques, i amb la resolució de problemes basats en situacions experimentals reals.

La metodologia serà la següent:

- A l'inici del curs els alumnes s'organitzaran en grups de quatre persones, inscrivint els grups a través del Campus Virtual abans de la data límit indicada pel professor (vegeu Programació de l'assignatura).
- Els grups treballaran els problemes fora de l'horari de classe. Atès el caràcter experimental de la majoria dels problemes, pot ser necessari que prèviament a la resolució del problema els alumnes hagin de buscar informació sobre les tècniques descrites en el planteig experimental.
- A cada classe de problemes es discutiran i corregiran els 5 problemes corresponents, requerint la participació activa dels alumnes. Concretament, el professor demanarà a un membre a l'atzar dels diferents grups de treball que presenti la resolució d'un problema i l'expliqui a la resta d'alumnes. La resolució del problema serà avaluada pel professor i la qualificació obtinguda serà aplicable a tots els membres del grup de treball al que pertanyi l'alumne.
- A la darrera classe de problemes caldrà que cada alumne lliuri un qüestionari d'avaluació del treball en grup, que estarà disponible al Campus Virtual, valorant el seu propi treball i el del seus companys de grup.

L'objectiu d'aquesta activitat és fomentar el treball en grup dels alumnes, tot assegurant que tots els membres participen activament en el treball del grup.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de problemes	4	0,16	3, 4, 5, 8, 9
Classes de teoria	40	1,6	3, 4, 5, 8
Tipus: Autònomes			
Estudi individual	52	2,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9
Preparació de temes (treball d'autoaprenentatge)	25	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9
Resolució de problemes en grup	25	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9

Avaluació

L'avaluació de l'assignatura, que serà una avaluació continuada al llarg del semestre, constarà de les següents activitats d'avaluació:

1. Proves parcials dels continguts de teoria (avaluació individual): Al llarg del semestre es realitzaran dues proves parcials escrites sobre els continguts teòrics de l'assignatura, que els alumnes hauran de respondre de

manera individual. Aquestes proves constaran d'una sèrie de preguntes de tipus test sobre els corresponents temes del programa de teoria, inclosos aquells que hagin de ser preparats pels estudiants.

L'objectiu d'aquestes proves és avaluar no tant sols que els alumnes hagin adquirit els coneixements conceptuals de l'assignatura sinó, més important, que els hagin comprés i els sàpiguen integrar i relacionar entre sí. A més, en incloure preguntes relacionades amb els temes que els alumnes hauran hagut de treballar de manera autònoma, també permetrà avaluar la seva competència en la gestió de la informació, és a dir, en la capacitat de buscar, analitzar i sintetitzar la informació de diferents fonts per construir uns coneixements.

La primera prova comprendrà els temes 1 al 11 i la segona prova comprendrà els temes 12 a 21, si bé que també pot incloure de forma indirecta continguts del primer bloc de temes. Les dates i horaris de les dues proves s'indicaran al Campus Virtual (vegeu Programació de l'assignatura). El pes de cadascuna d'aquestes proves sobre la nota final serà del 35%, i per aprovar l'assignatura caldrà que l'alumne obtingui una qualificació mínima de 4 punts (sobre 10) en cadascuna de les proves.

2. Exposició a classe dels problemes treballats en grup (avaluació grupal): Les exposicions orals que facin els estudiants en cada sessió presencial explicant la resolució dels corresponents problemes seran valorades, tenint en compte no tant sols el resultat del problema sinó també el seu plantejament i la seva comprensió per part de l'estudiant que faci l'exposició. Si cal, el professor farà preguntes a l'estudiant que li permetin comprovar que realment ha entès i treballat el problema. La qualificació que obtingui l'estudiant serà aplicable a tots els membres del seu grup i tindrà un pes del 15% sobre la qualificació final de l'assignatura.

Per tal que la nota d'aquesta avaluació grupal sigui tinguda en compte en la nota final de l'assignatura serà obligatori que cada grup hagi fet com a mínim una exposició d'un problema davant la classe i que cada membre del grup hagi lliurat el qüestionari del treball en grup. Aquest qüestionari, en forma de matriu de valoració, contindrà preguntes referents a la participació de l'estudiant en el treball del grup. L'objectiu és controlar el funcionament dels grups de treball i poder detectar aquells estudiants que no hi participen o que interfereixen negativament en el treball del grup. Tot i que els resultats d'aquests qüestionaris no tindran d'entrada un pes específic en la qualificació de l'assignatura, en cas de detectar valoracions negatives d'un estudiant per part de la resta de membres del seu grup que demostrin que no ha participat en el treball, la qualificació obtinguda pel grup no s'aplicarà a aquest estudiant o bé se li reduirà a la meitat.

3. Resolució escrita de dos problemes (avaluació individual): Juntament amb cadascuna de les proves parcials de l'assignatura l'alumne haurà de resoldre de forma individual un problema, similar als que haurà treballat amb el grup. La qualificació d'aquests problemes per part del professor tindrà un pes màxim del 15% (7,5% cadascun) sobre la nota final de l'assignatura.

Per tal de superar l'assignatura els estudiants hauran de realitzar les dues proves parcials i la resolució individual dels dos problemes, formar part d'un grup de treball que hagi exposat com a mínim la resolució d'un problema a classe, i lliurar el qüestionari d'avaluació del treball en grup. Sobre un total de 10 punts, caldrà que l'alumne obtingui una qualificació igual o superior a 4 punts en cadascuna de les dues proves parcials i una qualificació global igual o superior a 5 punts per al total de proves d'avaluació de l'assignatura.

