



GUIA DOCENT

ESTRUCTURA I FUNCIO CEL.LULAR

Coordinació: RIBERA CALVET, JOAN

Any acadèmic 2019-20

Informació general de l'assignatura

Denominació	ESTRUCTURA I FUNCIO CEL.LULAR			
Codi	100501			
Semestre d'impartició	PRIMER QUADRIMESTRE			
Caràcter	Grau/Màster	Curs	Caràcter	
	Grau en Medicina	1	TRONCAL	
Modalitat	Presencial			
Nombre de crèdits assignatura (ECTS)	12			
Tipus d'activitat, crèdits i grups	Tipus d'activitat	PRALAB	PRAULA	TEORIA
	Nombre de crèdits	2	3.6	6.4
	Nombre de grups	12	6	1
Coordinació	RIBERA CALVET, JOAN			
Departament/s	MEDICINA EXPERIMENTAL			
Distribució càrrega docent entre la classe presencial i el treball autònom de l'estudiant	H Presencials 120 H. No Presencials 180			
Informació important sobre tractament de dades	Consulteu aquest enllaç per a més informació.			
Idioma/es d'impartició	Català			
Distribució de crèdits	Classes Magistrals (Grup Gran) 6 ECTS Pràctiques Laboratori (Grup Petit) 2 ECTS Seminaris (Grup Mitjà) 4, ECTS			
Horari de tutoria/lloc	Dimecres a les 13h			

Professor/a (s/es)	Adreça electrònica professor/a (s/es)	Crèdits impartits pel professorat	Horari de tutoria/lloc
BOADA PALLAS, JORDI	jordi.boada@udl.cat	18,4	
ENCINAS MARTIN, MARIO	mario.encinas@udl.cat	13,5	
RIBERA CALVET, JOAN	joan.ribera@udl.cat	20,1	

Informació complementària de l'assignatura

És una matèria del primer curs del Grau de Medicina que s'imparteix durant el primer semestre del curs acadèmic. Amb el pla de treball proposat es vol proporcionar, als alumnes que inicien el estudis de Medicina, els coneixements bàsics i necessaris que els han de permetre entendre els processos cel·lulars responsables del funcionament del cos humà i interpretar les bases cel·lulars de les malalties. A més, aquests coneixements s'hauran de saber utilitzar per resoldre problemes de salut, tot utilitzant un llenguatge científic bàsic relacionat amb la Biologia Cel·lular i la Fisiologia General.

A més de facilitar l'adquisició de competències bàsiques transversals, es pretén que els estudiants adquireixin competències terminològiques i els conceptes bàsics de Biologia Cel·lular i Fisiologia General, tant a nivell estructural com funcional. A nivell instrumental, a més de familiaritzar els alumnes amb les tècniques bàsiques emprades en l'estudi de les cèl·lules, es col·laborarà en l'adquisició de competències relacionades amb la seva capacitat de comunicació, el treball en equip i en la utilització de les TIC (Tecnologies de la Informació i Comunicació) per a l'obtenció i el maneig de la informació.

Per facilitar el seguiment d'aquesta matèria és aconsellable que els alumnes procedents de Batxillerat hagin cursat, a més de la Biologia, la matèria optativa Biologia Humana.

Com que una de les competències que han d'adquirir els estudiants de medicina és autoformar-se utilitzant les noves tecnologies, una part de la matèria s'impartirà de forma virtual a través del Campus Virtual de la UdL.

Objectius acadèmics de l'assignatura

1) A nivell de coneixements l'estudiant que superi l'assignatura ha de:

- Conèixer i saber aplicar els conceptes especificats en el programa teòric.
- Saber utilitzar els conceptes cel·lulars i les bases fisiològiques per interpretar aspectes fisiològics i de la patologia humana.
- Conèixer la terminologia i el llenguatge científic bàsic relacionat amb la Biologia Cel·lular i la Fisiologia.

2) Els principals objectius docents que es volen assolir amb les activitats programades són:

- Conèixer i saber identificar microscòpicament diferents tipus de cèl·lules.
- Conèixer a nivell ultraestructural els diferents elements cel·lulars i saber-los distingir.
- Conèixer l'organització molecular i els aspectes funcionals dels diferents òrgans i compartiments cel·lulars. A més, els alumnes hauran de saber aplicar aquests coneixements en la interpretació de situacions fisiopatològiques.

