

Curso

2015-2016

Guía Docente del Master en Física Biomédica



Facultad de Ciencias Físicas
Universidad Complutense de Madrid

Contenido

Contenido	1
1. Introducción	2
2. Requisitos de Formación Previa y Vías de Acceso	3
2.1. Requisitos de Formación	3
2.2. Vías de Acceso	3
3. Estructura del Plan de Estudios	4
3.1. Estructura general	4
3.2. Módulos y Materias.....	5
3.3. Asignaturas	6
4. Fichas de las Asignaturas	8
4.1. Módulo de Formación Básica	8
Física Biológica	8
Instrumentación Biomédica.....	11
Procesado de Señales	14
Radiofísica	17
4.2. Módulo de Formación Especializada (Biofísica)	20
Biomembranas	20
Biofísica Molecular.....	24
Temodinámica de los Sistemas Biológicos	27
4.3. Módulo de Formación Especializada (Instrumentación Biomédica).....	30
Medidas Bioeléctricas	30
Resonancia Magnética Nuclear, Ultrasonidos e Imagen Molecular.....	33
Óptica e Imagen en Biomedicina	36
4.4. Módulo de Formación Especializada (Radiofísica)	40
Elementos de Anatomía y Fisiología	40
Física del Radiodiagnóstico	44
Física de la Radioterapia	47
4.5. Trabajo Fin de Máster	50
Trabajo Fin de Máster	50
5. Cuadro de Adaptaciones	52
6. Cuadros Horarios	53
6.1. Horarios del Primer Semestre	53
6.2. Horarios del Segundo Semestre	54
7. Calendario Académico	55

1. Introducción

El objetivo fundamental del Máster en Física Biomédica es proporcionar una comprensión de las aplicaciones de la Física a las Ciencias Biomédicas aportando la formación básica necesaria para desarrollar una carrera profesional, investigadora o académica en este campo.

Por un lado, la Biofísica ha demostrado un enorme potencial para la comprensión de los mecanismos biológicos básicos, desde la estructura del ADN al funcionamiento de las neuronas. Hoy día no se concibe el avance de las Ciencias Biológicas sin el conocimiento detallado tanto de los mecanismos moleculares como de los procesos físicos que los interconectan. La nueva Física Biológica combina este conocimiento fundamental en una descripción cuantitativa de los procesos biológicos, en muchos casos posible gracias al uso de nuevas técnicas experimentales.

Por otro lado, la Física Médica ha permitido avances espectaculares en la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades. Baste citar como ejemplos el desarrollo de métodos de análisis fisiológicos utilizando marcadores radiactivos, las nuevas técnicas de imagen como la resonancia magnética (RM), la tomografía de coherencia óptica (OCT), la tomografía computarizada de rayos X (TC) y por emisión de positrones (PET), las técnicas de medida y análisis de señales bioeléctricas (ECG, EEG, MEG) o la utilización de aceleradores lineales y fuentes radiactivas en radioterapia. La Biología y la Medicina actuales no se entienden sin el concurso de las técnicas físicas, tanto experimentales como de modelización teórica y numérica.

En este Máster todos los alumnos adquirirán como mínimo los fundamentos de la Biofísica, los procesos de interacción de las radiaciones ionizantes con la materia y los mecanismos físicos y métodos de análisis de señales en los que se basan los dispositivos que actualmente se emplean en las Ciencias Biomédicas. El máster contiene además asignaturas optativas que le permitirán al alumno profundizar en la Radiofísica y sus aplicaciones a la Medicina, las técnicas avanzadas de Instrumentación Biomédica o la Biofísica.

Las materias de Radiofísica proporcionan la formación necesaria para su posterior capacitación como especialista en Radiofísica Hospitalaria o para su trabajo en aquellas empresas que requieren de expertos en el manejo y gestión de fuentes radiactivas. La Instrumentación Biomédica permitirá desarrollar una actividad profesional en empresas que se dedican al diseño, gestión y comercialización de una numerosa variedad de instrumentos biomédicos basados, tanto en radiaciones ionizantes (rayos X, rayos gamma, aceleradores lineales, PET, SPECT, etc.) como no ionizantes. Finalmente, la Biofísica dotará del perfil profesional adecuado para empresas de biotecnología, empresas médicas y laboratorios farmacéuticos.

Este máster tienen además el objetivo de cubrir un importante vacío en la formación de investigadores en estos campos, en los que existe una notable demanda, tanto desde las instituciones públicas (centros de investigación, hospitales, etc.) como desde las empresas.

El Máster de Física Biomédica va dirigido a:

- Graduados y Licenciados en Física, Química, Biología, Bioquímica o materias afines que tienen interés en desarrollar una carrera investigadora en el campo interdisciplinar de la Biofísica.
- Graduados o Licenciados en Física e Ingenieros interesados en la Instrumentación Biomédica ya sea dirigida a la investigación o a la empresa.

- Graduados o Licenciados en Física o materias afines interesados en desarrollar una carrera profesional hospitalaria relacionada con el título europeo de *Medical Physics Expert* o bien una carrera investigadora encaminada a buscar nuevas aplicaciones de la Física en la Medicina
- Graduados o Licenciados en Ciencias de la Salud u otras titulaciones, con una formación científico-técnica suficiente, que quieran integrar en su perfil conocimientos de las técnicas físicas usadas en la práctica clínica e investigación médica.

2. Requisitos de Formación Previa y Vías de Acceso

2.1. Requisitos de Formación

Para acceder al Máster en Física Biomédica será necesario estar en posesión de un título universitario oficial de Grado o Licenciatura expedido por una institución perteneciente al Espacio Europeo de Educación Superior que faculte en el país expedidor para el acceso a enseñanzas de Postgrado. Dicho título universitario deberá serlo en Física o disciplinas científicas relacionadas con los objetivos del Master, como Ciencias Biológicas y Químicas, Medicina, Farmacia, Informática e Ingenierías.

2.2. Vías de Acceso

Las vías prioritarias de acceso son Licenciado o Graduado en Física, Biología, Química, Bioquímica, Medicina, así como Ingeniero Electrónico o de Software.

En el caso de otras disciplinas, la Comisión Coordinadora del Máster evaluará la necesidad de cursar Complementos Formativos para aquellos alumnos con algunas carencias en conocimientos básicos de acuerdo a las competencias adquiridas en su titulación de acceso. Los complementos de formación requeridos no podrán superar 18 ECTS y consistirán en algunas de las asignaturas del Grado en Física de entre las que se enumeran a continuación y que son impartidas por la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid:

- Termodinámica
- Electromagnetismo
- Óptica
- Estructura de la materia
- Biología
- Bioquímica general

Los alumnos cursarán los complementos formativos en las mismas condiciones que los alumnos de Grado las correspondientes asignaturas, por lo que los contenidos, actividades formativas, sistemas de evaluación, etc. de estos complementos formativos serán los mismos que los de las correspondientes asignaturas de Grado.

Las fichas de las asignaturas están disponibles en las guías docentes del Grado en Física (fisicas.ucm.es/guiasdocentes) y Grado en Bioquímica (quimicas.ucm.es/guias-docentes-del-grado-en-bioquimica).

Para **más información sobre el Máster en Física Biomédica consultar en:**

www.ucm.es/masterfisicabiomedica/
www.ucm.es/estudios/2015-16/master-fisicabiomedica

Toda la información sobre reconocimiento de créditos se encuentra en el enlace:
fisicas.ucm.es/secretaria-de-estudiantes

3. Estructura del Plan de Estudios

3.1. Estructura general

El Plan de Estudios está estructurado en módulos (unidades organizativas que incluyen una o varias materias), materias (unidades disciplinares que incluyen una o varias asignaturas) y asignaturas.

El Máster en Física Biomédica se organiza a lo largo de en un curso académico, desglosado en 2 semestres. Cada semestre tiene 30 créditos ECTS para el estudiante (1 ECTS equivale a 25 horas de trabajo del estudiante).

Para completar los estudios de este máster, el alumno tendrá que cursar 60 créditos ECTS que se distribuyen del siguiente modo: 24 ECTS correspondientes a 4 asignaturas obligatorias del Módulo de Formación Básica, 12 ECTS del Trabajo Fin de Máster que es de carácter obligatorio y 4 asignaturas optativas (24 ECTS) dentro de una amplia oferta distribuida en tres módulos de Formación Especializada. La siguiente tabla muestra la estructura general del plan de estudios, indicando la distribución de créditos necesaria para completar el máster:

Carácter de los créditos a cursar y distribución a lo largo del curso:

Módulo	Materia	oferta (ECTS)		a cursar (ECTS)	
		cuatr. 1	cuatr. 2	cuatr. 1	cuatr. 2
Formación Básica	Fundamentos de Biofísica	6		6	
	Instrumentación Biomédica	12		12	
	Fundamentos de Radiofísica	6		6	
Formación Especializada	Biofísica	6	18	24	
	Instrumentación Biomédica	-	18		
	Radiofísica	6	12		
Trabajo Fin de Máster	Trabajo Fin de Máster	12		12	
TOTAL (ECTS)		96		60	

obligatorios

optativos

a cursar

3.2. Módulos y Materias

A continuación se describe brevemente el contenido de los diferentes módulos del Máster y su organización en Materias:

Módulo de Formación Básica: Las tres materias de este módulo son obligatorias y proporcionan la formación necesaria para poder cursar cualquiera de las materias del módulo de formación especializada. Por ser de carácter fundamental, todas estas materias se cursarán en el primer cuatrimestre.

Con la materia Fundamentos de Biofísica el alumno adquirirá un conocimiento preciso de la estructura de los sistemas biológicos entendiendo claramente el carácter interdisciplinar que requiere el estudio de los seres vivos así como la no linealidad y el funcionamiento cooperativo de los fenómenos biológicos.

La materia Fundamentos de Instrumentación Biomédica proporcionará al alumno destreza en el uso de las herramientas matemáticas utilizadas en instrumentación biomédica, le permitirá comprender las técnicas de procesamiento de señales y aplicar los fundamentos de las medidas eléctricas y de los equipos más empleados en la instrumentación biomédica.

Finalmente, con la materia Fundamentos de Radiofísica el alumno consolidará sus conocimientos previos sobre la interacción de la radiación ionizantes con la materia, podrá entender la fenomenología del paso de partículas ionizantes en medios materiales, las bases de la dosimetría de radiaciones, los efectos sobre las células y seres vivos y los principios de la protección radiológica.

Módulo de Formación Especializada: El alumno tiene que cursar un total de 24 ECTS entre una oferta de 60 ECTS de materias optativas. Aunque no existen formalmente especialidades, cada una de las materias, de acuerdo con su denominación, incluye contenidos de áreas específicas de la Física Biomédica. El alumno podrá elegir libremente entre las asignaturas que conformarán estas materias.

La materia de Biofísica incide más profundamente en campos como la biofísica molecular, las biomembranas, la termodinámica de los sistemas biológicos, los efectos de las radiaciones no ionizantes en los seres vivos, etc.

Por otro lado, la materia Instrumentación Biomédica profundiza en las medidas bioeléctricas, el papel de la óptica en las Ciencias Biomédicas, abordando los problemas de la imagen médica y la resonancia magnética y los ultrasonidos en Medicina.

La materia especializada de Radiofísica proporcionará al alumno los conocimientos necesarios para entender en profundidad las bases físicas de la radioterapia, de la medicina nuclear y del radiodiagnóstico. Además tendrá contacto directo con las técnicas que se usan a diario en hospitales.

Estas tres materias especializadas son optativas de tal modo que el alumno cursará asignaturas correspondientes a estas materias de acuerdo a sus intereses y sus expectativas profesionales futuras. La mayor parte de las asignaturas correspondientes a estas materias se cursarán en el segundo cuatrimestre. Aunque el alumno puede elegir libremente la distribución temporal de asignaturas, se recomienda cursar 30 ECTS (24 obligatorios y 6 optativos) en el primer cuatrimestre. De tal modo que en el segundo cuatrimestre solo tendrá que cursar 18 ECTS de materias optativas, pudiendo dedicar tiempo suficiente al Trabajo Fin de Master. Sin embargo, puesto que el Trabajo Fin de Máster es de carácter anual, la distribución temporal puede también ajustarse a 24 ECTS obligatorios en el primer cuatrimestre y 24 ECTS optativos en el segundo cuatrimestre. Esta opción es adecuada siempre que el alumno inicie su Trabajo Fin de Máster desde el comienzo del curso y que desee cursar las asignaturas optativas ofertadas en el primer cuatrimestre, que serán aquellas menos dependientes de las materias de Formación Básica.

