

Nom Assignatura: Diagnòstic per la Imatge
Codi: 20427
Titulació: Grau de Biologia Humana
Curs: 4rt
Trimestre: 1r
Nombre de crèdits ECTS: 4
Hores de dedicació estudiant: 100
Llengua o llengües de la docència: Català i castellà.
Professorat: Manuel Algara (professor associat UPF) que farà de coordinador, Juan Domingo Gispert, Deborah Pareto, Santiago Rojas, José Maiques, Juan Martínez, Santiago Medrano (Professors Associat), Xavier Sanjuan i Àngel Gayete (Col·laboradors Acadèmics), Josep Lloreta (Catedràtic UPF), professors convidats.

1. Identificació de l'activitat docent

L'assignatura Diagnòstic per la Imatge en biomedicina és una assignatura de formació bàsica en el Grau de Biologia Humana, te 4 crèdits ECTS. És impartida en el primer trimestre del quart curs de la titulació en forma de 20 hores teòriques, 10 seminaris i 15 de pràctiques.

2. Coordinació i professorat

Les activitats docents seran impartides pels professors Manuel Algara (coordinador), i Josep Lloreta, Juan Domingo Gispert, Deborah Pareto, Santiago Rojas, José Maiques, Juan Martínez, Santiago Medrano, Xavier Sanjuan i Àngel Gayetei professors convidats.

3. Competències a assolir

Durant el procés docent de l'assignatura es pretén que l'estudiant pugui assolir les competències demanades per les autoritats educatives i previstes en el pla d'estudi de la titulació. Serien les següents:

- Reconèixer amb tècniques d'imatge la morfologia i estructura dels teixits, òrgans i sistemes.
- Conèixer els fonaments de la interacció de les radiacions amb l'organisme humà.
- Aprendre les bases de la imatge radiològica.
- Conèixer altres tècniques d'imatge per el diagnòstic.
- Tenir la capacitat d'aplicar els criteris de protecció radiològica en els procediments diagnòstics i terapèutics amb radiacions ionitzants.

4. Objectius generals

El projecte docent de l'activitat pretén:

- Proporcionar a l'estudiant tant els fonaments teòrics bàsics com les competències i les habilitats pràctiques que li permetin apropar-se al conjunt de les diferents tècniques del diagnòstic per la imatge, entès com una eina per a l'estudi de l'anatomia, la fisiologia i la fisiopatologia *in vivo*, tant en humans com en animals d'experimentació.
- Transmetre a l'estudiant interès i curiositat envers el diagnòstic per la imatge, fent que gaudeixi en contacte amb aquesta especialitat i estimulant-ne l'ús en la recerca biomèdica.
- Implicar l'estudiant en el procés del seu propi aprenentatge per tal que desenvolupi una metodologia científica adient, emprant l'aprenentatge basat en problemes i dotant-lo d'eines per desenvolupar en un futur una tasca investigadora qualificada.
- Col·laborar en l'assoliment per part dels estudiants de competències

transversals bàsiques.

5. Objectius específics

L'assignatura té tres parts: imatge basada en radiacions ionitzants, imatge basada en altres mitjans i microscòpia. Són necessaris els coneixements previs de la cèl·lula, el cicle cel·lular i els coneixements de Física per les ciències de la Salut de primer curs.

Els objectius específics de cada tema estan reflectits en cada teòrica, seminari o pràctica. Aquests objectius seran l'objecte d'avaluació del rendiment acadèmic dels estudiants.

6. Avaluació dels aprenentatges

L'avaluació de l'activitat es farà exclusivament a partir dels objectius específics.

a) Mètodes d'avaluació

L'avaluació es farà mitjançant Proves d'Elecció Múltiple (5 alternatives, 1 única correcta, descomptant els encerts per atzar), Proves d'Assaig, majoritàriament de respostes curtes amb criteris objectius de correcció i proves de vertader o fals (descomptant els encerts per atzar)

b) Tipus i nombre d'avaluacions

Durant el curs es farà 1 avaluació formativa (amb una petita contingència positiva sobre la nota final en cas de ser superada).