3) A més, l'estudiant que superi la assignatura ha de assolir les següents competències:

- Saber utilitzar correctament el microscopi òptic.
- Saber realitzar les tècniques convencionals bàsiques emprades en la preparació de mostres per a ser observades al microscopi
- Saber descriure el que observa amb un microscopi òptic i identificar-ne els elements observats.
- Descriure i interpretar microfotografies de microscòpia electrònica.
- Utilitzar correctament l'entorn tecnològic bàsic en el qual es desenvoluparà la seva formació (Campus virtual, correu electrònic, dossiers electrònics) i manejar a nivell d'usuari paquets d'informàtics generals
- Adquisició d'hàbits per autoformar-se:
- Cercar, seleccionar i processar la informació relacionada amb la matèria utilitzant les TIC. Mostrar hàbits regulars d'estudi sostenible
- Saber recollir el aspectes més rellevants d'un text científic, elaborar un resum i exposar-lo al seus companys
- Treballar en equip en la resolució de problemes.

Competències

- 1) Conèixer l'estructura i funció cel·lular
- 6) Comunicació cel·lular
- 7) Membranes excitable
- 8) Cicle cel·lular
- 9) Diferenciació i proliferació cel·lular
- 25) Homeòstasi
- 26) Adaptació a l'entorn
- 27) Manejar material i tècniques bàsiques de laboratori

Continguts fonamentals de l'assignatura

Tema 1 Introducció als cos humà.

Els compartiments aquosos. Nivells d'organització. Forma i funció. Els compartiments aquosos. Medi intracel·lular. Medi extracel·lular (J. Boada).

Tema 2 Principis bioenergètiques aplicables als sistemes biològics.

ATP moneda energètica, Gradients electroquímics. Processos oxidoreducció (J. Boada)

ESTRUCTURA I FUNCIO CEL·LULAR 2019-20

Tema 3 La cèl·lula com unitat estructural i funcional del cos humà.

Les cèl·lules mare com a eina terapèutica. Teoria cel·lular. Especialització cel·lular. Concepte de teixit. Diversitat cel·lular (J. Ribera)

Tema 4 L'entorn cel·lular. La matriu extracel·lular.

Elements acel·lulars del nostre cos. La matriu extracel·lular: organització molecular, elements fibrosos: el col·lagen, substància fonamental amorfa: proteoglicans i glicosaminoglicans, proteïnes adhesió. El matrisoma. Interacció de les cèl·lules amb la MEC: migració cel·lular i reparació de teixits. (J. Ribera)

Tema 5 Membranes.

Composició química i organització molecular de les membranes. Lípids de membrana. La bicapa lipídica i la seva fluïdesa. Proteïnes de membrana: integrals, perifèriques, ancorades a lípids. Els carbohidrats de la membrana. La membrana com a mosaic fluid. Asimetria i dominis de la membrana. Membranes artificials, liposomes. (J. Ribera)

Tema 6 Membrana cel·lular i adhesió cel·lular. Integració de les cèl·lules en teixits. *L'Epiteli com a model d'elements d'adhesió cel·lular. Molècules d'adhesió cel·lular Especialitzacions de la membrana, unions cel·lulars: desmosomes, hemidesmosomes, gap, unions estretes. Molècules d'adhesió i migració cel·lular. (J. Ribera)*

Tema 7 Moviment d'aigua a través de les membranes.

Mecanismes i models de transport que regulen els intercanvis entre els compartiments que separen les membranes. Permeabilitat de les membranes. Difusió i moviment d'aigua: osmosis. Aquaporines (J. Boada, J. Ribera)

Tema 8 Transport macromolecular a través de la membrana.

Relació de la membrana amb els altres compartiments intracel·lulars. Entrada i sortida de substàncies per vesiculació. Endocitosis mediada per receptor. La clatrina, les adaptines i la dinamina. L'endosoma (J. Ribera)

Tema 9 Transport a nivell molecular.

Transport a nivell molecular: transportadors, canals i bombes. Acoblament de sistemes de transport molecular. Barrera hematoencefàlica. (J. Boada)

Tema 10 El citoplasma.

Composició i organització del citosol. Dipòsits intracitosòlics: grànuls de glicogen, gotes lipídiques. Degradació de proteïnes: el proteasoma (J. Ribera)

Tema 11 El ribosoma.

Introducció a la síntesi de proteïnes. El ribosoma. Diversitat: ribosomes citosòlics i mitoribosomes. Organització molecular. Poliribosomes. Biogènesi del ribosomes. (J. Ribera)

Tema 12 Propietats elèctriques de les membranes.