Módulo de Trabajo Fin de Máster: Tiene una carga de 12 ECTS y una duración anual. Durante el primer cuatrimestre el alumno tomará un primer contacto con el tema de trabajo (búsqueda de bibliografía, antecedentes, interés y aplicaciones, etc.). El trabajo será realizado durante el segundo cuatrimestre, una vez que haya adquirido los conocimientos básicos necesarios para abordarlo de manera eficiente.

Cada curso académico se realizará una oferta amplia de Trabajos Fin de Master dentro de los tres campos interrelacionados que abarcan estos estudios: Biofísica, Instrumentación Biomédica y Radiofísica.

Los trabajos podrán ser de diferente naturaleza. Por un lado, algunos serán de **perfil estrictamente investigador**, y serán realizados bien dentro de alguno de los departamentos universitarios participantes en el Máster, bien en uno de los centros de investigación con los que tenemos estrecho contacto o mediante una tutela compartida entre ambos (Universidad - Centro de Investigación). Se ofertarán también **trabajos de carácter aplicado** que se realizará en colaboración con empresas con las que los departamentos participantes en este Máster mantienen relaciones de colaboración. Finalmente otros trabajos tendrán un perfil directamente relacionado con la Radiofísica Hospitalaria y serán realizados en colaboración con algunos servicios de hospitales con los que existen colaboraciones. De este modo aunque este Máster no oferta ninguna asignatura de *Prácticas en Empresa*, ofreceremos a los alumnos que lo deseen la posibilidad de adquirir esta experiencia.

3.3. Asignaturas

El Módulo de Formación Básica consta de cuatro asignaturas obligatorias que se imparten en el Primer Cuatrimestre. Las asignaturas optativas del Módulo de Formación Especializada se encuentran mayoritariamente concentradas en el Segundo Cuatrimestre. No obstante, para compensar la distribución de créditos a lo largo del curso, la oferta de optatividad contempla dos asignaturas de este tipo en el Primer Cuatrimestre.

El alumno podrá elegir libremente las 4 asignaturas optativas de entre la oferta formativa completa, aunque dichas asignaturas pertenezcan a diferentes materias. No obstante, existen tres itinerarios formativos diferentes, organizados sobre tres módulos de Formación Especializada organizados sobre tres materias: Biofísica, Instrumentación Biomédica y Radiofísica. El estudiante puede optar por centrar su formación especializada sobre una de estas materias o bien configurarla de modo flexible eligiendo asignaturas optativas de diferentes materias.

En la siguiente tabla se relacionan las asignaturas, los departamentos que las imparten, su ubicación temporal y la distribución de los créditos presenciales entre clases de teoría, problemas y sesiones de laboratorio.

Código asignt.	Asignatura	Cuatrim.	ECTS	Dept.	Horas presenciales	
					Teoría*	Labor.
ASIGNATURAS OBLIGATORIAS						
Módulo de Formación Básica						
606778	Física Biológica	1	6	FAI FAIII	45	-
606779	Instrumentación Biomédica	1	6	FAIII OPT RMF	25	20
606780	Procesado de Señales	1	6	DACYA OPT	30	15
606781	Radiofísica	1	6	FAMN RMF	38	7
Trabajo Fin de Master						
606782	Trabajo Fin de Máster	Anual	12			
ASIGNATURAS OPTATIVAS						
Módulo de Formación Especializada (Asignaturas Optativas)						
Materia: Biofísica						
606783	Biofísica Molecular	2	6	CIB FAMN QFI	35	10
606784	Biomembranas	1	6	BBM QFI	37	8
606785	Seminarios de Biofísica**	2	6	FAI FAIII OPT	38	7
606786	Termodinámica de Sistemas Biológicos	2	6	FAI	42	3
Materia: Instrumentación Biomédica						
606787	Medidas Bioeléctricas	2	6	FAIII	20	25
606788	Óptica e Imagen en Biomedicina	2	6	OPT RMF	36	9
606789	Resonancia Magnética Nuclear, Ultrasonidos e Imagen Molecular	2	6	QFII	34	11
Materia: Radiofísica						
606790	Elementos de Anatomía y Fisiología	1	6	FIS AEHI	37	8
606791	Física del Radiodiagnóstico	2	6	FAMN RMF	35	10
606792	Física de la Radioterapia	2	6	RMF	35	10

*Incluye Clases de Problemas y Seminarios.

** No se impartirá este curso académico

Códigos de Departamento: FAI: Física Aplicada I; FAIII: Física Aplicada III; OPT: Óptica; RMF: Radiología y Medicina Física (Fac. de Medicina); DACYA: Arquitectura de Computadores y Automática; FAMN: Física Atómica, Molecular y Nuclear; CIB: Centro de Investigaciones Biológicas (CSIC); QFI: Química Física I (Fac. CC. Químicas); BBM: Bioquímica y Biología Molecular (Fac. CC. Químicas); QFII: Química Física II (Fac. Farmacia); FIS: Fisiología (Fac. de Medicina); AEHI: Anatomía y Embriología Humana I (Fac. de Medicina).

4. Fichas de las Asignaturas

A continuación se adjuntan las fichas de las asignaturas organizadas por Módulos y Materias.

4.1. Módulo de Formación Básica

Ficha de la asignatura:	Física Biológica			Código	606778
Materia:	Fundamentos de Biofísica	Módulo:	Formación Básica		
Carácter:	Obligatoria	Curso:	1º	Semestre:	1º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	6	-	-
Horas presenciales	45	45	-	-

Profesor/a Coordinador/a:	Genoveva Martínez López			Dpto:	FA-III
	Despacho:	109.0	e-mail	genoveva@ucm.es	

Teoría/Problemas/Seminarios - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
16	L, J	11:00-12:30	Genoveva Martínez López (T/P/S)	Del 29/10/2015 al 25/01/2016	30	FA-III
			María del Carmen García Payo (T/S)	Del 28/09/2015 al 26/10/2015 Del 18/01/2016 al 25/01/2016	10	FA-I
			Paula Arribas Fernández (P/S)	Del 28/09/2015 al 26/10/2015	5	FA-I

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Genoveva Martínez López	M y V: 9:00-12:00	genoveva@ucm.es	Despacho 109.0, 3ª Planta, Módulo Este

María del Carmen García Payo	L: 12:00-13:30 M: 12:30-14:00	mcgpayo@ucm.es	Despacho 115.0, 1ª Planta, Módulo Este
Paula Arribas Fernández	J y V: 13:00-14:00 X: 16:00-17:00	paulaarribas@ucm.es	Despacho 104.0 bis, 1ª Planta, Módulo Este

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Dar a los alumnos procedentes de titulaciones diferentes a la de grado en Física o similares, los conocimientos básicos de esta materia.
- Proporcionar las bases físicas para el estudio de los sistemas biológicos, en los diferentes niveles molecular, celular y de sistemas.
- Mostrar la necesidad de la interdisciplinariedad al abordar el estudio de los sistemas vivos.
- Resaltar las características de no linealidad y funcionamiento cooperativo en los fenómenos biológicos e introducir los modelos y métodos físicos y matemáticos para su estudio.
- Capacitar a los alumnos para abordar el estudio de fenómenos biológicos.

Resumen

Interacciones, conformación y motilidad en biomoléculas. Principios de la Termodinámica. Termoquímica. Fluctuaciones y mecánica estadística básica. Difusión: teorías microscópica y macroscópica. Neurobiofísica. Redes neuronales. Modelos de autoorganización en la evolución prebiótica

Conocimientos previos necesarios

Conocimientos previos: Conocimientos básicos de Física y Química

Programa de la asignatura

Tema 1. Orbitales atómicos. Orbitales moleculares. Interacciones moleculares. Enlaces. Estructura de biomoléculas.

Tema 2. Primer y segundo principios de la Termodinámica. Concepto de entropía. Principio extremal: potenciales termodinámicos. Termodinámica y estadística.

Tema 3. Movimiento browniano. Difusión. Distribución de Boltzmann. Ratchets brownianos. Modelo físico de las máquinas moleculares. Ejemplos de motores moleculares.

Tema 4. Carbohidratos, lípidos. Transporte en la membrana, potencial de Nernst, ecuación GHK. Bomba de sodio-potasio, circuito equivalente de la membrana.

Tema 5. Morfología y funcionamiento de las neuronas. Definición de potencial de acción, teoría del cable, modelo de conductancia de la membrana. Axones sin y con mielina. Dinámica no lineal, umbral de disparo. Contracción muscular, actividad eléctrica cardíaca.

Tema 6. Hemoglobina, modelo alostérico. Enzimas, cinética enzimática e inhibición, rutas metabólicas. Metabolismo aeróbico. Generación del ATP.

Tema 7. Química prebiótica. Reactores de evolución. Replicación con y sin error de copia. Cuasi-especie y cola de error. Crisis de información. Hiperciclos.

Bibliografía		
Básica		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fundamentos Físicos de los Procesos Biológicos. Volumen 3. R. Villar, C. López y F. Cussó, Ed. Club Universitario, 2013. 2. Bioquímica. Curso básico. J. L. Tymoczko, J. M. Berg y L. Stryer. Ed. Reverté, 2014. 3. Física para ciencias de la Vida. D. Jou Mirabent, J. E. LLebot Rabagliati, C. Pérez García. MC Graw Hill, 2009. 4. Biophysics. An Introduction. R. Cotterill. Wiley, 2003. 5. Biophysics. R. Glaser. Springer, 1999. 6. Biofísica. Principios fundamentales. J. Vázquez. Eypasa, 1993. 		
Complementaria		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Física. Principios con aplicaciones. D.C. Giancoli. Pearson, 2006. 2. Física. M. Alonso y E.J. Finn. Pearson, 2000. 3. Lehninger Principios de Bioquímica. D. L. Nelson, M. M. Cox. Ed. Omega, 2001. 		
Recursos en internet		
La asignatura está dada de alta en el Campus Virtual.		
Metodología		
Exposición de los temas por el profesor. Clase de problemas al final de cada tema, con participación de los alumnos. Exposición de los trabajos monográficos en la parte final del curso.		
Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
Examen final teórico-práctico		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
Trabajo monográfico con exposición oral (30%) Otras actividades que podrán incluir entrega de problemas, participación en clase, etc. (10%)		
Calificación final		
La calificación final será $N_{Final} = 0.6N_{Examen} + 0.4N_{OtrasActiv}$, donde N_{Examen} y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.		

Ficha de la asignatura:	Instrumentación Biomédica			Código	606779
Materia:	Fundamentos de Instrumentación Biomédica	Módulo:	Formación Básica		
Carácter:	Formación Básica	Curso:	1º	Semestre:	1º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6			
Horas presenciales	45	25		20

Profesor/a Coordinador/a:	A. M. Carmen Pérez			Dpto:	FAIII
	Despacho:	3ª_112	e-mail	cperez@ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
16	L, J	15:00 – 16:30	Margarita Chevalier	28/09/15-29/10/15	9	RMF
			A. M. Carmen Perez	02/11/15-03/12/15	8	FAIII
			Tatiana Alieva	07/12/15-25/01/16	8	ÓPTICA

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado						
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.	
A1	Lab.de instrumentación de medidas fisiológicas	**	Margarita Chevalier	6	RMF (Fac. Medicina)	
A1	Aula Informática	02/11,16/11,23/11, 30/11	A. M. Carmen Pérez	7	FAIII	
A1	Lab. de Óptica Estadística	14/01, 18/01, 21/01, 25/01	Tatiana Alieva	7	ÓPTICA	

**Las sesiones prácticas se harán en sesiones conjuntas con las de la asignatura de Anatomía y Fisiología en las fechas que se determinen a principio de curso junto con los profesores de la asignatura mencionada

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
M. Chevalier	M 16:00-19:00 y J 17:00-20:00	chevalier@med.ucm.es	Física Médica. Facultad de Medicina. Pab. II. 4ª Planta
A. M. Carmen Perez	M 15:00-17:00, X 10:30 y J 14:00-15:00	cperez@ucm.es	CC Físicas 3ª-D112
Tatiana Alieva	X 14:00-17:00.y J 16:30-19:30	talieva@fis.ucm.es	CC. Físicas 01-D10

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

El alumno identificará los principios físicos de los distintos transductores y sensores y conocerá sus principales aplicaciones en relación a la medida y detección de señales fisiológicas. Aprenderá los fundamentos de equipos básicos de instrumentación electrónica y óptica de aplicación biomédica. Adquirirá destreza en el uso de las herramientas matemáticas utilizadas en instrumentación biomédica, así como las técnicas de procesado de señales.