Al final del procés docent es realitzarà l'avaluació final de teoria, que constarà d'una Prova d'Elecció Múltiple amb preguntes i d'una Prova d'Assaig de preguntes curtes, ambdues proves seran sobre tots els temes desenvolupats, tant en classes, teòriques com seminaris, pràctiques o material de lectura personal inclòs en l'aula virtual.

c) Contingència dels diferents tipus d'avaluació sobre la nota acreditativa final

Avaluació final:	PEM	45%
	Assaig	35%
Avaluació continuada:	Presentació de l'informe de la publicació (grup)	10%
	Resolució exercici dosimètric (grup)	10%

d) Criteris de superació i qualificacions qualitatives

Per superar l'activitat, l'estudiant ha de participar en les activitats programades, i ha d'obtenir una nota de 4 o superior a l'avaluació final (PEM i assaig) i de 5 o superior en la nota global.

e) Criteris sobre el procés de recuperació

Els estudiants que després del procés d'avaluació no hagin superat l'assignatura, tindran l'opció d'una prova de recuperació de l'avaluació final en el mes de Juliol. En cap cas es podrà recuperar l'activitat avaluada durant l'avaluació continuada, l'estudiant mantindrà la qualificació obtinguda i es farà el còmput amb la nova nota de l'examen de Juliol amb les contingències descrites a l'apartat c.

7. Continguts: Programa de l'assignatura

Temari a impartir en classes magistrals. Durada: 20 hores. Tots els temes tenen una durada de 50 minuts.

Tema 1. Radiobiologia I. Algara

Acció de les radiacions ionitzants sobre el medi. Acció directa e indirecta, transferència lineal d'energia. Acció de las radiacions sobre les cèl·lules. Resposta cel·lular a la irradiació: lesions reparables, potencialment reparables i letals. Retard en la divisió. Concepte de mort cel·lular i apoptosi. Corbes de supervivència. Factors que modifiquen la radiosensibilitat: radioprotectors i radiosensibilitzadors. L'efecte oxigen.

Tema 2. Radiobiologia II. Algara

Acció de les radiacions sobre els teixits i els òrgans. Efectes clínics de las radiacions: fisiopatologia, simptomatologia i tractament. Efectes clínics de la irradiació parcial i total de un organisme. Concepte de dosi letal-50.

Tema 3. Radioprotecció. Algara

Diferències entre contaminació i radiació. Sistemes de radioprotecció: temps, distància i blindatge. Radioprotecció en biomedicina: personal i pacient.

Tema 4- Introducció a la imatge mèdica I. Gispert

Conceptes bàsics d'imatge mèdica digital. Contrast i resolució. Soroll i artefactes. Imatge planar i tomogràfica. Imatge morfològica i funcional. Radiació ionitzant o no ionitzant. Concepte de resolució espacial, resolució temporal i sensibilitat. Concepte de font, subjecte i detector dins de la metodologia per obtenir una imatge: tipus de font. Paràmetres d'una imatge: Resolució, definició de Full Width at Half Maximum (FWHM); Mostreig; Contrast; Relació senyal – fons; “Field of view”. Imatge multidimensional: 2D, 3D i 4D. Anàlisi d'imatge: processament i quantificació d'imatges. Processament: Paletes de color (LUT); Operacions puntuals; Operacions locals; Transformacions geomètriques. Quantificació: Regions d'interès (ROI); Segmentació i classificació; Quantificació de les imatges. Presentació de les imatges: Colors paramètrics, Tractament de les imatges, Segmentació. Modalitats d'imatge biomèdica: Radiologia, Ecografia, Medicina nuclear i imatge molecular, Ressonància magnètica, Imatge òptica.

Tema 5- La radiologia I. Gispert

Interacció dels raigs X amb la matèria. Receptor de la radiació. La placa radiogràfica com a receptor dels raigs X i sistema d'imatge. Base, revestiments i emulsions. La química de les sals de plata. Tipus d'emulsions. Sensibilitat, contrast i mida del gra. Obtenció de la imatge. De la imatge latent a la imatge radiogràfica. El maneig de les plaques. Els sistemes de revelat. Llum de seguretat. Valoració de les densitats.