Bioelectricitat. Bases iòniques del potencial de membrana. Membranes excitable. Potencial electrònic. Potencial d'acció. (J. Boada)

Tema 13 La neurona com a model de cèl·lula excitable.

Aspectes morfològics de les neurones. Polaritat de les neurones. Xarxes neuronals. La beina de mielina. Conducció saltatòria. Concepte de neurotransmissor i receptor. (J. Boada)

Tema 14 Homeòstasi i adaptació a l'entorn.

Medi intern i entorn. Conformisme versus adaptació. Concepte d'homeòstasi. Retroalimentació negativa. Retroalimentació positiva. Homeòstasi i malaltia. Al·lostasi. (J. Boada)

Tema 15 Bases fisiològiques de la comunicació cel·lular.

Etapes de la comunicació cel·lular. Senyalització extracel·lular. Comunicació paracrina. Comunicació endocrina. Comunicació autocrina. Comunicació sinàptica. (J. Boada)

Tema 16 Receptors de senyals de superfície.

Tipus de receptors: Canals, Proteïnes G trimètriques, Receptors enzimàtics: proteïnases. Senyalització intracel·lular: transducció de senyal. Segons missatgers (M Encinas)

Tema 17 Citoesquelet.

Elements que configuren l'armadura esquelètica de les cèl·lules. Els microtúbuls: bases moleculars de la seva organització i dinàmica. Els microfilaments: bases moleculars de la seva organització i dinàmica. Els filaments intermedis (FI): bases moleculars de la seva organització i dinàmica. Diversitat de FIs: els FI com a marcadors de poblacions cel·lulars. (M Encinas)

Tema 18 Citoesquelet i Motilitat Cel·lular.

Proteïnes associades als citoesquelet: polaritat dels elements del citoesquelet, proteïnes estructurals i motores. Centríols. Cilis i Flagels El Sarcòmer. Organització citoplasmàtica i citoesquelet: el microvilli. (M Encinas)

Tema 19 Contracció muscular.

Bases moleculars i cel·lulars de la contracció muscular. Sinapsi neuromuscular. Múscul esquelètic. Múscul cardíac. Múscul llis. (J. Boada)

Tema 20 El mitocondri.

Conversió energètica en els éssers vius. Fonaments cel·lulars de la respiració. Consum d'oxigen i producció d'oxigen als éssers vius. El mitocondri com element clau en la producció energètica de les cèl·lules; ultraestructura i característiques morfològiques del mitocondri. La membrana externa i l'espai intermembranari. La membrana interna: les crestes, organització molecular, permeabilitat i transportadors, la cadena respiratòria, ATP-sintetasa. Moviment de protons a través de la membrana interna. Termogènesi. Altres funcions del mitocondri. Síntesi complex Fe-S La matriu mitocondrial: els mitoribosomes, el DNA mitocondrial i el seu significat funcional. Biogènesi dels mitocondris i el seu components. Herència materna (J. Ribera) F

Tema 21 El peroxisoma.

Característiques ultraestructurals i moleculars. Aspectes funcionals: oxidació de compostos orgànics. La beta-oxidació del peroxisoma Participació en la detoxificació Biogènesi dels peroxisomes. (J. Ribera)

Tema 22 Bases cel·lulars de la hipòxia i l'estrès oxidatiu.

Cascada de l'oxigen. Resposta cel·lular a la hipòxia: HIF. Anòxia. Hiperòxia. Espècies reactives d'oxigen i nitrogen. Estrès oxidatiu. (J. Boada)

Tema 23 Sistema endomembranós.

Via secretora intracel·lular. *Reticle endoplasmàtic: ultraestructura i característiques morfològiques, RER i REL. Síntesi de proteïnes al reticle: SRP i el pèptid senyal. Modificació de proteïnes i control de qualitat. Síntesi de lípids. Detoxificació. El reticle sarcoplasmàtic i els dipòsits de calci. Aparell de Golgi. Ultraestructura i característiques morfològiques. Modificació de proteïnes. Empaquetament i distribució de components que travessen pel Golgi.*

Tràfic vesicular. *Endosomes. Característiques morfològiques. Tràfic intracel·lular. Vesícules recobertes: COP i clatrina Les proteïnes SNARE. Mecanismes de fusió vesicular. Tràfic entre reticle i Golgi. ERGIC. Transcitosis.*

Digestió intracel·lular. *Els Lisosomes. Característiques morfològiques: la bomba de protons. Digestió intracel·lular: fagocitosi, heterofàgia, autofàgia, crinofàgia i cossos residuals. Biogènesi. (M. Encinas)*

Tema 24. Secreció cel·lular.