Resumen

Fundamentos físicos de los sensores y transductores. Procesamiento electrónico de señales biomédicas. Caracterización de sistemas de medida: dispositivos electrónicos y ópticos. Instrumentación aplicada a formación de imagen y análisis bioquímico en biomedicina. Seminarios de dispositivos de monitorización, diagnóstico, terapia y rehabilitación.

Conocimientos previos necesarios

Física General y Técnicas de Cálculo (diferenciación, integración y estadística).
Análisis de Circuitos lineales

Programa de la asignatura

- Fundamentos físicos de los sensores y transductores. Características de las señales biomédicas. Características de los sistemas de instrumentación biomédica. Tipos de sensores y transductores de señales biomédicas. Principales aplicaciones. Biosensores. Instrumentación básica hospitalaria.

Laboratorio de instrumentación de medidas fisiológicas (Electrocardiograma ,presión arterial y espirometría)

- Procesamiento electrónico de señales biomédicas: amplificación y filtrado. Amplificadores diferenciales. Amplificadores para Instrumentación. Análisis y Diseño de Filtros Activos. Amplificadores de Biopotenciales. Electrocardiógrafo. Dispositivos Terapéuticos: Marcapasos, Desfibrilador etc. Seguridad eléctrica: Aislamiento Eléctrico.

Laboratorio: Simulaciones PSpice: Caracterización y optimización de los parámetros de un amplificador de instrumentación. Análisis en función de la frecuencia y análisis de Fourier. Tratamiento de señales eléctricas. Simulación y medidas experimentales:

Amplificación y filtrado en una señal biomédica. Ejemplo: Electrocardiograma

- Instrumentación aplicada a formación de imagen en biomedicina. Resumen de teoría de microscopía óptica. Imagen de fase. Imagen cuantitativa. Técnicas especiales: Microscopía por contraste de fase; Microscopía confocal; Microscopía por fluorescencia; Microscopía no lineal. Iluminación estructurada. Ptycografía.

Laboratorio de microscopía óptica

- Instrumentación aplicada al análisis bioquímico de muestras biomédicas.
- Resumen de teoría de espectroscopia óptica. Tipos de espectrómetros. Espectros de muestras biomédicas. Técnicas espectroscópicas aplicadas a biomedicina.

Laboratorio de espectroscopía

Bibliografía

Básica

J. G. Webster, *Medical Instrumentation: Application and design*, John Wiley, USA (2010).
 M. A Pérez Garcia, J. C. Álvarez Antón, J. C. Campo Rodríguez, F. J. Ferrero Martín y G. J. Grillo Ortega, *Instrumentación electrónica*, Ed. Paraninfo, Thomson (2008)
 D. A. Boas, C. Pitris and N. Ramanujan, *Handbook of biomedical optics*, CRC Press, NY (2011)
 T. S. Tkaczyk, *Field Guide to Microscopy*, eISBN: 9780819478917, DOI: 10.1117/3.798239 (2010)
 R.S. Khandpur, *Handbook of Medical instruments*, TMH, New Delhi (2003).

Complementaria

K. Raja Rao and S. Guha, *Principles of Medical Electronics and Instrumentation*, Universities Press, New Deli (2001).
 J. Carr, *Introduction to Biomedical Equipment Technology*, Pearson Education (2001).

Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM
 Enlaces a las páginas web relacionadas con el temario de la asignatura

Metodología

Metodología de evaluación continua basada en clases de teoría y problemas que se complementarán con actividades adicionales debidamente adecuadas al volumen de matrícula: prácticas de simulación, laboratorios, seminarios de últimas tecnologías y visitas guiadas.

Evaluación

Realización de exámenes	Peso:	50%
Exámenes teórico-prácticos liberatorios, presentación de prácticas de laboratorio. Examen final		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
Informes de prácticas de simulación y problemas entregados de forma individual.		

Calificación final

La calificación final será $N_{Final} = 0.5N_{Exámen} + 0.5N_{OtrasActiv}$ donde $N_{Exámen} = \max((N_{parcial1} + N_{parcial2} + N_{parcial3})/3, N_{Exámen\ final})$ y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados.

Ficha de la asignatura:	Procesado de Señales			Código	606780
Materia:	Fundamentos de Instrumentación Biomédica	Módulo:	Formación Básica		
Carácter:	Formación Básica	Curso:	1º	Semestre:	1º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6			
Horas presenciales	45	30		15

Profesor/a Coordinador/a:	Tatiana Alieva			Dpto:	Óptica
	Despacho:	O1-D10	e-mail	talieva@fis.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
16	L, J	12:30-14:00	Tatiana Alieva	28/09-19/11	16.5	Óptica DACyA
			José María Girón Sierra	23/11-25/01		

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Lab. de Óptica Estadística	05/11, 12/11, 16/11, 19/11	Tatiana Alieva	6	Óptica
	Aula de Informática Sótano	26/11, 3/12, 10/12, 17/12, 14/12, 21/12	José María Girón Sierra	9	DACyA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Tatiana Alieva	X 14:00-17:00 J 16:30-19:30	talieva@fis.ucm.es	O1-D10
José María Girón Sierra	X 10:00-12:00 V 10:00-14:00	gironsi@dacya.ucm.es	2ª, 228

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

El alumno aprenderá los fundamentos de descripción de las señales y de los sistemas de adquisición y tratamiento de señales. Adquirirá destreza en el uso de técnicas de filtrado y análisis de señales multidimensionales y tratamiento de imagen utilizadas en instrumentación biomédica. Obtendrá los conocimientos básicos de informática relativos al ámbito de estudio. Desarrollará la capacidad para analizar, evaluar y sintetizar algoritmos de tratamiento de señales e imágenes.

Resumen

Descripción, análisis y tratamiento de señales e imágenes biomédicas. Caracterización de sistemas de adquisición de señales.

Conocimientos previos necesarios

Es aconsejable tener conocimientos de Óptica, Estadística, Programación.

Programa de la asignatura

- Tipos de señales biomédicas y su descripción.
- Transformada de Fourier y sus propiedades.
- Convolución y correlación. Teorema de muestreo.
- Sistemas lineales y su caracterización.
- Sistemas de formación de imagen en biomedicina.
- Principios de tomografía. Transformada de Radon.
- Procesos aleatorios
- Filtrado de señales biomédicas unidimensionales.
- Tratamiento de imágenes biomédicas
- Análisis de señales no estacionarias.
- Análisis basado en componentes.

Laboratorios:

1. Laboratorio de caracterización de un sistema de formación de imagen.
2. Laboratorio de procesamiento óptico de la información: Efecto Talbot; Sistemas ópticos para análisis de Fourier; Filtrado óptico de frecuencias espaciales; Iluminación coherente e incoherente.
3. Laboratorios de procesamiento digital de señales basado en ordenadores y MATLAB.
 - a) Análisis básico de señales biomédicas (ECG, EEG). FFT, FFT-shift. Filtros digitales
 - b) Reconstrucción tomográfica.
 - c) Aspectos de estadística y señales aleatorias
 - d) Ejemplos de filtrado de señales
 - e) Tratamiento de imagen (Programa: Image J)
 - f) Ejemplos de análisis de señales no estacionarias
 - g) Ejemplos de análisis PCA e ICA

Bibliografía		
Básica		
<ol style="list-style-type: none"> 1. W. van Drongelen, <i>Signal Processing for Neuroscientists: Introduction to the Analysis of Physiological Signals</i>, Academic Press, (2007) 2. P. Suetens, <i>Fundamentals of Medical Imaging</i>, Cambridge University Press (2013) 3. J. W. Goodman, <i>Introduction to Fourier Optics</i>, Third Edition, Roberts & Company, Englewood, (2005). 4. J.G. Proakis, D.G. Manolakis, <i>Digital Signal Processing</i>, Prentice Hall, (2006). 5. J. W. Hoboken, <i>Digital signal processing using MATLAB for students and researchers</i>, NJ, Wiley, (2011) 6. J. F. James, <i>A Student's Guide to Fourier Transforms</i>, Cambridge University Press, (2002). 		
Complementaria		
<ol style="list-style-type: none"> 7. S. Qian, <i>Introduction to Time-Frequency and Wavelet Transform</i>, Prentice Hall, (2001). 8. O. K. Ersoy, <i>Diffraction, Fourier Optics, and Imaging</i>, Wiley Interscience, NJ, USA, (2007). 9. A.V. Oppenheim, A.S. Willsky, <i>Signals and Systems</i>, Prentice Hall, (1996) 10. P.J. Durka, <i>Time-Frequency Analysis of Biomedical Signals</i>, Artech House, (2007) 11. H. H. Barrett, K. J. Myers, <i>Foundations of Image Science</i>, Wiley-Interscience, USA (2004) 12. W. Birkfellner: <i>Applied Medical Image Processing: A Basic Course</i>. CRC Press. (2010) <p>C.W. Gardiner, <i>Handbook of Stochastic methods, for Physics, Chemistry and the Natural Sciences</i>. 2nd Ed. Springer (1985)</p>		
Recursos en internet		
Campus virtual. Enlaces a portales universitarios de procesamiento de señales e imágenes.		
Metodología		
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clases de teoría - Clases prácticas (problemas y laboratorios). - Tutorías, en las que se discutirán y resolverán dudas de forma personalizada o en pequeños grupos. <p>En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador, simulaciones por ordenador, etc.</p>		
Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
Examen opcional		
Otras actividades de evaluación	Peso:	100% (40%)
Defensa individual de los ejercicios y prácticas		
Calificación final		
<p>A lo largo del curso cada alumno irá resolviendo varios ejercicios, prácticas de laboratorio, preparando documentos de resultados. Al final, cada alumno hará una defensa de esos resultados, y responderá a preguntas por parte del profesor. Existirá también, como alternativa, un examen final para quienes lo prefieran a la defensa antes citada. En tal caso, se valorará con un 70% el examen y con un 30% el documento de resultados de los ejercicios y prácticas. Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.</p>		

Ficha de la asignatura:	Radiofísica			Código	606781
Materia:	Fundamentos de Radiofísica	Módulo:	Formación Básica		
Carácter:	Obligatorio	Curso:	1º	Semestre:	1º

	Total	Teóricos Seminarios	Prácticas y Laboratorio
Créditos ECTS:	6		
Horas presenciales		38	7

Profesor/a Coordinador/a:	Fernando Arqueros Martínez			Dpto:	FAMN
	Despacho:	223, 3ª planta	e-mail	arqueros@gae.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
16	L, J	9:30-11:00	Fernando Arqueros Martínez	Desde 01/10/2015 hasta 03/12/2105	28	FAMN
			Diego García Pinto	Desde 07/10/2015 hasta 14/01/2106	10	RMF (Fac. Medicina)

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
	Hosp. Clínico/Fac. Medicina	Fecha y horario a determinar	Fernando Arqueros Martínez	2	FAMN
	Hosp. Clínico/Fac. Medicina	Fecha y horario a determinar	Alfonso López Fernández	5	RMF (Fac. Medicina)

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Fernando Arqueros Martínez	M 16:30 – 18:00 J 16:30 – 18:00	arqueros@gae.ucm.es	Desp. 223 3ª planta
Diego García Pinto	L, J 13:00-14.00	garcia.pinto@med.ucm.es	Fac. Medicina
Alfonso López Fernández	J 16:00-18:00	alflopez@med.ucm.es	Fac. Medicina

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Consolidar los conocimientos previos relativos a los procesos de interacción de partículas ionizantes con la materia.
- Entender la fenomenología del paso de partículas ionizantes en la materia.
- Entender las bases de la dosimetría de radiaciones ionizantes.
- Entender y aplicar los métodos para calcular y para medir la dosis absorbida.
- Entender los efectos de la radiación ionizante sobre las células y los seres vivos.
- Conocer los principios de la protección radiológica y la legislación vigente.

Resumen

Radiaciones directa e indirectamente ionizantes. Procesos de interacción de radiaciones ionizantes con la materia. Magnitudes radiométricas. Coeficientes de interacción. Principios de dosimetría de radiaciones ionizantes. Magnitudes dosimétricas. La cavidad de Bragg-Gray. Equilibrio electrónico. Efecto de interfases. Técnicas de cálculo de dosis. El método de Monte Carlo. Cámaras de ionización. Protección radiológica general. Radiobiología. Dosimetría a pacientes. Detectores y dosímetros. Blindajes. Legislación. Sistemas de gestión automática de la dosimetría a pacientes.