Efectes d'una manipulació incorrecta. Identificació d'artefactes. Imatges que no empren la placa radiogràfica. Receptors electrònics. La imatge assistida electrònicament. Pantalles de fòsfor. Pantalles per radiologia digital. Intensificadors d'imatge. Els receptors de semiconductors. La imatge digital. Sistemes de sostracció digital. Detectors de raigs X. Tècniques d'imatge basades en raigs X: Plaques de raigs X, Angiografia, Ortopantomografia, Fluoroscòpia. Tomografia computada. Sistemes de reconstrucció de la imatge: La retroprojecció, Els filtres, La reconstrucció iterativa, Equips preclínic.

Tema 6- La radiologia II. Gayete

Claus per interpretar la radiologia simple. La radiografia com a representació bidimensional d'un volum. Interacció de la radiació amb la matèria. Factors que configuren la imatge radiogràfica. Atenuació. Absorció. Densitat radiològica. La radiografia digital. Fluoroscòpia. La radiologia com a qüestió de contrastos. El signe de la silueta. Contrasts radiològics: menys densitat, més densitat, mitjans de contrast, principis de l'estudi amb bari, motllos de sulfat de bari de les estructures buides. L'angiografia per sostracció digital. Lectura radiològica. Patró radiològic. Bases generals de la interpretació radiològica: alteracions en la densitat, la forma i l'estructura.

Tema 7- L'ecografia. Gispert

Base teòrica dels ultrasons: transmissió del so, i reflexió i atenuació dels ultrasons. Sistemes generadors/receptors d'ultrasons: transductors. Formació de la imatge ecogràfica: la interfase sònica com a modulador de la imatge i la imatge per efecte Doppler. Tècniques avançades en ecografia: Doppler, ecopotenciadors i eco 3D. Interpretació de la imatge: orientació de plànols, identificació d'estructures i valoració de fluxos. Avantatges i limitacions dels ultrasons. Aplicacions en medicina i recerca biomèdica.

Tema 8- La Ressonància Magnètica I. Gispert

Bases físiques: magnetització i precessió nuclear, ones de radiofreqüència (excitació i relaxació), i obtenció i formació de la imatge. Tipus d'imatges: seqüències d'imatge, angiografia i fluxos, imatge paramètrica mitjançant productes de contrast, imatge i tensors de difusió, espectroscòpia.

Tema 9 La Ressonància Magnètica II. Gispert

Interpretació de la imatge: orientació, caracterització tissular, artefactes. Modalitats avançades de RM: Agents de contrast. RM cardíaca, Imatge ponderada en difusió (DWI), RM funcional (fMRI), Imatge espectroscòpica. Avantatges, limitacions i contraindicacions de l'RM.

Tema 10- Imatges de TC i d'RM I. Gayete

La TC com a paradigma de la imatge tomogràfica. Tomografia i anatomia seccional:

concepte d'axial, sagital i coronal. Reconstrucció de la imatge: píxels i vòxels, números de TC o unitats Hounsfield. Concepte de finestra (ample i nivell). Gruix de tall i concepte del volum parcial. Estudis simples i amb contrast: millora de la imatge amb contrastos oral i endovenós per TC i RM. Concepte de cinètica del contrast (curves densitat o intensitat / temps). Artefactes induïts per contrast. Posprocessat. Altres imatges basades en la TC.

Claus per interpretar les imatges de RM. Avantatges de la imatge per ressonància magnètica. TC versus RM. Semiologia general dels diferents components tisulars en RM. Angiografia. Ressonància magnètica funcional (fMRI).