Cèl·lules secretores. Glàndules. Secrecions exocrines. Secrecions endocrines. Eixos endocrins (J. Boada).

Tema 25. El Nucli.

Organització. Ultraestructura i característiques morfofuncionals. L'embolcall nuclear: la làmina nuclear i les lamines, el porus nuclear. Intercanvis nucleocitoplasmàtics: exportines, importines. Mecanismes moleculars que governen els intercanvis nucli-citoplasma: NES i NLS. La cromatina: les histones. Organització estructural de la cromatina: el nucleosoma, la fibra nucleosòmica, llaços i cromòmers. Distribució de la cromatina en el nucleó interfàsic. Empaquetament i activitat gènica: heterocromatina constitutiva i facultativa, la cromatina sexual; eucromatina i síntesi de RNA. Regions especialitzades del nucli: el nucleol i la biogènesis de ribosomes, el cos de Cajal.(J.Ribera)

Tema 26. La reproducció cel·lular.

El cicle cel·lular. Fases. Control del cicle: ciclines i CDKs. Mecanismes de divisió cel·lular: Mitosi: fases, el fus mitòtic, el cromosoma metafàsic. Meiosi: fases. Significat funcional de la mitosi i la meiosi. (M. Encinas)

Tema 27. La mort cel·lular. Tipus de mort cel·lular. Necrosis: peculiaritats i significat funcional. Apoptosi: peculiaritats i significat funcional. (M. Encinas)

Tema 31. Mètodes d'estudi i recerca en Biologia Cel·lular. Tema a desenvolupar com activitat pràctica al laboratori. (J.Ribera, J. Boada i M..Encinas)

Eixos metodològics de l'assignatura

Per assolir els objectius i adquirir les competències atribuïdes es programaran les següents activitats:

Classes magistrals. (CM)

- Aquestes es realitzaran amb tots els alumnes i no són obligatòries.
- Tenen com finalitat donar un visió general del contingut temàtic destacant-hi aquells aspectes que els seran útils en la seva formació com a metges.

Seminaris

- Aquestes es realitzaran amb 1/6 dels estudiants, **són obligatòries i s'han de fer amb el grup corresponent**. Cada grup es subdividirà en 5 grups de treball que sempre estaran integrats pels mateixos alumnes.
- El seminaris tenen com a finalitat que els alumnes apliquin el conceptes teòrics i que aprofundeixin en aquests aspectes més rellevants i mes complexes dels temes.

Activitats virtuals.

- Aquestes activitats es realitzaran a través Campus virtual UdL (Sakai) i la plataforma d'autoavaluació innovacampus. **Són obligatòries**
- Aprofitant aquest espai els alumnes faran diferents activitats vinculades amb la preparació de continguts temàtics, la aplicació de conceptes, el treball en equip i realització de treballs.

Tutories. (Tut)

- Aquestes es realitzaran amb 1/6 dels estudiants, **són obligatòries i s'han de fer amb el grup assignat**. És una activitat que es realitzarà com a cloenda d'un grup temàtic.
- Tindrà com a finalitat fer una posada en comú dels continguts temàtics, orientar els aprenentatges evitant la dispersió, clarificar dubtes i establir un diagrama conceptual.

Activitats aula informàtica. (A Inf.)

- Aquestes es realitzaran amb 1/6 dels estudiants, són obligatòries.
- El alumnes realitzaran algunes pràctiques amb ordinador amb la finalitat de que apliquin i treballin alguns conceptes teòrics.

Pràctiques de laboratori. (PL).

- Aquestes es realitzaran amb 1/6 dels estudiants, **són obligatòries**. El alumnes que no facin el 90% de les pràctiques no el hi serà avaluada.
- Les pràctiques de laboratori tenen com a finalitat que els alumnes es familiaritzen amb les tècniques de microscòpia bàsiques, aprenguin a utilitzar el microscopi, coneguin els diferents tipus de microscopis i la seva utilització, apareguin a prepara mostres, que sàpiguen fer anar el microscopi i reconèixer els teixits bàsics.