Conocimientos previos necesarios

En principio los conocimientos previos necesarios son los correspondientes a los impartidos en Licenciatura o Grado de algunas de las titulaciones de acceso (Física, Química, Biología, Bioquímica, Farmacia, Medicina, Ingeniería). No obstante es recomendable para un mejor aprovechamiento haber cursado con antelación algún curso básico de interacción de radiaciones ionizantes con la materia.

Programa de la asignatura

- Interacción de fotones de alta energía con la materia. Coeficientes de atenuación, de transferencia y de absorción.
- Interacción de partículas cargadas con la materia. Poder de frenado y poder de frenado restringido. Alcance. Retro-dispersión.
- Magnitudes dosimétricas. Principios de dosimetría de radiaciones ionizantes. Equilibrio electrónico. La cavidad de Bragg-Gray. Efecto de interfases. Cámaras de ionización.
- Técnicas de cálculo de dosis. El método de Monte Carlo.
- Protección radiológica general.
- Radiobiología.
- Dosimetría a pacientes.
- Detectores y dosímetros. Blindajes.
- Legislación.
- Sistemas de gestión automática de la dosimetría a pacientes.

Prácticas: el calendario se comunicará oportunamente:

Facultad de Físicas

- Práctica de computación: Simulación del paso de radiación ionizante en medios materiales de interés biomédico. Cálculo de la dosis depositada por un haz de fotones de 1 MeV en un cilindro de agua. Dosis en profundidad y perfiles laterales.

Facultad de Medicina (Hospital Clínico)

- Dosimetría en radiodiagnóstico (radiografías de proyección; tomografía computarizada; sistemas de gestión automática).
- Protección radiológica operacional y cálculo de blindajes. A desarrollar en Facultad de Medicina.

Bibliografía

- H.E. Johns and J.R. Cunningham, *The Physics of Radiology*. Charles C. Thomas Press, 1983.
- James E. Turner, *Atoms, Radiation, and Radiation Protection*. Wiley 2007.
- F.H. Attix. *Introduction to Radiological Physics and Radiation Protection*. Wiley 2004.
- SEFM. *Fundamentos de Física Médica. Volumen 1. Medida de la radiación*. Editor A. Brosted. Ed. ADI, 2011.
- SEFM. *Fundamentos de Física Médica. Volumen 2. Radiodiagnóstico: bases físicas, equipos y control de calidad*. Editor P. Ruiz Manzano. Ed. ADI, 2012.

Recursos en internet

Campus Virtual. Se facilitarán recursos de apoyo para entender los procesos de interacción de las radiaciones ionizantes y las técnicas de dosimetría.

Metodología

- Clases teóricas con ayuda de medios audiovisuales en las que se explicarán los conceptos teóricos de la materia.
- Clases de problemas en las que se resolverán ejercicios numéricos previamente propuestos.
- Laboratorio de computación en donde el alumno aprenderá las técnicas para el cálculo dosimétrico.
- Visitas a hospital en donde el alumno conocerá el trabajo que los Radiofísicos realizan en los hospitales.
- Laboratorio en donde el alumno aprenderá a manejar y calibrar dosímetros y se familiarizará con las aplicaciones clínicas.

Evaluación

Realización de exámenes

Peso:

70%

Los exámenes tendrán una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase) o desarrollo de temas cortos. Para la realización de la parte de problemas se podrá consultar un libro de teoría de libre elección por parte del alumno.

Otras actividades de evaluación

Peso:

30%

Se ofertarán actividades puntuables. Estas podrán incluir actividades de evaluación continua o de otro tipo, como:

- Realización de prácticas de laboratorio.
- Problemas y ejercicios entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo. Participación en clases, seminarios y tutorías.
- Presentación, oral o por escrito, de trabajos.

Calificación final

La calificación final será $N_{Final} = 0.7N_{Examen} + 0.3N_{OtrasActiv}$, donde N_{Examen} y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.

4.2. Módulo de Formación Especializada (Biofísica)

Ficha de la asignatura:	Biomembranas			Código	606784
Materia:	Biofísica	Módulo:	Formación Especializada		
Carácter:	Optativa	Curso:	1º	Semestre:	1º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	3,3	1,6	1,1
Horas presenciales	45	25	12	8

Profesor/a Coordinador/a:	Jesús Pérez Gil	Dpto:	BBMI
	Despacho:	e-mail	jperezgil@bio.ucm.es

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
4A	L	16:30-18:00	Jesus Pérez Gil	Octubre-12 Nov	13	BBMI QFI
	M	11:30-13:00	Francisco Monroy	16 Nov - 28 Enero	12	

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	A/D	Práctica 1	Jesus Pérez Gil	10	BBMI
		Práctica 2	Francisco Monroy	10	QFI

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Jesus Pérez Gil	L,X,V 10-12h	jperezgil@ucm.es	JPG: Dpto. Bioquímica y Biología Molecular I. Facultad de Biología. Anexo. 1ª Planta.
Francisco Monroy	L,X,V 10-12h	monroy@ucm.es	FMM: Dpto. Química Física I. Facultad de Química. Despacho QB232. 2ª Planta.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprender en profundidad los principios básicos de funcionamiento de los sistemas biológicos como sistemas abiertos muy alejados del equilibrio.
- Entender la estructura, organización y dinámica biomoleculares, en competencia y aprovechamiento de las fluctuaciones térmicas.
- Comprender la estructura y fenómenos dinámicos en las membranas biológicas.
- Aprender técnicas teóricas, experimentales y de simulación numérica para el análisis estructural de macromoléculas y sistemas.
- Aplicar todos estos conocimientos al desarrollo del área interdisciplinar de la Biología Física.

Resumen

Estructura de lípidos. Modelos experimentales de membrana. Transiciones de fase. Estructura de la membrana: dominios y rafts, polimorfismo lipídico, asimetría. Fusión y permeabilización. Proteínas de Membrana. Mecánica y dinámica de membranas. Membranas celulares: biogénesis y tráfico de membranas, adhesión, división.

Conocimientos previos necesarios

No se requieren conocimientos específicos previos.

Programa de la asignatura

- Estructura de lípidos
- Modelos experimentales: monocapas y liposomas.
- Transiciones de fase. Estructura lateral de membrana: dominios y rafts.
- Polimorfismo lipídico. Fusión y Permeabilización de membranas.
- Proteínas de Membrana. Seminario 1: Utilización de detergentes en la caracterización de membranas y sus proteínas. Seminario 2: Estructura y dinámica de un sistema de membranas: el surfactante pulmonar.
- Estructura transversal de membrana. Asimetría lipídica y flip-flop. Citoesqueleto.
- Mecánica de membranas. Energética. Curvatura y Tamaño. Transiciones de forma. Membranas heterogéneas.
- Dinámica de membranas. Fluctuaciones térmicas. Actividad. Dinámica del citoesqueleto. Seminario 3: Dinámica Browniana de membranas
- Membranas celulares. Biogénesis y tráfico de membranas. Adhesión. División. Seminario 4: Mecánica de la división celular

Laboratorio

- Práctica 1: Estructura lateral de membranas modelo. Dominios lipídicos en liposomas y/o monocapas.
- Práctica 2: Preparación de vesículas con córtex de actina / Análisis estocástico de las fluctuaciones activas del glóbulo rojo.

Bibliografía		
<p>Básica</p> <p>O. G. Mouritsen. Life – As a matter of fat. The emerging science of lipidomics. Springer, 2005.</p> <p>D.E. Vance, J.E. Vance. Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes, 4ª Ed. Elsevier, 2002.</p> <p>P.L. Yeagle. The structure of biological membranes, 2ª Ed. CRC Press, 2005.</p> <p>D. Boal. Mechanics of the cell, 2nd ed., Cambridge Univ. Press, 2012.</p> <p>U. Seifert and R. Lipowsky, in Structure and dynamics of membranes, Vol. 1 of Handbook of Biological Physics, edited by R. Lipowsky and E. Sackmann, Elsevier, Amsterdam, 1995.</p>		
<p>Complementaria</p> <p>R. Grisshammer, S.K. Buchanan. Structural biology of membrane proteins. RSC Publishing, 2006.</p> <p>L.K. Tamm. Protein-Lipid interactions: from membrane domains to cellular networks. John Wiley & Sons, 2005.</p> <p>J. Howard. Mechanics of Motor Proteins and the Cytoskeleton. Sinauer, 2005.</p> <p>P.F. Devaux and A. Herrmann. Transmembrane Dynamics of Lipids. Wiley, 2012.</p>		
Recursos en internet		
Campus virtual		
Metodología		
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clases magistrales donde se explicarán los conceptos básicos de la materia, incluyendo ejemplos y aplicaciones. - Conferencias de profesores e investigadores invitados del área de las biomembranas - Entregas de problemas - Seminarios prácticos. - Prácticas de laboratorio. <p>En las clases teóricas y prácticas se utilizarán la pizarra y proyecciones con ordenador. Los seminarios prácticos incluirán cálculos por ordenador. Todo ello apoyado por materiales que se harán disponibles a través de la página Web de la asignatura disponible a través del Campus Virtual</p>		
Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	70%
Se realizarán exámenes de conocimiento por escrito y/o oral. Exposición y defensa de temas propuestos.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	30%
<ul style="list-style-type: none"> - Problemas y ejercicios entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo (15%). - Realización de prácticas de laboratorio y entrega de la correspondiente memoria (15%). 		

Calificación final
La calificación final será la media ponderada de las calificaciones obtenidas en los dos apartados, es decir el resultado de la suma ponderada de las puntuaciones obtenidas en el examen (70%) y en los trabajos complementarios (30%)

Ficha de la asignatura:	Biofísica Molecular			Código	606783
Materia:	Biofísica	Módulo:	Formación Especializada		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	2º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	2	2,7	1,3
Horas presenciales	45	15	20	10

Profesor/a Coordinador/a:	Iván López Montero	Dpto:	QF1
	Despacho:	e-mail	ivanlopez@quim.ucm.es

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
16	M	9:30 – 11:00	Germán Rivas Caballero Rafael Giraldo	Todo el semestre		CSIC
			Luis Alberto Campos Prieto			CSIC
12	V	9:30 – 11:00	Nicola D'Amelio Francisco J. Cao			CSIC
			Iván López Montero			FAMN QF-I

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1		Coincidiendo con las horas de clase. En el aula, o puntualmente en laboratorios de la UCM o del CSIC lo que se anunciará con antelación	Germán Rivas Caballero Rafael Giraldo Luis Alberto Campos Prieto Nicola D'Amelio Francisco J. Cao Iván López Montero		CSIC CSIC CSIC CSIC FAMN QF1

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Germán Rivas Caballero Rafael Giraldo Luis Alberto Campos Prieto Nicola D'Amelio Francisco J. Cao Iván López Montero	Contactar en clase o por email para concertar día y hora	grivas@cib.csic.es rgiraldo@cib.csic.es lacampos@cnb.csic.es nicola.damelio@gmail.com franco@fis.ucm.es ivanlopez@quim.ucm.es	Contactar en clase o por email para concertar tutoría

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
Proporcionar al alumno el conocimiento de los problemas biológicos esenciales en los que un abordaje físico juega un papel fundamental. Formar en el uso de las herramientas experimentales, computacionales y teóricas necesarias para resolver estos problemas. Después de cursar esta asignatura el alumno será capaz de aplicar estos conocimientos y contribuir al desarrollo del área emergente de la Biología Física y Cuantitativa.

Resumen
Principios organizativos de la célula. Estructura y estabilidad de proteínas, lípidos, ADN y ARN. Interacciones y dinámica. Autoensamblajes y agregaciones funcionales y patológicas. Dinámica conformacional y plegamiento de proteínas. Motores moleculares, replicación del ADN, dinámica del citoesqueleto. Efectos de confinamiento y aglomeración (crowding). Métodos experimentales, teóricos y computacionales. Biología sintética.

Conocimientos previos necesarios
Para esta cursar asignatura no se requieren conocimientos específicos previos adicionales.

Programa de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Principios Estructurales</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Principios organizativos y estructurales de los sistemas biológicos. Estructura y estabilidad de bio-moléculas. ○ Mecánica estadística de sistemas macromoleculares ○ Estructura de macromoléculas, y ensamblajes macromoleculares. • <i>Procesos dinámicos en sistemas biomoleculares</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Dinámica conformacional, plegamiento y agregación de proteínas. Efectos de aglomeración (crowding). ○ Difusión y transporte activo. Dinámica de los motores moleculares (de transporte y replicación). Dinámica del citoesqueleto. ○ Fluctuaciones estocásticas en sistemas biomoleculares (proteínas, vesículas lipídicas, motores moleculares, unzipping de ADN, ...).