Tema 11- Utilitat dels isòtops en biomedicina I. Pareto

La radioactivitat aplicada a la imatge biomèdica: definició; classificació dels processos radioactius i característiques dels processos radioactius. Obtenció d'isòtops emissors gamma i de positrons. Aplicació a biomedicina. Concepte radiotraçador. Concepte de vida mitja. Mecanismes d'actuació dels radiotraçadors

Tema 12- Utilitat dels isòtops en biomedicina II. Pareto

Bases fisiològiques dels estudis amb isòtops. Aplicació dels radiotraçadors a tècniques d'imatge: radiotraçadors SPECT, radiotraçadors PET. L'entorn GMP. Tomografia per emissió de fotó únic (SPECT) i positrons (PET): Definició de SPECT i de PET: definició, obtenció de dades, reconstrucció d'imatges, quantificació i processament

Tema 13- Utilitat dels isòtops en biomedicina III. Pareto

Generació dels isòtops: bases físiques del ciclotró; funcionament i estructura del ciclotró. Manufactura dels radiotraçadors: condicionant de sistemes; necessitat d'automatització; síntesi i purificació; formulació, control de qualitat. Bases fisiològiques dels radiotraçadors PET: Administració i imatge. L'entorn GM: del radiotraçador al radiofàrmac

Tema 14- Imatge Funcional i Molecular. Algara

Concepte d'imatge funcional. Tipus d'exploracions funcionals. Les gammagrafies, els SPECT i el PET, similituds i diferències.

Tema 15- Aplicacions biomèdiques de les imatges funcional i molecular. Algara

Utilitat en diagnòstic: oncologia, cardiologia, neurociències i d'altres. Utilitat en tractament. Utilitat en recerca: desenvolupament de fàrmacs i genòmica.

Tema 16. La microscòpia I. Sanjuan

Introducció: una mica d'història; propietats de les imatges microscòpiques; funcions del microscopi. Conceptes teòrics: magnificació; difracció com a límit de la resolució; concepte de PSF; conceptes òptics: resolució, obertura numèrica, index de refracció i aberracions òptiques. Mètodes de contrast en microscòpia: Concepte de contrast.

Contrast químic. Contrast òptic: Microscopi de contrast de fase; microscopi de contrast interferencial; fluorescència: propietats dels fluorocroms, les proteïnes fluorescents. Microscopi de fluorescència. Microscopi confocal. Altres tècniques de seccionament òptic: microscopi multifotó, deconvolució.

Tema 17. La microscòpia II. Sanjuan

La resolució de la imatge digital. Teorema de Nyquist. Sistemes de captació digital: Xips de silici (CCD, CMOS) i fotomultiplicadors (PMT). Tècniques i aplicacions microscòpiques. Les dimensions de la imatge microscòpica: $X + Y$ (anàlisi de colocalització); profunditat (Z stacks, projeccions, renderització 3D); temps, t (escales temporals), multiposició (microscòpia automatitzada).

Tema 18. La microscòpia III. Sanjuan

Tècniques Avançades en microscòpia: FRAP; FRET; Tècniques de detecció de molècula simple: FLIM, FCS/FCCS. Microscòpia electrònica vs Microscòpia òptica: Microscòpia Correlativa (CLEM). Superant el límit de difracció: TIRF; 4Pi; tècniques de super-resolució: il·luminació estructurada, STED, PALM/STORM.

Tema 19. La microscòpia IV. Sanjuan

Processament i anàlisi d'imatge. Processament d'imatge: operacions puntuals; operacions locals; operacions geomètriques; classificació o binarització; filtres morfològics. Anàlisi d'imatge: quantificació; paràmetres morfomètrics; paràmetres densitomètrics. Anàlisi d'imatge aplicat a la microscòpia automatitzada: High Throughput Screening.

Tema 20. Microscòpia electrònica. Lloreta

Microscòpia electrònica de transmissió. Principis bàsics, paral·lelismes i diferències amb el microscopi òptic (de llum). Processament de mostres per microscòpia electrònica. Aplicacions de la microscòpia electrònica de transmissió en les ciències biomèdiques.

Sessions de seminaris. Durada: 10 hores.

Seminari 1. Lectura de plaques i exploracions radiològiques. Maiques, Martínez, Medrano.

Durada: 3 hores. Lloc: Aules de la UPF.

Presentació de diverses exploracions radiològiques amb discussió pràctica sobre els diferents conceptes vistos a les classes teòriques.

Seminari 2. Tractament d'imatges PET. Pareto

Aprofundir en les característiques tècniques dels tomògrafs per emissió de positrons i en els aspectes logístics d'aquesta modalitat d'imatge.