En cas que l'alumne obtingui una qualificació inferior a 4 punts en la primera prova parcial, podrà realitzar una prova de recuperació dels continguts corresponents, juntament amb la segona prova parcial. Els alumnes que, havent superat la primera prova parcial, vulguin millorar la seva qualificació també podran realitzar aquesta prova de recuperació juntament amb el segon parcial. Cal tenir en compte, però, que el fet de realitzar aquesta prova de recuperació implicarà la renúncia per part de l'estudiant de la qualificació obtinguda en la primera prova parcial.

Els estudiants que no assoleixin la qualificació mínima de 4 punts en alguna de les dues proves parcials no podran superar l'assignatura i rebran una qualificació final màxima de l'assignatura de 4 punts.

Els estudiants que, per causa justificada i havent rebut l'autorització prèvia del professor, no formin part de cap grup de treball ni segueixin l'avaluació continuada de la part de problemes de l'assignatura, hauran de dur a terme igualment la resolució dels problemes de forma individual el dia de les proves parcials. Atès que no hauran pogut demostrar la superació d'algunes competències i resultats d'aprenentatge de l'assignatura, la qualificació màxima que podran obtenir en l'assignatura serà de 8,5 punts (sobre 10).

L'alumne rebrà la qualificació de No Avaluable quan la valoració de totes les activitats d'avaluació realitzades no li permeti assolir la qualificació global de 5 punts en el supòsit que hagués obtingut la màxima nota en totes elles.

Els alumnes repetidors podran decidir mantenir la nota de l'avaluació continuada de problemes del curs anterior (exposicions a classe), si aquesta és superior 5, o bé tornar a realitzar aquesta avaluació. En qualsevol dels dos casos, però, serà imprescindible realitzar les dues proves de resolució individual d'un problema a més de les dues proves parcials per tal de poder superar l'assignatura.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Exposició de problemes a classe (avaluació grupal)	15%	0	0	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9
Primera prova parcial de continguts teòrics: Temes 1 a 11 (avaluació individual)	35%	1,5	0,06	1, 2, 3, 5, 6, 8, 9
Resolució individual d'un problema: Problema 1 (avaluació individual)	7.5%	0,5	0,02	3, 4, 5, 7, 8, 9
Resolució individual d'un problema: Problema 2 (avaluació individual)	7.5%	0,5	0,02	3, 4, 5, 7, 8, 9
Segona prova parcial de continguts teòrics: Temes 12 a 21 (avaluació individual)	35%	1,5	0,06	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9

Bibliografia

Bibliografia bàsica:

Alberts B, Johnson A, Lewis J, Morgan D, Raff M, Roberts K, Walter P. **Molecular Biology of the Cell**. 6th Edition. Garland Science. New York, 2013. ISBN: 9780815344643.

Darrera versió del llibre traduïda al castellà:

Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P. **Biología Molecular de la Célula**. 5ª Edición. Ediciones Omega S.A. Barcelona, 2010. ISBN: 9788428215077.

Alberts B, Bray D, Hopkin K, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P. **Essential Cell Biology**. 4th Edition. Garland Science. New York, 2013. ISBN: 9780815344544

Darrera versió del llibre traduïda al castellà:

Alberts B, Bray D, Hopkin K, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P. **Introducción a la Biología Celular**. 3ª Edición. Editorial Médica Panamericana. Madrid, 2011. ISBN: 9786077743187

Plopper G, Sharp D, Sikorski E. **Lewin's Cells**. 3th Edition. Jones & Bartlett Learning. Boston, 2015. ISBN: 9781284029390.

Darrera versió del llibre traduïda al castellà:

Cassimeris L, Lingappa V, Plopper G. **Lewin Células**. 2ª Edición. McGraw Hill. Madrid, 2012. ISBN: 9786071507464.

Cooper GM, Hausman RE. **La Célula**. 6ª Edición. Marbán Libros S.L. Madrid, 2013. ISBN: 9788471019479.

Hardin J, Bertoni GP, Kleinsmith LJ. **Becker's World of the Cell**. 8th Edition. Pearson. San Francisco, 2010. ISBN: 9780321716026.

Darrera versió del llibre traduïda al castellà:

Becker WM, Kleinsmith LJ, Hardin J. **El Mundo de la Célula**. 6ª Edición. Pearson Educación SA. Madrid, 2006. ISBN: 9788420550138.

Karp G. **Biología Celular y Molecular**. 7ª Edición. McGraw Hill. México, 2014. ISBN: 9786071511379.

Lodish H, Berk A, Kaiser CA, Krieger M, Bretscher A, Ploegh H, Amon A, Scott MP. **Molecular Cell Biology**. 7th Edition. WH Freeman and Company. New York, 2012. ISBN: 978-1464102325.

Darrera versió del llibre traduïda al castellà:

Lodish H, Berk A, Matsudaira P, Kaiser CA, Krieger M, Scott MP, Zipursky SL, Darnell J. **Biología Celular y Molecular**. 5ª Edición. Editorial Médica Panamericana. Madrid, 2005. ISBN: 9789500613743.

Enllaços web:

Disponibles al Campus Virtual de l'assignatura (<https://cv2008.uab.cat/>)