- **Instrumentación y métodos biofísicos**
 - Métodos estructurales de alta resolución.
 - Métodos ensemble average con métodos de resolución temporal.
 - Métodos single-molecule (AFM, pinzas ópticas) con métodos de resolución temporal.
- **Ingeniería biomolecular**
 - Ingeniería y diseño de proteínas / DNA. Biosensores.
 - Reconstitución y manipulación de complejos macromoleculares.

Bibliografía

Básica

R. Phillips, J. Kondev, J. Theriot. *Physical Biology of the Cell*. Garland Science, 2008.

K. Dill, S. Bromberg. *Molecular Driving Forces: Statistical Thermodynamics in Biology, Chemistry, Physics, and Nanoscience*. Garland Science, 2010.

Complementaria

D. Boal. *Mechanics of the Cell*. Cambridge University Press, 2012.

J. Howard. *Mechanics of Motor Proteins and the Cytoskeleton*. Sinauer, 2005.

K.E. Van Holde, W.C. Johnson, P.S. Ho. *Principles of Physical Biochemistry*. Prentice Hall, 2005.

J.N. Israelachvili. *Intermolecular and Surface Forces*, Academic Press, 2011.

Recursos en internet

La asignatura está dada de alta en el Campus Virtual de la UCM.

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Clases teóricas donde se explicarán las herramientas y conceptos básicos de la materia, incluyendo ejemplos y aplicaciones.

- Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas.

- Visitas a laboratorios.

En las lecciones y en las clases prácticas se utilizarán la pizarra y proyecciones con ordenador. Estas actividades se verán complementadas por prácticas virtuales y simulaciones por ordenador.

Evaluación

Realización de exámenes

Peso:

60%

Exámen escrito y/o oral consistente en una presentación sobre un tema relacionado con la asignatura.

Otras actividades de evaluación

Peso:

40%

Ejercicios entregables y memorias de laboratorio.

Calificación final

La calificación final será la media ponderada de la calificación obtenida en el examen y la calificación obtenida en las otras actividades evaluables (ejercicios entregables y memorias de laboratorio).

Ficha de la asignatura:	Temodinámica de los Sistemas Biológicos			Código	606786
Materia:	Biofísica	Módulo:	Formación Especializada		
Carácter:	Optativa	Curso:	1º	Semestre:	2º

	Total	Teóricos Problemas Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	5,2	-	0,4
Horas presenciales	45	42	-	3

Profesor/a Coordinador/a:	María del Carmen García Payo			Dpto:	FA-I
	Despacho:	115.0	e-mail	mcgpayo@ucm.es	

Teoría/Problemas/Seminarios - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
16	M	11:00-12:30	Mohamed Khayet Souhaimi (T/P/S)	Del 19/02/2016 al 12/04/2016	21	FA-I
12	V		María del Carmen García Payo (T/P/S)	Del 15/04/2016 al 03/06/2016	21	FA-I

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Laboratorio I (120.0)	2	Loreto García Fernández	3	FA-I

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Mohamed Khayet Souhaimi	M: 16:00-19:00	khayetm@fis.ucm.es	Despacho 116.0, 1ª Planta, Módulo Este
María del Carmen García Payo	L: 12:00-13:30 M: 12:30-14:00	mcgpayo@ucm.es	Despacho 115.0, 1ª Planta, Módulo Este
Loreto García Fernández	L: 12:00-13:30 X: 15:30-17:00	loreto.garcia@ucm.es	Despacho 104.0 bis, 1ª Planta, Módulo Este

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
Introducir al alumno en los fundamentos de la Termodinámica de los sistemas biológicos y en general, la Termodinámica de los Procesos Irreversibles (TPI), así como estudiar los fenómenos de

transporte (masa, carga y energía) que ocurren en los sistemas biológicos.

Esta asignatura proporciona también conocimientos básicos de la Termodinámica irreversible para sistemas muy alejados del equilibrio, así como la transferencia simultánea de masa, carga y energía que ocurre en los procesos biológicos como son: la dinámica de la respiración, membranas biológicas, la circulación en las arterias y tejidos, etc.

Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de entender la Física de los sistemas biológicos y le ayudará a comprender las demás asignaturas del máster en Biofísica

Resumen

Introducción general a los procesos irreversibles. Reversibilidad e irreversibilidad. Termodinámica de procesos muy alejados del equilibrio. Biofísica de la respiración. Difusión de un gas. Difusión en sistemas multicomponentes. Transferencia de materia, carga y energía. Fenómenos de transporte en sistemas biológicos.

Conocimientos previos necesarios

Termodinámica de los estados de equilibrio. Resolución de ecuaciones diferenciales.

Programa de la asignatura

- Introducción. Termodinámica de las disoluciones. Disoluciones ideales: Ley de Raoult. Disoluciones diluidas: Ley de Henry. Disoluciones reales: Actividad. Fenómenos de superficie en los sistemas biológicos. Reversibilidad e Irreversibilidad.
- Fundamentos de la termodinámica del no equilibrio. Procesos irreversibles y procesos muy alejados del equilibrio. Postulado de equilibrio local. Producción de entropía. Formulación local del segundo principio. Flujos y Fuerzas: Ecuaciones fenomenológicas. Teorema de Onsager. Estados estacionarios. Principio de mínima producción de entropía. Transporte de calor: Conducción, Ley de Fourier, Convección, Radiación.
- Biofísica de la respiración. Membrana celular. Transporte pasivo y activo. Difusión de un gas. Transferencia de masa (molecular o difusión simple y convectiva). Leyes de Fick. Coeficientes de transporte.
- Fenómenos de transporte en Sistemas Biológicos. Difusión en sistemas multicomponentes: ecuación de Stefan-Maxwell. Difusión en sistemas electrolíticos. Difusión a través de membranas. Transporte en células biológicas: transporte osmótico y por diferencia de presión. Transferencia de masa y calor simultáneamente. Sistemas acoplados de reacciones químicas y procesos de transporte.

Laboratorio:

- Preparación y caracterización de encapsulados biopoliméricos para su aplicación en el campo de la biomedicina.

Bibliografía

Básica

- C. Fernández Pineda, S. Velasco Maíllo. *Termodinámica*, Ed. Univ. Ramón Areces, 2009.
 I. Prigogine. *Introducción a la Termodinámica de los Procesos Irreversibles*, Selecciones Científicas, 1974.
 S.R. de Groot and P. Mazur. *Non-equilibrium thermodynamics*. Dover, 1984.
 Y. Demirel, *Nonequilibrium Thermodynamics: transport and rate processes in physical, chemical and biological systems*. Elsevier, 2007.
 R. Glaser. *Biophysics*, Springer, 2001.
 D.T. Haynie, *Biological Thermodynamics*. Cambridge Univ. Press, 2001.
 G.A. Truskey, F. Yuan and D.F. Katz. *Transport Phenomena in Biological Systems*. Pearson, 2009.
 R. Taylor and R. Krishna. *Multicomponent Mass Transfer*. Wiley, 1993.
 R.B. Bird, W.E. Stewart and E.N. Lightfoot. *Transport Phenomena*. Wiley, 2002.

Complementaria

- F. Montero y F. Morán. *Biofísica: Procesos de Autoorganización en Biología*. Eudema Universidad, 1992.

Recursos en internet

La asignatura se dará de alta en el Campus Virtual, donde se proporcionarán recursos de interés para la asignatura.

Metodología

Las clases serán teóricas, prácticas y de laboratorio. En las teóricas, el profesor introducirá los conceptos fundamentales de cada tema. En las prácticas se resolverán ejercicios, problemas y ejemplos de interés. Se asignarán trabajos a los alumnos que deberá presentar por escrito y/o se expondrán en clase. En el laboratorio el alumno podrá preparar y caracterizar encapsulados biopoliméricos para su aplicación en el campo de la biomedicina. El alumno deberá entregar un informe de la parte realizada en el laboratorio.

Evaluación

Realización de exámenes	Peso:	50%
Examen final teórico-práctico		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
Se evaluará la presentación de trabajos (20%), la entrega de problemas (10%) y las prácticas del laboratorio (20%). El estudiante dispondrá de tiempo limitado para su realización y entrega al profesor.		
Calificación final		
La calificación final será $N_{Final} = 0.5N_{Examen} + 0.5N_{OtrasActiv}$, donde N_{Examen} y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.		

4.3. Módulo de Formación Especializada (Instrumentación Biomédica)

Ficha de la asignatura:	Medidas Bioeléctricas			Código	606787
Materia:	Instrumentación Biomédica	Módulo:	Formación Especializada		
Carácter:	Optativa	Curso:	1	Semestre:	2

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	2,7	1,3	2
Horas presenciales	45	20	10	15

Profesor/a	Alberto Rivera Calzada			Dpto:	FAIII
Coordinador/a:	Despacho:	116	e-mail	alberto.rivera@fis.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
12	L J	11-12:30h	Alberto Rivera Calzada		25	FAIII

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	L J	10	Alberto Rivera Calzada	25	FAIII

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Alberto Rivera Calzada	M y J de 16-18h	alberto.rivera@fis.ucm.es	despacho 116

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
El alumno debe aprender las técnicas de medida de señales bioeléctricas y las bases necesarias para que sea capaz de desarrollar modelos eléctricos de sistemas biológicos a nivel celular y tisular.

Resumen

La asignatura consiste en los siguientes contenidos: Análisis de señales bioeléctricas. Propiedades eléctricas de sistemas biológicos. Espectroscopia de impedancias. Modelización eléctrica de células y cultivos. Medidas de contenido de agua y grasa en tejidos.

Conocimientos previos necesarios

Técnicas de cálculo, fundamentos de circuitos de corriente alterna y medidas eléctricas, y conocer las técnicas descritas en la asignatura Principios de Instrumentación Biomédica.

Programa de la asignatura

Teoría:

TEMA 1. Electrolitos: 1.1. Conducción iónica y electrónica. 1.2. Electrolisis. 1.3. Fenómenos de interfase. Cuestiones.
TEMA 2. Dieléctricos: 2.1. Polarización. 2.2. Condensadores. 2.3. Impedancia e inmitancia. 2.4. Polarización AC. 2.5. Espectroscopia dieléctrica. Cuestiones.
TEMA 3. Propiedades eléctricas de tejidos: 3.1. Biomateriales. 3.2. Tejidos y órganos. 3.3. Propiedades eléctricas especiales. Cuestiones.
TEMA 4. Instrumentación y medida: 4.1. Electrodo. 4.2. Instrumentos de medida. 4.3 Modelado. Cuestiones.

Trabajo individual de investigación a escoger entre las aplicaciones de interés del alumno.
Presentación del trabajo.

Laboratorio:

Seguridad eléctrica, dosis máximas.

Práctica individual de bioimpedancia corporal:

Medida de la bioimpedancia corporal en frecuencia, 20 Hz-3 GHz.

Modelado de la respuesta, circuitos equivalentes y filtrado de la señal, ajuste de datos con el software Zview.

Cálculo de la grasa corporal y comparación con báscula comercial.

Bibliografía

- "Bioimpedance and Bioelectricity Basics", S. Grimnes, O. G. Martinsen, Elsevier 2008.
- "Applied Bioelectricity. From Electrical Stimulation to Electropathology", J. Patrick Reilly, Springer 1998

Recursos en internet

La asignatura está dada de alta en el Campus virtual con abundante material adicional.