Durada: 3 hores. Lloc: Aules de la UPF.

Seminari 3. Conferència convidat. Timo Zimmermann

"Current developments and future perspectives in light microscopy"

Durada: 1 hora. Lloc: Aules de la UPF.

Seminari 4. Conferència. Rojas

Imatge òptica. Bases físiques: Bioluminescència i biofluorescència. Aparells d'imatge òptica, procés d'obtenció d'imatges. Tomografia de fluorescència. Tipus d'agents de contrast per imatge òptica, avantatges, indicacions i limitacions dels sistemes òptics.

Durada: 1 hora. Lloc: Aules de la UPF.

Seminari 5. Conferència. Rojas

"Tècniques d'imatge en recerca translacional"

Models animals i tècniques d'imatge: tomografia axial computada. Ressonància magnètica, tomografia per emissió de fotó únic (SPECT), tomografia per emissions de positrons (PET). Imatge molecular PET en animals: PET com a tècnica d'imatge molecular en animals; de la investigació animal als humans. Mètodes isotòpics ex vivo. Utilitat dels mètodes isotòpics en la recerca translacional i la en el desenvolupament de nous productes farmacèutics.

Durada: 1 hora. Lloc: Aules de la UPF.

Seminari 6. Els avenços tecnològics i la seva problemàtica. Algara.

Durada: 1 hora. Lloc: Aules de la UPF.

Sessions de pràctiques. Durada: 15 hores.

Pràctica 1. Tipus d'imatge. Gispert.

Durada: 2 hores. Lloc: Aules UPF (informàtica).

Objectiu: apropar-se al tractament digital de la imatge mèdica.

Desenvolupament: es veuran diversos exemples d'imatges biomèdiques, posant especial èmfasi en els conceptes explicats en la sessió teòrica.

Pràctica 2. Acostament a una instal·lació radiològica. Maiques, Martínez, Medrano.

Durada: 3 hores. Lloc: Servei de Radiodiagnòstic de l'Hospital del Mar

Objectiu: proporcionar un primer contacte amb l'estructura física d'un servei de diagnòstic per la imatge i els aparells de raigs X.

Desenvolupament: veure la distribució de les sales, la feina assistencial que s'hi desenvolupa i l'utilitat que hi trobem, incloent-hi: El tub de raigs X convencional. Control de miliamperatge i quilovoltatge. Els sistemes de revelat i els resultats sobre la placa radiogràfica. El telecomandament. Aproximació a l'escòpia. Aproximació al contrast. La tomografia axial computada. Aproximació a la imatge tomogràfica. Les finestres i el contrast. La ressonància magnètica. Bases i diferències amb la TC.

Pràctica 3. Comentari d'un article científic. Pareto, Rojas, Gispert.

Durada: 6 hores.

3a. Explicació de la pràctica de lectura crítica d'un article preclínic.

Durada: 1 hora. Lloc: Aules UPF.

Objectiu: Aprendre la sistemàtica de lectura crítica d'un article preclínic de tècniques d'imatge.

Desenvolupament: Els alumnes quedaran repartits en grups de 15, se'ls entregarà un article i se'ls assignarà un tutor..

3b. Tutorització presencial i semipresencial.

Durada: 2 hores. Lloc: Aules UPF i Aula virtual

Objectiu: Aprendre la sistemàtica de lectura crítica d'un article científic de tècniques d'imatge.

Desenvolupament: Els diversos grups de pràctiques es reuniran de forma presencial o no presencial amb el seu tutor per tal de fer un seguiment de la preparació del·l'informe.

3c. Presentació dels informes.

Durada: 3 hores. Lloc: Aules UPF.

Objectiu: Aprendre a exposar.

Desenvolupament: Tots els grups de pràctiques exposaran davant de tota la classe la revisió de l'article i la seva resolució en 10 minuts, els professors faran les preguntes i els aclariments adients.

Pràctica 4. Exercici de dosimetria. Gispert, Rojas, Pareto.

4a. Explicació de la pràctica.

Durada: 1 hora. Lloc: Aules UPF.

Objectiu: Aprendre a calcular la dosi de radiació rebuda per un individu.