És **OBLIGATORI** que els estudiants portin en el transcurs de les pràctiques docents:

- Bata laboratori blanca UdL unisex
- Ulleres de protecció
- Guants de protecció química

•

Es pot adquirir a la botiga **ÚDELS** de la UdL

Centre de Cultures i Cooperació Transfronterera – Campus Cappidat

Carrer de Jaume II, 67 baixos

25001 Lleida

<http://www.publicacions.udl.cat/>

Per a altres equips de protecció (per exemple mascaretes respiratòries, etc.), dependran del tipus de pràctica a realitzar. En aquest cas, el professor responsable informará si és necessari la utilització d'aquests EPI específics.

No portar els EPI descrits o no complir les normes de seguretat generals que es detallen a continuació comportará que l'estudiant no pugui accedir als laboratoris o que hagi de sortir del mateixos.

NORMES GENERALS DE SEGURETAT EN LES PRÀCTIQUES DE LABORATORI

- Mantenir el lloc de realització de les pràctiques net i ordenat. La taula de treball ha de quedar lliure de motxilles, carpetes, abrics...
- En el laboratori no es podrà venir amb pantalons curts ni faldilles curtes.
- Portar calçat tancat i cobert durant la realització de les pràctiques.
- Portar el cabell llarg sempre recollit
- Mantenir les bates cordades per protegir enfront d'esquitxades i vessaments de substàncies químiques.
- No portar polseres, penjolls o mànigues amples que puguin ser atrapatats pels equips.
- Evitar portar lents de contacte, ja que l'efecte dels productes químics és molt més gran si s'introdueixen entre la lent de contacte i la còrnia.
- No menjar ni beure dins el laboratori
- Està prohibit fumar dins dels laboratoris
- Rentar-se les mans sempre que es tingui contacte amb algun producte químic i abans de sortir del laboratori.
- Seguir les instruccions del professor i consultar qualsevol dubte sobre seguretat

Sistema d'avaluació

LA NOTA FINAL SERÀ LA SUMA DELS DIFERENTS ASPECTES AVALUATS

La nota final serà la suma dels diferents aspectes avaluats, sempre i quan les proves escrites o examen s'obtingui la nota mínima de 4 sobre 10:

- 1) Els coneixements conceptuals i teòrics seran avaluats amb un examen parcial i un final. El primer examen (parcial) representarà el 25% de la nota final i no és recuperable. L'examen és recuperable y representa el 50% de la nota final. A l'examen parcial s'ha d'obtenir una nota mínima de 4 punts per a poder ser acumulatiu i al final s'ha d'obtenir una nota de mínima de 4 per a poder aprovar el curs.
- 2) La realització i participació activa en totes les activitats programades, els treballs en grup i individuals, presentació de treballs i realització activitats via plataforma virtual UdL representarà un 10 % de la nota final.
- 3) Avaluació competències instrumentals, metodològiques i disseny experimental vinculades a les activitats sobre el mètodes d'estudi i recerca en Biologia Cel·lular. Aquests que representarà el 15 % de la nota final.

PER A SUPERAR LA MATERIA S'HAN D'ACUMULAR 5 PUNTS SOBRE 10. ELS ALUMNES QUE NO SUPERIN LA MATÈRIA EL PROPER CURS HAURAN DE REALITZAR TOTES LES ACTIVITATS FORMATIVES OBLIGATÒRIES (PRÀCTIQUES I SEMINARIS)

ESTRUCTURA I FUNCIO CEL.LULAR 2019-20

Activitats d'avaluació	% nota final	Tipus avaluació
Teoria	50	Examen test
Pràctiques	15	Examen pràctic
Parcial 1	25	Examen
Activitats	10	Avaluació continua