Metodología

Al principio del curso se imparten las clases de teoría y problemas, y se propone el trabajo de investigación individual. Después se realiza la presentación del trabajo de investigación individual, las prácticas de laboratorio propuestas y la redacción de los informes, que se complementarán con actividades adicionales como seminarios de investigación o visitas a centros de investigación.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	50%
Examen teórico		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
Prácticas de laboratorio y trabajos.		
Calificación final		
La calificación final se calculará de la siguiente manera: Examen teórico, 50% Prácticas, 30% Trabajo individual, 20%		

Ficha de la asignatura:	Resonancia Magnética Nuclear, Ultrasonidos e Imagen Molecular			Código	606789
Materia:	Instrumentación Biomédica	Módulo:	Formación Especializada		
Carácter:	Optativa	Curso:	1º	Semestre:	2º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	4,5	0,7	0,8
Horas presenciales	45	34	5	6

Profesor/a Coordinador/a:	Ignacio Rodríguez Ramírez de Arellano		Dpto:	Química Física II
	Despacho:	P21, 1ª Planta, Facultad Farmacia	e-mail	ignrodri@pdi.ucm.es

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
12	L, J	9:30-11:00	Paz Sevilla Sierra Mª Concepción Civera Tejuca Ignacio Rodríguez Ramírez de Arellano	a determinar	34	QFII

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Laboratorio departamento Química Física II	2	Paz Sevilla Sierra Mª Concepción Civera Tejuca Ignacio Rodríguez Ramírez de Arellano	11	QFII

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Paz Sevilla Sierra	M 8:30 – 14:30	paz@farm.ucm.es	Desp. 116, 1ªPlanta, F. Farmacia

M ^a Concepción Civera Tejuca	L,M,X 11:30 – 13:30	mccivera@farm.ucm.es	P22, 1ªPlanta, F. Farmacia,
Ignacio Rodríguez Ramírez de Arellano	L,X,V 11:30 – 13:30	ignrodri@pdi.ucm.es	P21, 1ªPlanta, F. Farmacia

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Proporcionar al alumno el conocimiento de las técnicas de espectroscopia e imagen en Resonancia Magnética Nuclear, las técnicas de ultrasonidos (orientado a imagen médica) y la imagen molecular.

Resumen

Bases físicas de la RMN. Espectroscopia e imagen por RMN. Instrumentación para RMN. Metabolismo y morfología por RMN. Fundamentos físicos de ultrasonidos. Dispositivos piezoeléctricos. Técnicas de pulso-eco. Ecografía 2D, 3D, 4D y Doppler. Bases físicas de la espectroscopia amplificada por superficies metálicas. Espectroscopía Raman y SERS y su aplicación biomédica.

Conocimientos previos necesarios

No se requieren conocimientos específicos previos adicionales.

Programa de la asignatura

- Bases físicas de la RMN.
- Espectroscopia por RMN y genómica estructural.
- Imagen por RMN.
- Instrumentación para RMN.
- Metabolismo por RMN.
- Morfología por RMN.
- Fundamentos físicos de ultrasonidos.
- Dispositivos piezoeléctricos.
- Técnicas de pulso-eco. Modos A, B y M.
- Ecografía 2D, 3D y, 4D.
- Ecografía Doppler.
- El efecto Raman y su aplicación en microscopia.
- Bases físicas de la espectroscopia amplificada por superficies metálicas.
- Raman y SERS y su aplicación biomédica.

Bibliografía		
<p>E.M. Haake, R.W. Brown, M.R. Thompson, R. Venkatesan. <i>Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design</i>. Wiley, 1999.</p> <p>M.T. Vlaardingerbroek, J.A. Boer, A. Luiten, F. Knoet. <i>Magnetic Resonance Imaging: Theory and Practice</i>. 3rd ed. Springer-Verlag, 2003.</p> <p>J.N.S. Evans. <i>Biomolecular NMR spectroscopy</i>. Oxford Univ. Press, 1995.</p> <p>J. Cavanagh, W.J. Fairbrother, A.G. Palmer III, N.J. Skelton. <i>Protein NMR Spectroscopy: Principles and Practice</i>. 2nd Ed. Elsevier, 2007.</p> <p>N. W. Lutz J.V. Sweedler, R. A. Wevers Methodologies for Metabolomics. Experimental Strategies and Techniques. Cambridge University Press, 2013.</p> <p>C.R. Hill, J.C. Bamber, G.R. ter Haar. <i>Physical Principles of Medical Ultrasonics</i>. Wiley, 2004.</p> <p>E.C. Le Ru, P.C. Etchegoin. <i>Principles of Surface-Enhanced Raman Spectroscopy: And Related Plasmonic Effects</i>. Elsevier, 2009.</p> <p>R. Aroca. <i>Surface-Enhanced Vibrational Spectroscopy</i>. Wiley, 2006.</p> <p>R.F. Aroca, M. Campos Vallete, J.V. Garcia-Ramos, S. Sanchez-Cortes, J.A. Sanchez-Gil, P. Sevilla. <i>Amplificación plasmónica de espectros Raman y de Fluorescencia. SERS y SEF sobre nanoestructuras metálicas</i>. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2014.</p>		
Recursos en internet		
<p>La asignatura está dada de alta en el Campus virtual.</p>		
Metodología		
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clases de teoría, donde se presentarán y comentarán los contenidos, ilustrados con ejemplos y aplicaciones. - Clases prácticas, que incluyen la resolución de problemas, la realización de prácticas en el laboratorio, trabajos con apoyo multimedia. <p>En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador o transparencias, simulaciones por ordenador, etc.</p>		
Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
<p>El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).</p> <p>Para la realización de la parte de problemas se podrá consultar un libro de teoría de libre elección por parte del alumno.</p> <p>Máxima calificación: 6.0</p>		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo (20 %). - Realización de prácticas de laboratorio (20 %). <p>Máxima calificación: 4.0</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final será $N_{Final}=0.6N_{Examen}+0.4N_{OtrasActiv}$, donde N_{Examen} y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados.</p>		

Ficha de la asignatura:	Óptica e Imagen en Biomedicina			Código	606788
Materia:	Instrumentación biomédica	Módulo:	Formación Especializada		
Carácter:	Optativa	Curso:	1º	Semestre:	2º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	4.8	1.2	
Horas presenciales	45	36	9	

Profesor/a Coordinador/a:	José A. Rodrigo			Dpto:	Óptica
	Despacho:		e-mail	jarmar@ucm.es	
Profesor/a Coordinador/a:	Margarita Chevalier del Rio			Dpto:	RMF
	Despacho:		e-mail	chevalier@med.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
12	L J	12:30 14:00	José A. Rodrigo	18/02/2016 14/04/2016	24	Óptica (Fac. CC Físicas)
12	L J	12:30 14:00	Margarita Chevalier del Rio	05/05/2016 02/06/2016	12	RFM (Fac. Medicina)

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Laboratorio Óptica Estadística (Fac. CC Físicas)	18,21,25 y 28 de Abril	José A. Rodrigo	6	Óptica (Fac. CC Físicas)
A2	Laboratorio de Imagen por rayos X. CAI de Difracción de rayos X. Edif. Aulario. Planta Sotano. (Fac. CC Químicas)	3 y 6 de Junio	Margarita Chevalier del Rio	3	RFM (Fac. Medicina)

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
José A. Rodrigo	L y J 9:30-12:30	jarmar@ucm.es	Despacho del profesor
Margarita Chevalier del Rio	M 16:00-19:00 y J 17:00-20:00.	chevalier@med.ucm.es	Despacho de la profesora (Física Médica. Fac. Medicina. Pabellón II. 4ª Planta)

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
<ul style="list-style-type: none"> • Comprender y aplicar los conceptos y fenómenos que intervienen en la interacción de la luz con la materia. • Comprender los fundamentos y caracterización de la interacción de la luz con tejidos biológicos. • Comprender y manejar los principios físicos de la radiación láser. • Entender el diseño, funcionamiento y aplicaciones de láseres en medicina. • Conocer los fundamentos de los métodos ópticos actuales de diagnóstico. • Comprender los fundamentos del mecanismo de la percepción visual y su influencia en la visualización y lectura de imágenes médicas. • Conocer las magnitudes que caracterizan las imágenes médicas. • Conocer los fundamentos de la evaluación de la imagen médica. • Comprender y manejar la teoría de los sistemas lineales para analizar los sistemas de imagen médicos. • Conocer los fundamentos de los modelos de observador para evaluar la calidad de la imagen médica. • Comprender y manejar diferentes tipos de análisis (ROC, FROC...) de datos asociados a la evaluación de las imágenes clínicas.

Resumen
<p>Espectro electromagnético. Radiación láser. Interacción de la radiación láser con tejidos biológicos. Seguridad láser. Métodos ópticos de diagnosis. Aplicaciones del láser en medicina y microscopía. Aplicación de la teoría de los sistemas lineales a los sistemas médicos de imagen (MTF, NNPS, DQE). Teoría de Rose. Modelos de observador para la extracción de información en las imágenes médicas. Diseño de experimentos para evaluar la calidad de imagen. Métodos analíticos para el tratamiento de los resultados experimentales (ROC, FROC).</p>

Conocimientos previos necesarios
<p>Es aconsejable tener conocimientos de óptica electromagnética, óptica física, teoría de sistemas lineales, transformada de Fourier.</p>

Programa de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • Absorción y emisión de la radiación electromagnética.

- Propiedades ópticas de los tejidos biológicos: absorción y *scattering*.
- Fundamentos de fuentes láser. Tipos de láseres.
- Aplicaciones de fuentes láser en medicina: cirugía láser, terapia fotodinámica, etc.
- Medidas de seguridad láser.
- Aplicaciones de fuentes laser en microscopía: imagen cuantitativa y micromanipulación de partículas (pinzas ópticas láser).
- Métodos ópticos de diagnóstico y sistema visual humano.
- Definición de las magnitudes que caracterizan la calidad de imagen.
- Aplicación de la teoría de los sistemas lineales a los sistemas médicos de imagen (MTF, NNPS, DQE).
- Análisis objetivos y subjetivos de la imagen médica. Relaciones.
- Modelos de observador para el análisis de las imágenes médicas
- Métodos analíticos (ROC, FROC).
- Laboratorio de aplicaciones láser en microscopía.
- Laboratorio de análisis de imágenes médicas.

Bibliografía

Básica

1. David A. Boas, Constantinos Pitris, Nimmi Ramanujam, Handbook of Biomedical Optics, CRC Press, 2011
2. P. Ferraro, A. Wax, and Z. Zalevsky, Coherent Light Microscopy: Imaging and Quantitative Phase Analysis, Springer Series in Surface Sciences (Springer, 2011).
3. J. M. Guerra Pérez, Física del Láser, <http://alqua.tiddlyspace.com/>
4. J. M. Artigas et al., Óptica fisiológica. Psicofísica de la visión. MacGraw Hill, Madrid, 1995.
5. J. Beutel and H. L. Kundel, Medical Imaging Handbook. Physics and psychophysics, SPIE, 2000.
6. E. Samei and E. Krupinsky (eds.), The Handbook of Medical Image Perception and Techniques, Cambridge University Press, 2009.

Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM: <https://www.ucm.es/campusvirtual/CVUCM/index1.php>
 Enlaces a las páginas web relacionadas con el temario de la asignatura.

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Clases de teoría, donde se presentarán y comentarán los contenidos, ilustrados éstos con ejemplos y aplicaciones.
- Clases prácticas, que incluyen la resolución de problemas, la realización de prácticas en el laboratorio, trabajos con apoyo multimedia

En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador o transparencias, simulaciones por ordenador, etc.

Evaluación

Realización de exámenes

Peso:

60%

El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).

Para la realización de la parte de problemas se podrá consultar un libro de teoría de libre

elección por parte del alumno. Máxima calificación: 6.0		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
- Problemas y ejercicios entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo. (20 %) - Realización de prácticas de laboratorio (20 %). Máxima calificación: 4.0		
Calificación final		
La calificación final será $N_{Final}=0.6N_{Exámen}+0.4N_{OtrasActiv}$, donde $N_{Exámen}$ y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados.		

4.4. Módulo de Formación Especializada (Radiofísica)

Ficha de la asignatura:	Elementos de Anatomía y Fisiología			Código	606790
Materia:	Radiofísica	Módulo:	Formación Especializada		
Carácter:	Optativa	Curso:	1º	Semestre:	1º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	4.5	1.5	
Horas presenciales	45	36	9	

Profesor/a Coordinador/a:	Mª Dolores Comas Rengifo			Dpto:	Fisiología
	Despacho:	2ª P. Pabellón 4 Fac. Medicina	e-mail	lolacom@med.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
José Acosta Fac. Medicina	M	15-16,30	Julián Bustamante García	29/09/15	9 h	Fisiología
			Mª Dolores Comas Rengifo	hasta	9 h	Fisiología
	J	17-18,30	Miguel Angel Pozo García		3 h	Fisiología
			José Ramón Sañudo Tejero	21/01/15	15 h	Anatomía

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Laboratorios de Fisiología y Anatomía	Cinco Martes a determinar 15:00-16:30	Julián Bustamante García	1.5 h.	Fisiología
			Mª Dolores Comas Rengifo	1.5 h.	Fisiología
			Miguel Angel Pozo García	1.5 h.	Fisiología
			José Ramón Sañudo Tejero	3 h.	Anatomía

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Julián Bustamante García M ^a Dolores Comas Rengifo Miguel Angel Pozo García José Ramón Sañudo Tejero	Martes 16:30-17:30 Jueves 18:30-19:30	lolacom@ned.ucm.es jubustam@med.ucm.es pozo@med.ucm.es jrsanudo@med.ucm.es	Despacho de cada profesor

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Reconocer los aspectos fundamentales de la anatomía humana y de la anatomía radiológica relacionados con la práctica de la física médica.
- Entender el funcionamiento normal de los aparatos y sistemas fisiológicos del ser humano.
- Conocer las metodologías de monitorización de algunas variables fisiológicas
- Utilizar la terminología anatómica y fisiológica precisa en la comunicación con profesionales sanitarios.