Desenvolupament: Els alumnes quedaran repartits en grups de 15, se'ls entregarà un problema i se'ls assignarà un tutor.

4b. Tutorització presencial i semipresencial del cas clínic.

Durada: 2 hores. Lloc: Aules UPF i Aula virtual

Objectiu: Aprendre la sistemàtica de càlcul de dosi.

Desenvolupament: Els diversos grups de pràctiques es reuniran de forma presencial o no presencial amb el seu tutor per tal de fer un seguiment de la resolució del problema i l'enviaran al tutor.

Pràctica 5. Microscòpia. San Juan.

Durada: 1 hora. Lloc: Laboratori.

Objectiu: captar imatges amb el microscopi confocal

Desenvolupament: aquesta pràctica consistirà en una visita a l'Advanced Light Microscopy Unit del CRG/UPF, una de les unitats de microscòpia millor equipades d'Europa. Com a part de la visita, els estudiants podran operar un microscopi confocal per poder veure'n el funcionament i les capacitats (Ubicació: sala 559, PRBB).

8. Metodologia docent

Els estudiants han de seguir, com a requeriment per a superar l'assignatura, les activitats que estan previstes durant el curs. Tot i l'anterior, no es controlarà l'assistència a l'activitat de classes magistrals. A la resta d'activitats hi haurà un control exhaustiu.

Les activitats previstes durant el procés docent seran les següents:

a) Classes magistrals

Tot i que el professor dispensarà els continguts mitjançant classes magistrals, es fomentarà la participació dels estudiants. Aquesta activitat es realitzarà a les aules de la facultat.

Es pretén que els objectius puguin ser assolits majoritàriament durant el temps previst de l'activitat presencial programada.

b) Seminaris

Els seminaris es faran en grups de 30 (excepte les dues conferències que inclouran tota la classe) , on es pretén aplicar els coneixements dels conceptes explicats en les classes magistrals i d'altres. L'estudiant proposarà les preguntes a respondre.

Aquesta activitat es realitzarà a les aules de la facultat. Els continguts dels seminaris son susceptibles d'avaluació.

c) Sessions de pràctiques

Es faran 5 sessions de pràctiques totes les sessions es consideren obligatòries i es podrà comprovar l'assistència.

9. Programació d'activitats

La programació de les activitats de l'assignatura està recollida en l'horari oficial de la facultat.

Els dies de lliurament dels informes es comunicarà oportunament durant el curs.

10. Bibliografia

Atesa que la matèria es molt específica, no es recomanen llibres de referència. La major part de la bibliografia es proporcionarà als estudiants en forma de fotocòpies de capítols de llibres o de publicacions que considerem d'interès.

Llibres de consulta:

1. Ministerio de Sanidad y Consumo. *Protección radiológica. Parte 1. Conceptos generales*. Madrid: Publicaciones del Ministerio de Sanidad y Consumo. Secretaría General y Técnica, 1988. [Colección de Sanidad Ambiental].

2. Bushong, Stewart C. *Manual de radiología para técnicos*. 6a. ed. Madrid: Harcourt-Mosby, 1999.

3. Gárate Rojas, Manuel. *Fundamentos de técnica radiográfica*. 4a. ed. Badalona: Agfa Medical, 1988.

4. D. A. *Fundamentos de la imagen radiográfica*. Madrid: Kodak Ediciones, 1986.

5. Schild, Hans H. *La resonancia nuclear magnética hecha fácil... bueno, o casi*. Scherind Diagnóstico.

6. Ministerio de Sanidad y Consumo. *Protección radiológica. Parte IV. Medicina nuclear*. Madrid: Publicaciones del Ministerio de Sanidad y Consumo. Secretaría General y Técnica, 1988. [Colección de Sanidad Ambiental].

7. Henkin, Robert E. i d'altres. *Nuclear Medicine. Part II. The Scientific Basis of Nuclear Medicine*. St. Louis Mosby, 1996. Pàg. 41-508.

8. Maisey, M. id'altres. *Atlas of Clinical Positron Emission Tomography*. Nova York: Oxford University Press Inc., 1999. Pàg. 3-50.