Bibliografia i recursos d'informació

Biologia Cel.lular

- H. Lodish; A. Berk, CA. Kaiser, M. Krieger, A. Bretscher, H. Ploegh, KC. Martin (2016), *Molecular Cell Biology*, 8 ed W.H Freeman and Co
- B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis, P. Walter, M. Raff, K. Roberts (2017 6 ed) *Molecular Biology of the Cell*. Ed Taylor & Francis Group
- Gerald Karp, Janet Iwasa, Wallace Marshall (2015, 8 ed) *Cell Biology*, ed. John Wiley Son.
- Cell Biology- <https://www.nature.com/scitable/topic/cell-biology-13906536>
- B Alberts , D Bray , K Hopkin , A Johnson , J Lewis , M Raff , K Roberts , P Walter (2011, 3Ed) *Introducción a la biología celular* Alberts, Bruce, 2006, Médica Panamericana
- Cooper & Hausman *The Cell: A Molecular Approach* (2016- 7 Edition) Ed Sinauer
- Cooper & Hausman *La Célula* (2016- 7 edición) Ed Marbán
- B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis, P. Walter, M. Raff, K. Roberts (2016), *Biología Molecular de la Célula*, 6ª Ed. Ed Omega. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/bv.fcgi?call=bv.View..ShowTOC&rid=mboc4.TOC&depth=2>
- Lodish H; Baltimore D; Berk A; Zipurski SL; Matsudaira P; Damell J. (2016),. *Biología Celular y Molecular*. 7a edición ed. Medica Panamericana .
- Tomas D. Pollard, William C. Earnshaw (2007), *Cell Biology*, 2n Ed Ed Elsevier.
- Geoffrey M. Cooper and Robert E. Hausman (2009) *The Cell: A Molecular Approach 5th Ed*. ASM Press and Sinauer Associates, Inc (<http://www.sinauer.com/detail.php?id=3006>)
- Cooper And Hausman. (2009), *La Célula*, 5 Ed Marban Libros. (<http://www.marbanlibros.com/libro.asp?id=64&Especialidad=Biolog%EDa%20Celular&idEspecialidad=129>)
- B. Alberts, D. Bray, K. Hopkin, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, P. Walter (2018), *Essential Cell Biology*. Fifth Edition. W.W.Norton& Company ltd
- Pavelka M, Roth J (2005), *Functional Ultrastructure*. An Atlas of Tissue Biology and Pathology. Ed Springer.
- Plattner H, Hentschel (2014- 4 edición), *Manual de Biología Cel.lular* .Omega
- Berkaloff A, Bourget J, Favard P, Lacroix JC (1981-83), *Biología y Fisiología Celular*. Ed. Omega. Smith CA, Wood EJ.

Fisiología Cel.lular.

- FOX, S. I. Fisiología humana. 10a. ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2008.
- GANONG, W. F. Fisiología humana. 20a. ed. México: El Manual Moderno, 2006.
- GUYTON, A. C. Tratado de fisiología médica. 11a. ed. Madrid: Elsevier España, 2006.
- GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Fisiología y fisiopatología. 6a. ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 1998.
- LEVY, M. N.; STANTON, B. A.; KOEPPEN, B. M. Fisiología: Berne y Levy. 4a. ed. Madrid: Harcourt, 2006.
- POCOCK, G. Fisiología humana: la base de la medicina. 2a. ed. Barcelona: Masson, 2005.
- TRESGUERRES, J. A. F. [et al.]. Fisiología humana. 3a. ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2003.

ADRECES INTERNET INTERESSANTS PER A CONSULTAR

Biologia Cel.lular.

- Biology Project. Cell Biology. http://www.biology.arizona.edu/cell_bio/cell_bio.html
- Cell and Molecular Biology online. <http://www.cellbio.com/>
- Cell Biology Links. http://bama.ua.edu/~hsmithso/class/bsc_495/index.shtml
- Cells alive. <http://www.cellsalive.com/index.htm>
- Cellupedia. <http://library.thinkquest.org/C004535/introduction.html>
- Hypertextbook Cell Biology. <http://web.mit.edu/esgbio/www/cb/cbdir.html>
- La cél.lula. <http://lachelula.udl.es/>
- The virtual Cell web page. <http://www.ibiblio.org/virtualcell/>
- The Virtual Library of Biochemistry and Cell Biology. <http://www.biochemweb.org/>
- Webs de la cél.lula. http://www.infochembio.ethz.ch/links/en/cellbio_lehrmittel.html

Fisiologia Cel.lular.

- Fluid Physiology - an on-line text. <http://www.anaesthesiamcq.com/FluidBook/index.php>
- Encyclopedia of Neuroscience. <http://www.sciencedirect.com/science/referenceworks/9780080450469>

Atles de microscòpia

- Advanced Microscopy for the Teaching Laboratory. <http://dept.kent.edu/projects/cell/>
- Dr. Jastrow's Elektron Microscopic Atlas.
- <http://www.uni-mainz.de/FB/Medizin/Anatomie/workshop/EM/EMAtlas.html>
- Light and electron microscopy atlas. <http://pages.unibas.ch/zmb/ATLAS/>
- Techniques in the Microscopy Suite. <http://www.itg.uiuc.edu/ms/techniques/>
- Cell Ultrastructure. <http://www.udel.edu/Biology/Wags/histopage/empage/ecu/ecu.htm> Cooper & Hausman *The Cell: A Molecular Approach* (2016 Seventh Edition) Ed Sinauer