Resumen

Se pretende que el alumno posea conocimientos generales sobre:

- La anatomía del sistema musculo-esquelético.
- La anatomía y la fisiología de:
 - La sangre y aparato cardiovascular.
 - Los aparatos respiratorio, genitourinario y digestivo.

Los sistemas endocrino y nervioso.

Conocimientos previos necesarios

Conocimientos básicos de anatomía y de bioquímica

Programa de la asignatura

Programa teórico y práctico

Anatomía del sistema musculo-esquelético

- Cabeza y cuello.
- Tronco.
- Miembro superior.
- Miembro inferior

Fisiología general

- Fisiología general y de sistemas. Concepto de homeostasis.
- Compartimentos líquidos del organismo.
- Membrana celular. Procesos de intercambio con el medio. Osmolaridad
- Formas de comunicación celular
- Células endoteliales. Sistemas de intercambio con el medio externo.

Digestivo

- Anatomía funcional del aparato digestivo.
- Motilidad. Secreción. Digestión.
- Absorción de hidratos de carbono, proteínas y agua.

- Absorción de grasas. Transporte y metabolización del colesterol.
- Estructura y función hepática.
- Metabolismo basal. Depósitos de reserva energética. Control de la ingesta.

Sangre

- Composición. Plasma, hematíes, plaquetas y leucocitos. Hemostasia.
- Inmunidad innata
- Inmunidad adquirida.

Circulatorio

- Anatomía funcional del aparato circulatorio.
- Corazón y sistema circulatorio.
- Capilares. Circulación linfática.

Riñón

- Anatomía funcional del aparato genitourinario
- Estructura funcional. Filtración y reabsorción tubular.
- Secreción tubular. Concentración y excreción de la orina.

Respiratorio

- Anatomía funcional del aparato respiratorio.
- Concepto de respiración. Entrada de los gases, la ventilación.
- Difusión, transporte e intercambio de gases.

Nervioso

- Anatomía funcional del sistema nervioso.
- Células excitables. Potencial de membrana y potencial de acción. La sinápsis.
- Estructura general del sistema nervioso. Organización funcional.
- Sistema nervioso autónomo. Sistemas sensoriales. Sistemas motores.
- Sentidos especiales: gusto y olfato.

Endocrino

- Anatomía funcional del sistema endocrino.
- Concepto de hormona y mecanismos generales de acción. Control hormonal, hipotálamo e hipófisis.
- Hormona del crecimiento y factores tróficos.
- Hormonas tiroideas, paratiroideas y control de la calcemia.
- Hormonas que actúan sobre el metabolismo. El páncreas endocrino. Hormonas de la corteza suprarrenal.
- Control hormonal de la reproducción.

Laboratorio

- Espirografía y espirometría.
- Electrocardiografía.
- Presión arterial.
- EEG
- Anatomía del aparato locomotor.
- Anatomía del sistema nervioso y esplacnología.

Bibliografía		
<p>Pocok, G. y Richards, C. "Fisiología humana. La base de la medicina". Masson. Barcelona, 2002 o 2ª edición 2005.</p> <p>Tortora, G.J. y Derrickson, B. "Principios de Anatomía y Fisiología". Ed.Panamericana. 2006</p> <p>Thibodeau, G.A. y Patton, K.T. "Estructura y función del cuerpo humano". Elsevier. 13 Ed. 2008.</p> <p>Mulroney, S.E. y Myers, A.K. "Netter. Fundamentos de Fisiología". Elsevier Masson 1 Ed. 2011.</p>		
Recursos en internet		
Campus virtual		
Metodología		
<p>Se utilizarán clases teóricas a lo largo de la semana. Sobre los contenidos de estas clases teóricas se realizarán ejercicios y se discutirán casos que refuercen el tema estudiado. Para este fin se emplearán 4 horas semanales.</p> <p>Las clases prácticas consistirán en el aprendizaje de metodologías no invasivas que permitan al alumno explorar el normal funcionamiento del cuerpo humano.</p> <p>Se realizarán a lo largo de una semana, dos horas cada día, lo que permite al profesor enseñar primero el procedimiento a seguir y luego al alumno adquirir la destreza necesaria.</p>		
Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	70%
Se realizará un examen final tipo test con preguntas tipo verdadero o falso		
Otras actividades de evaluación	Peso:	30%
<ol style="list-style-type: none"> 1. PARTICIPACIÓN ACTIVA en clase con comentarios, preguntas, etc. 2. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS y preguntas en clase. 3. PRÁCTICAS: Evaluación de un trabajo sobre cada práctica. 		
Calificación final		
<p>EXAMEN TEÓRICO: Será el 70 % de la nota final.</p> <p>PARTICIPACIÓN ACTIVA: Representará el 10% de la nota final.</p> <p>RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS: Representará el 10% de la nota final.</p> <p>PRÁCTICAS: Representará el 10% de la nota final.</p>		

Ficha de la asignatura:	Física del Radiodiagnóstico			Código	606791
Materia:	Radiofísica	Módulo:	Formación especializada		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	2º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	4,7	1,3	
Horas presenciales	45	35	10	

Profesor/a Coordinador/a:	Alfonso Calzado Cantera			Dpto:	RMF
	Despacho:	F. Med	e-mail	calzado@ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo ² / Fechas	Horas	Dpto.
Seminario RMF ¹	L,J	15:00-16:30	Alfonso Calzado Cantera Margarita Chevalier Eduardo Guibelalde del Castillo José Luis Contreras González		6	RMF RMF RMF FAMN
					6	
					6	
					17	

¹Seminario de Física Médica, Departamento de Radiología y Medicina Física, Pabellón 2, 4ª Planta, Fac de Medicina.

²A principio de curso se proporcionará una agenda de clases con el contenido de cada sesión y los profesores encargados de ella.

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Visitas a hospitales y centros relacionados con la medicina nuclear.	2 días, a determinar	J.L. Contreras	5	FAMN
A1	Laboratorio Dpto de RMF	2 días en mayo	A.Calzado, E Guibelalde, M. Chevalier	5	RMF

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Alfonso Calzado Cantera		calzado@ucm.es	

Margarita Chevalier	L, J 14:00-15.00	chevalier@med.ucm.es	RMF, Fac. Medicina
Eduardo Guibelalde del Castillo		egc@med.ucm.es	
José Luis Contreras González	M,V 15:00-16:30	jlcontreras@fis.ucm.es	D.217 P3 CC Físicas

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Conocer la estructura, el funcionamiento, las características y las ventajas y limitaciones de los equipos médicos y las técnicas de adquisición de imágenes utilizados en las áreas de radiodiagnóstico y medicina nuclear.
- Describir los principios de diseño de los equipos médicos en las áreas de radiodiagnóstico, y medicina nuclear en relación con la eficacia clínica y la seguridad, incluyendo los factores humanos.
- Describir los requisitos previos y la aplicación práctica de los sistemas de seguimiento y control de las dosis de radiación de los pacientes en las áreas de radiodiagnóstico y medicina nuclear.
- Definir y explicar los principios de calidad, garantía de calidad, control de calidad e indicadores de rendimiento en lo que respecta a los equipos médicos en las áreas de radiodiagnóstico y medicina nuclear.

Resumen

Esta asignatura agrupa dos campos cruciales para el diagnóstico médico: los Rayos X y la Medicina Nuclear. Se pretende que el alumno:

- Posea una base sólida en las técnicas de diagnóstico utilizadas en Medicina Nuclear así como en las que hacen uso de los Rayos X.
- Conozca las bases físicas de cada técnica, los equipos utilizados más frecuentemente, las implicaciones de seguridad y la utilidad de cada modalidad en la práctica médica.
- Conozca los principales riesgos asociados con ambas técnicas diagnósticas y los mecanismos para minimizarlos.

Conocimientos previos necesarios

Física general a nivel universitario. Asignatura de Radiofísica. Conocimientos básicos de programación.

Programa de la asignatura

- Bases del Radiodiagnóstico. Producción de rayos X. Propiedades de la imagen.
- Detectores en grafía y escopia. Sistemas analógicos y digitales. Intervencionismo.
- Tomografía computarizada. Adquisición de datos, reconstrucción y visualización de la imagen. Técnicas especiales.
- Mamografía. Equipos. Calidad de la imagen. Dosimetría.
- Tomosíntesis. Adquisición de datos, reconstrucción y visualización de la imagen. Técnicas especiales
- Valores de referencia de dosis en diagnóstico. Dosimetría de los pacientes y control de

calidad.

- Bases de la Medicina Nuclear. Radioisótopos, Estadística Nuclear, detectores.
- Contadores y gamma cámaras. Contadores, gamma-cámaras. Control de calidad en gamma cámaras. SPET.
- Tomografía por emisión de positrones. Bases Físicas. Tomógrafos.

Laboratorio:

- Reconstrucción de imagen en tomografía computarizada. Utilización del Software CTSim e Image J para el análisis de las opciones de adquisición y reconstrucción.
- Cálculo de valores de dosis en exploraciones de radiografía convencional, intervencionismo, tomografía computarizada y mamografía

Actividades en centros hospitalarios y de investigación. Se visitarán diversos centros en donde se mostrarán las técnicas de:

- Registro y análisis de imágenes médicas.
- Producción de radioisótopos
- Calibración de gamma cámaras

Bibliografía

Básica

S. Cherry, J. Sorenson, M. Phelps. *Physics in Nuclear Medicine*. 3rd edition. Saunders, 2003.
 W.R. Hendee. *Medical Imaging Physics*. John Wiley, 2002.
 P. Sprawls. *The Physical Principles of Medical Imaging*. Medical Physics Pub Corp, 1995.

Complementaria

P. Suetens. *Fundamentals of Medical Imaging*, 2nd edition. Cambridge University Press, 2009.
 J.L. Prince, J. M. Links. *Medical imaging signals and systems*. Pearson Prentice Hall Bioengineering, 2006.
 J.T. Bushberg, J. A. Seibert, E.M. Leidholdt Jr.,J. Boone. *The Essential Physics of Medical Imaging* -2nd Ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2001.

Recursos en internet

La asignatura está dada de alta en el *Campus Virtual*. En ella se archivan apuntes y presentaciones de cada tema, así como enlaces a otros recursos.

Metodología

Sesiones teóricas con medios audiovisuales, prácticas utilizando detectores sencillos o datos de equipos médicos y prácticas o visitas a instalaciones médicas.

Evaluación

Realización de exámenes	Peso:	50%
Examen teórico-práctico al final del cuatrimestre.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
Entrega de ejercicios y prácticas (25%). Presentación de trabajo 25%		
Calificación final		
Media aritmética de la nota del examen y la de las otras actividades de evaluación.		

Ficha de la asignatura:	Física de la Radioterapia			Código	601074
Materia:	Radiofísica	Módulo:	Formación Especializada		
Carácter:	Optativa	Curso:	1º	Semestre:	2º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	4,7	1,3	
Horas presenciales	45	35	10	

Profesor/a Coordinador/a:	Alfonso López Fernández			Dpto:	RMF
	Despacho:	RFM*	e-mail	alfonso.lopez@med.ucm.es	

* Departamento de Radiología y Medicina Física. Pabellón 2, 4ª Planta, facultad de Medicina

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
SFM*	L y J	16:30-18:00	Alfonso López	Desde 8/2/2016 Hasta 3/6/2016	35	RMF (Facultad de Medicina)

* Seminario de Física Médica. Departamento de Radiología y Medicina Física. Pabellón 2, 4ª Planta, facultad de Medicina.