9. Webb, Andrew. *Introduction to biomedical imaging*. UK. ISBN 0-470-23766-3. [Anyd'edició: 2003]. [Està a la Biblioteca].

10. Programa de la ONU para el Medio Ambiente. *Radiación. Dosis, efectos y riesgos*. Madrid: Publicaciones del Consejo de Seguridad Nuclear, 1989.

11. Russ, John C. *The imaging processing handbook*. 3a. ed. CRC Press, 1999. Biological Electron Microscopy (1992). M. J. Dykstra.

12. Rawlins, D. J. *Light Microscopy*. 1992.

13. Slayter, E. M.; Slayter, H. S. *Light and Electron Microscopy*. 1992.

14. Toga, A. W.; Mazziotta, J. C. (ed.). *Brain Mapping: The Methods*. [Molts capítols sobre PET, MRI, autoradiografia, microscòpia confocal i d'imatges òptiques / Many relevant chapters on PET, MRI, autoradiography, confocal microscopy and optical imaging].

15. Whittemore, Hank. *Your Future Self: A journey to the Frontiers of Molecular Medicine*. 1998. [Perspectiva de les eines d'imatges per a diferents aplicacions / Layman's perspective on imaging tools for various applications].

16. *Curso avanzado de Espectroscopia por Resonancia Magnética Nuclear*. Escuela de Verano, Universidad de Zaragoza, Jaca (Huesca). 27 de junio - 3 de julio de 1993. 300 pàg. Editor: Manuel Rico. Madrid: Sociedad Española de Óptica. Comité Español de Espectroscopia, DL, 1993.

17. Bushberg, Jerrold T. id'altres. *The essential physics of medical imaging*. 2a. ed. Filadèlfia: Lippincott Williams & Wilkins, cop. 2002. [Diagnòstic radiològic, física mèdica, diagnòstic per la imatge].

18. Luaña, Víctor i d'altres. *Espectroscopia molecular*. Oviedo: Universidad de Oviedo. Servicio de Publicaciones, DL. 2002. [Espectroscòpia molecular. Anàlisi espectral. Estructura molecular].

19. Pawley, James (ed.). *Handbook of Biological Confocal Microscopy*. 3a. ed.. Springer, 2006. [Està a la Biblioteca].

20. Bogdanov, Alexei (ed.); Licha, Kai (ed.). *Molecular Imaging: An Essential Tool in Preclinical Research, Diagnostic Imaging, and Therapy*. Springer. Berlín, Heidelberg, Nova York. 228 pàg. [Llibre de tapa dura]. [90 fig.]. ISBN 3-540-21021-0.

Recursos a la web

1. Cursos d'Imatge Molecular de la Universitat d'Ucla: gran quantitat de material excel·lent. Diapositives (algunes s'han manllevat per a les classes), vídeos i textos. Molt recomanable. <http://laxmi.nuc.ucla.edu:8248/index.html>
2. Let's Play PET! Còpia a la web d'un CD-ROM educacional sobre tomografia per emissió de positrons. Interessant per aprofundir en el tema PET. <http://www.crump.ucla.edu/software/lpp/lpphome.html>
3. AuntMinie: la pàgina web predilecta dels radiòlegs de tot el món, per la gran quantitat de material que conté sobre radiologia, TC, eco, RM i medicina nuclear. Per matar hores i hores veient casos i recopilant material. <http://auntminnie.com/index.asp?sec=ref>
4. Molecular Expressions Optical Microscopy Primer: extensíssima web amb gran quantitat d'informació sobre qualsevol aspecte de la microscòpia. Part de les figures mostrades a classe s'han extret d'aquí: <http://www.micro.magnet.fsu.edu/primer/>
5. Fluorescencetutorials: tutories molt didàctiques sobre els principis bàsics de la fluorescència, editades per la casa comercial Molecular Probes: <http://www.invitrogen.com/site/us/en/home/support/Tutorials.html>
6. Microscopia confocal: excel·lents tutories sobre el funcionament del microscopi confocal: <http://www10.uniovi.es/tutoriales/confocal/presentacion.swf>