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
	Hospital de Fuenlabrada	Fecha y hora a determinar	Alfonso López	4	RMF
	Hospital de Fuenlabrada	Fecha y hora a determinar	Alfonso López	3	RMF
	Hospital de Fuenlabrada	Fecha y hora a determinar	Alfonso López	3	RMF

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Alfonso López	18:00-19:30	alfonso.lopez@med.ucm.es	RFM*

* Seminario de Física Médica. Departamento de Radiología y Medicina Física. Pabellón 2, 4ª Planta, facultad de Medicina.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Conocer la estructura, el funcionamiento, las características, y las ventajas y limitaciones de las técnicas y de los equipos médicos utilizados en el área de radioterapia.
- Describir los principios de diseño de los equipos médicos en el área de radioterapia en relación con la eficacia clínica y la seguridad, incluyendo los factores humanos.
- Describir los requisitos previos y la aplicación práctica de los sistemas de seguimiento y control de las dosis de radiación de los pacientes en el área de radioterapia.
- Definir y explicar los principios de calidad, garantía de calidad, control de calidad e indicadores de rendimiento en lo que respecta a los equipos médicos en el área de radioterapia.

Resumen

Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. Fundamentos de los tratamientos con radioterapia. Interacción radiación-materia. Magnitudes empleadas para medir la energía depositada: kerma, poder de frenado, exposición, dosis. Detectores de radiación empleados en radioterapia. Radioterapia externa: Equipos empleados (unidades de cobalto, aceleradores lineales). Calibración y caracterización dosimétrica de los haces de radiación emitidos. Cálculo de distribuciones de dosis. Técnicas utilizadas para aplicar los tratamientos. Técnicas avanzadas (IMRT, IGRT). Braquiterapia: Fuentes radiactivas utilizadas. Calibración y caracterización. Cálculo de dosis. Técnicas empleadas.

Conocimientos previos necesarios

Física General a nivel universitario. Asignatura de Radiofísica del Máster en Física Biomédica.

Programa de la asignatura

- Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes.
 - Introducción a la radioterapia.
 - Interacción radiación-materia.
 - Magnitudes empleadas para medir el depósito de energía: Kerma, poder de frenado, dosis.
 - Detectores de radiación utilizados en radioterapia.
 - Equipos emisores de radiación utilizados en radioterapia externa.
 - Calibración y caracterización dosimétrica de haces de radiación terapéuticos.
 - Cálculo de distribuciones de dosis en pacientes.
 - Proceso de un tratamiento de radioterapia externa.
 - Técnicas avanzadas de radioterapia externa.
 - Braquiterapia: isótopos, equipos y técnicas utilizados.
 - Calibración de fuentes de braquiterapia y cálculo de dosis.
-
- Práctica 1: Revisión del proceso completo del tratamiento radioterápico
 - Práctica 2: Elaboración de planes de tratamientos de radioterapia sencillos.
 - Práctica 3: Observación de tratamientos avanzados

Bibliografía		
<ul style="list-style-type: none"> • F.M. Khan. The Physics of Radiation Therapy. Lippincott Williams & Wilkins, 2003. • W.R. Hendee. Radiation Therapy Physics. Wiley, 2005. • F.H. Attix. Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry. Wiley, 2004. • OIEA (Podgorszak ed.). Radiation Oncology Physics. International Atomic Energy Agency, 2005. • SEFM (A. Brosed ed.). Fundamentos de Física Médica. Vol. 1: Medida de la radiación. 		
Recursos en internet		
Campus virtual		
Metodología		
Clases teóricas presenciales con empleo de medios audiovisuales, complementadas con visitas y prácticas en instalaciones médicas.		
Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	50%
Se realizará un examen de respuesta múltiple a final de curso.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
<p>A lo largo del curso se irán proponiendo problemas numéricos que los alumnos deberán resolver y entregar.</p> <p>A final del curso cada alumno deberá hacer una breve presentación sobre un tema relacionado con la asignatura.</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final se obtendrá a partir de la fórmula siguiente:</p> <p>Calificación = Nota Examen * 0,5 + Nota Problemas * 0,25 + Nota Presentación * 0,25</p>		

4.5. Trabajo Fin de Máster

Ficha de la asignatura:	Trabajo Fin de Máster			Código	606782
Materia:	Trabajo Fin de Máster	Módulo:	Trabajo Fin de Máster		
Carácter:	Obligatorio	Curso:	1º	Semestre:	anual

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	12	12		
Horas presenciales				

Profesor/a Coordinador/a:	Todos los profesores			Dpto:	Todos
	Despacho:		e-mail		

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

El Trabajo Fin de Máster TFM es un elemento formativo esencial que, con una carga de 12 ECTS, exige al alumno una gran dedicación. Al finalizar el TFM, el alumno habrá adquirido conocimientos y competencias que serán muy importantes en su futura vida profesional. Independientemente del tipo de TFM que realice. Por ejemplo, habrá adquirido capacidad para iniciar y desarrollar proyectos de investigación, para integrar herramientas teóricas, experimentales y de simulación, para trabajar de manera autónoma, gestionando de manera eficaz los recursos disponibles, así como para evaluar críticamente los resultados de su propio trabajo.

Conocimientos previos necesarios

Los contenidos de las asignaturas del Máster.

Programa de la asignatura

El contenido específico dependerá de la elección del alumno. Se ofertan trabajos Fin de Master dentro de los tres campos interrelacionados que abarcan estos estudios: Biofísica, Instrumentación Biomédica y Radiofísica. Los trabajos podrán ser de diferente naturaleza. Por un lado, algunos serán de perfil estrictamente investigador, realizado bien en alguno de los departamentos universitarios participantes en el Máster, bien en uno de los centros de investigación con los existen convenios de colaboración.

Algunos trabajos de carácter más aplicado se llevarán a cabo en colaboración con empresas. Finalmente otros trabajos tendrán un perfil directamente relacionado con la Radiofísica Hospitalaria y serán realizados en colaboración con algunos servicios de hospitales con los que actualmente existen colaboraciones.

Centros participantes

Varios hospitales, empresas y centros de investigación públicos y privados tienen convenios de colaboración con la UCM específicos para realizar el trabajo Fin de Máster de Física Biomédica.

En estos casos la Comisión Coordinadora del Máster propondrá como tutor académico a un profesor de alguno de los departamentos universitarios participantes en el Máster. Tanto el tutor académico como el supervisor de la empresa o Centro externo emitirán un informe detallado de la calidad del trabajo realizado. Actualmente existen colaboraciones y contactos con los siguientes centros y empresas:

- Fundación Jiménez Díaz (Servicio de Radioprotección).
- Hospital Universitario Doce de Octubre (Servicio de Radiofísica).
- Hospital Universitario de Fuenlabrada (Sección de Radiofísica).
- Hospital Clínico San Carlos (Servicio de Física Médica y Servicio de Diagnóstico por Imagen).
- Centro de Investigaciones Biológicas (CSIC).
- Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC).
- Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).
- SIEMENS HEALTHCARE ESPAÑA

Bibliografía

La recomendada por el tutor del Trabajo Fin de Máster.

Recursos en internet

Campus virtual.

Metodología

Desarrollo de un proyecto individual bajo la supervisión de un profesor o investigador.

Evaluación

La Junta de Facultad nombrará un tribunal que valorará la precisión, estructuración y presentación de la memoria del trabajo y de su exposición y defensa oral. El tribunal solicitará al profesor tutor del trabajo un informe en el que valore el trabajo realizado por el estudiante.

5. Cuadro de Adaptaciones

Los alumnos del antiguo Plan de Estudios del Máster de Física Biomédica podrán adaptarse al Nuevo Plan de acuerdo con la siguiente tabla de adaptaciones.

Asignatura(s) del Plan Antiguo	Asignatura(s) del Plan Nuevo
- Biofísica	- Física Biológica
- Radiofísica - Protección Radiológica y Dosimetría	- Radiofísica
- Principios de Instrumentación Biomédica - Imagen médica	- Instrumentación Biomédica - Procesado de señales
- Termodinámica de los sistemas biológicos	- Termodinámica de sistemas biológicos
- Estructura y Dinámica de Biomembranas	- Biomembranas
- Resonancia Magnética Nuclear	- Resonancia Magnética Nuclear, Ultrasonidos e Imagen Molecular
- Laboratorio de Medidas Bioeléctricas	- Medidas Bioeléctricas
- Láseres en Medicina - Imagen médica	- Óptica e Imagen en Biomedicina
- Bases Físicas de Radiodiagnóstico y Medicina Nuclear	- Física del Radiodiagnóstico
- Bases Físicas de Radioterapia	- Física de la Radioterapia
-Elementos de Anatomía y Fisiología	- Elementos de Anatomía y Fisiología

6. Cuadros Horarios

6.1. Horarios del Primer Semestre

1º SEMESTRE					
	Lunes	Martes	X	Jueves	V
9:00	Aula 16			Aula 16	
9:30	Radiofísica			Radiofísica	
10:00					
10:30					
11:00	Física Biológica			Física Biológica	
11:30		Aula 16			
12:00		Biomembranas			
12:30	Procesado Señales			Procesado Señales	
13:00					
13:30					
14:00					
14:30	Aula 16			Aula 16	
15:00	Instrumentación Biomédica	Elem. Anatomía y Fisiología*		Instrumentación Biomédica	
15:30					
16:00					
16:30	Biomembranas				
17:00					
17:30				Elem. Anatomía y Fisiología*	
18:00					

* Se imparte en el Aula José Acosta, situada en el Pabellón 4, Planta Baja de la Facultad de Medicina

6.2. Horarios del Segundo Semestre

2º SEMESTRE					
	Lunes	Martes	X	Jueves	V
9:00	Aula 12	Aula 16		Aula 12	Aula 12
9:30	RMN y Ultrasonidos	Biofísica Molecular		RMN y Ultrasonidos	Biofísica Molecular
10:00					
10:30					
11:00	Medidas Bioeléctricas	Termodinámica de Sistemas Biológicos		Medidas Bioeléctricas	Termodinámica de Sistemas Biológicos
11:30					
12:00					
12:30	Optica e Imagen en Biomedicina	Seminarios de Biofísica		Optica e Imagen en Biomedicina	Seminarios de Biofísica
13:00					
13:30					
14:00					
14:30	Fac. Medicina**			Fac. Medicina**	
15:00	Física del Radiodiagnóstico			Física del Radiodiagnóstico	
15:30					
16:00					
16:30	Física de la Radioterapia			Física de la Radioterapia	
17:00					
17:30					
18:00					

** las clases de la tarde se imparten en el Seminario de Física Médica, Departamento de Radiología y Medicina Física, Pabellón 2, 4ª Planta, Facultad de Medicina.

7. Calendario Académico

Periodos de clases y exámenes	
Clases Primer Semestre:	del 28 de septiembre al 21 de diciembre de 2015 y del 8 de enero al 26 de enero de 2016
Exámenes Primer Semestre (febrero):	del 27 de enero al 18 de febrero de 2016
Clases Segundo Semestre:	del 19 de febrero al 17 de marzo de 2016 y del 27 de marzo al 6 de junio de 2016
Exámenes Segundo Semestre (junio):	del 7 al 29 de junio de 2016
Exámenes Septiembre	del 1 al 19 de septiembre de 2016

Festividades y días no lectivos	
25 de septiembre	Apertura del curso
12 de octubre	Fiesta Nacional
9 de noviembre	Madrid, festividad de La Almudena
13 de noviembre	San Alberto Magno
6 de diciembre	Día de la Constitución Española
8 de diciembre	Festividad Inmaculada Concepción
29 de enero	Santo Tomás de Aquino
2 de mayo	Festividad Comunidad de Madrid
15 de mayo	San Isidro
26 de mayo	Corpus Christi
del 22 de diciembre al 7 de enero	Vacaciones de Navidad
del 18 al 28 de marzo	Vacaciones de Semana Santa
del 15 de julio al 31 de agosto	Vacaciones de Verano



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Calendario Académico del Curso 2014/2015

Pendiente de comunicar por Rectorado
fecha de Apertura del curso

2014

Septiembre- Octubre						
L	M	X	J	V	S	D
				26	27	28
29	30	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Noviembre						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

Diciembre						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

2015

Enero						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Febrero						
L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	

Marzo						
L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Abril						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Mayo						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Junio						
L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Julio						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Agosto						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Septiembre						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

¿ 26? Apertura del curso 30 Santo Tomás de Aquino 14 San Alberto Magno

Periodos de exámenes Periodos no lectivos Fin plazo entrega actas

Exámenes parciales de 1º Grado en Física

Tribunales Trabajos Fin de Grado en Física