12-13

TITULACION

MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA MÉDICA

CÓDIGO 215301

12-13

MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA MÉDICA

CÓDIGO 215301

ÍNDICE

PRESENTACIÓN
OBJETIVOS Y COMPETENCIAS
SALIDAS PROFESIONALES, ACADÉMICAS Y DE INVESTIGACIÓN
REQUISITOS ACCESO
CRITERIOS DE ADMISIÓN
NO. DE ESTUDIANTES DE NUEVO INGRESO
PLAN DE ESTUDIOS
NORMATIVA
PRÁCTICAS
DOCUMENTACIÓN OFICIAL DEL TÍTULO
SISTEMA DE GARANTÍA INTERNA DE CALIDAD DEL TÍTULO
ATRIBUCIONES PROFESIONALES
PERFILES
CONVALIDACIONES Y MATRICULACIÓN EN EL SEGUNDO AÑO
PROGRAMACIONES POR PERFIL DE ACCESO Y ELECCIÓN DE ITINERARIO

PRESENTACIÓN

Órgano Responsable y Coordinación
Facultad de Ciencias de la UNED

Institución que tramita el título
Facultad de Ciencias, UNED

Unidades participantes
• Facultad de Ciencias
o Departamento de Física Matemática y de Fluidos
o Departamento de Física de los Materiales
o Departamento de Física Fundamental
o Departamento de Matemáticas Fundamentales
o Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Cálculo Numérico

Centros colaboradores
• UNED (ETSI Informática)
o Departamento de Inteligencia Artificial
o Departamento Sistemas de Comunicación y Control
• Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid (HGUGM)
o Unidad de Medicina y Cirugía Experimental
Laboratorio de Imagen Médica

Convenio UNED-HGU Gregorio Marañón de Madrid

El Departamento de Física Fundamental, desde 1985 hasta su división en dos departamentos, y el Departamento de Física Matemática y de Fluidos, desde su creación en 1998 hasta la actualidad, han mantenido y mantienen un acuerdo de colaboración y cooperación en labores de docencia e investigación en Física Médica con la Unidad de Medicina y Cirugía Experimental del Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid.
Este acuerdo fue firmado por parte de la UNED por el Rector D. Mariano Artés y por parte de la Comunidad de Madrid por el Consejero de Sanidad, D. Pedro Sabando, en 1989, antes de la implantación del primer ventrículo artificial desarrollado en conjunto por el HGUGM y la UNED. Fruto de estos acuerdos han sido, en el terreno de la investigación en Física Aplicada a la Medicina, la creación de un dispositivo de asistencia mecánica circulatoria (ventrículo

artificial BCM) de uso habitual en la práctica clínica, el desarrollo de dispositivos de imagen médica para experimentación, como un PET para pequeños animales, o protocolos de cálculo de índices cardiacos no invasivos mediante tecnología Doppler-color. En el ámbito docente, se han organizado cursos profesionales dirigidos y coordinados por profesores de la UNED, realizándose las prácticas de dichos cursos en el HGUGM de Madrid. Los cursos y las correspondientes fechas son:

o I y II Máster en Tecnología e Instrumentación Biomédica. Cursos 2001-02 y 2003-04 (Dos años naturales de duración)
o Experto profesional en Imagen Médica Cardiológica. Cursos 1999-2001.
o Experto profesional en Imagen Médica Digital. Cursos 2000-03.

Además, se ha colaborado con el HGUGM y el Hospital de la Princesa de Madrid en los siguientes cursos de Tercer Ciclo en la Universidad Autónoma de Madrid (Facultad de Medicina):
o Avances en asistencia mecánica circulatoria. Cursos 1993-94.
o Avances en asistencia mecánica circulatoria. Cursos 1998-99.
o Avances en asistencia mecánica circulatoria. Cursos 2002-08.

Cursos de Tercer ciclo en la Universidad Complutense de Madrid (Facultad de Medicina)
o Respuesta celular a la agresión. Cursos 2004-08.

El convenio de colaboración y cooperación en labores de docencia e investigación continúa vigente "y activo, como muestran las actividades antes relacionadas".

OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

Objetivos específicos globales y mapa de competencias

Entendemos competencia como el conjunto de conocimientos, destrezas y actitudes combinados, coordinados e integrados. Es decir, cada competencia comporta el desempeño de una función, bien profesional bien investigadora que requiere de una aplicación conjunta de conocimientos, destrezas y habilidades adquiridas a lo largo del proceso formativo; en este caso, a lo largo del máster en Física Médica. En este sentido, y de forma global, se muestran los objetivos específicos generales del máster en Física Médica. Estos objetivos específicos generales se desarrollarán posteriormente de manera a guiar al claustro del máster para la confección de programas agrupados por materias, asignaturas y temas. El desarrollo más simple de estos objetivos específicos generales se puede agrupar en tres grandes grupos, dependiendo de que sean conocimientos, destrezas y habilidades. Más concretamente:

- Destreza para diseñar procedimientos de uso controlados de los instrumentos mecánicos, eléctricos, ópticos y electrónicos para las operaciones requeridas por el personal biomédico, dentro de sus competencias como físico médico.
- Habilidad de llevar a cabo la adecuación de los procedimientos de adquisición de imágenes, su interpretación física y su mejora informática, para la mejor interpretación por los profesionales médicos.
- Destreza para analizar, recomendar y, en su caso, realizar medidas de exposición y planes de protección radiológica, dentro de sus competencias como físico médico.
- Destreza para realizar el análisis de señales proporcionadas por los distintos aparatos de medida de señales biomédicas (fonograma, electrocardiograma, electroencefalograma, electromiograma, imágenes de rayos X, tomografías, cortes/volúmenes por resonancia magnética, ecografías, ecografías Doppler, etc.) empleando las técnicas matemáticas más adecuadas de filtrado o descomposición espectral, o multirresolución, que pongan de manifiesto cuantitativamente las características más relevantes para el diagnóstico.
- Habilidad de adaptar o crear nuevos modelos de sistemas biológicos y fisiológicos, implementarlos numéricamente y obtener resultados predictivos que puedan servir de orientación en la práctica médica.
- Conocimiento de las bases científicas de los procesos biológicos y bioquímicos más relevantes para la toma e interpretación básica de datos en medicina.
- Conocimiento de la mecánica del cuerpo humano y de los métodos de análisis numérico de ésta, basados en modelos físicos de la dinámica.
- Conocimiento de la mecánica de fluidos biológicos y de los métodos de medida de las propiedades de éstos (presión, caudal, volumen, viscosidad).
- Conocimiento de las bases físicas del funcionamiento de los instrumentos mecánicos, eléctricos, ópticos y electrónicos más empleados en la práctica médica moderna.
- Conocimiento de las bases físicas de la generación de imágenes médicas, así como de los procesos de adquisición y postprocesado y los elementos que las pueden corromper durante éstos.
- Conocimiento de las bases físicas y operativas de los procedimientos, técnicas e instrumentos empleados en medicina nuclear.
- Conocimiento de las técnicas de modelado matemático más relevantes dentro del campo de la física y de la medicina.
- Conocimiento de los fundamentos de informática necesarios para comprender la interconexión de los distintos sistemas de información hospitalaria y las estaciones de control, adquisición y visualización de los dispositivos de adquisición de datos y medida más empleados.
- Conocimiento de los fundamentos de estadística aplicada a las ciencias biomédicas y capacidad para interpretar y expresar los resultados de sus intervenciones como físico

médico según la metodología de medicina basada en la evidencia.

- Conocimiento de los fundamentos matemáticos y físicos necesarios para poder entender las nuevas técnicas de medida y adquisición de señales e imágenes biomédicas, así como su posterior postprocesado y extracción de la información relevante, que se introduzcan en los próximos años.
- Habilidad de intercambiar información y responder a las necesidades expresadas por profesionales biomédicos,dentro de sus competencias como físico médico.
- Habilidad de reconocer la información que pueda ser más relevante para el profesional biomédico y diseñar o seleccionar los métodos y técnicas físicas para su determinación cuantitativa.

Objetivos específicos según EEES

Los anteriores objetivos específicos generales del máster de Física Médica han sido desarrollados siguiendo dos líneas diferentes de interés: agrupándolas bien por materias, asignaturas y temas (lo que permite al alumno saber cuales son los objetivos por materias) bien por objetivos aislados que nos indican la transversalidad de los conocimientos, destrezas y habilidades que se supone adquirirá al final del proceso de aprendizaje. Dada la extensión de dichos objetivos, en ambos casos, hemos decidido no introducirlos en esta sección ya que podría apartar al lector de un seguimiento simple y lineal de este documento, y mantenerlos al final del documento para su consulta, en caso de necesidad.

Comentarios sobre los contenidos

Las orientaciones serán diferentes dependiendo del perfil elegido por el alumno, siempre bajo la supervisión de su tutor-orientador (que jugaría un papel análogo al de los tutores en las universidades británicas) y las destrezas y competencias, genéricas o específicas, están supeditadas a la formación de entrada y al destino elegido por el alumno, para lo que se han confeccionado diferentes itinerarios y perfiles en función del grado con que se accede al máster de Física Médica.

El enfoque del Máster en Física Médica tiene dos facetas muy diferenciadas: perfil profesional o perfil académico e nvestigador.

El perfil profesional está dirigido a alumnos que deseen adquirir conocimientos que sean de relevancia para su presentación a un concurso oposición que lleve a la obtención de un

puesto en la administración de salud, a través de las convocatorias de FIR que dan acceso a la titulación de Radiofísico de Hospital. Perfil profesional no significa profesionalizante en ningún caso, es decir, **no permite** el ejercicio de la profesión de radiofísico hospitalario, ya que es preciso superiar un concurso oposición. Otros destinatarios son los titulados medios de los servicios de Electromedicina de los hospitales públicos, o de los servicios de mantenimiento de dispositivos no implantables en hospitales públicos o privados, o bien, de los departamentos de investigación y desarrollo de dispositivos médicos, o biomédicos en compañías de desarrollo y construcción de grandes equipos médicos.

Los otros perfiles son el académico y el orientado a la realización de una tesis doctoral. Una encuesta reciente a los egresados de nuestra titulación de CC Físicas revela que muchos de ellos muestran un gran interés por la relación de la Física con los seres vivos y los procesos físicos involucrados en su desarrollo. En parte, este perfil está pensado para ellos. La especialización, como inicio a la investigación y con el objetivo de realizar una tesis doctoral contempla una gran optatividad.

Los itinerarios a seguir son diferentes en cada perfil considerado y cada alumno dispondrá de un tutor-orientador encargado de dirigir su formación de la manera más conveniente.

Como se puede observar, este máster en Física Médica es **interdepartamental** y **multidisciplinario** con la mayoría de la docencia impartida por profesores de los tres Departamentos de las Secciones de Físicas y Matemáticas de la Facultad de Ciencias de la UNED y la colaboración de profesores de Departamentos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la UNED y del Hospital General Universitario “Gregorio Marañón” de Madrid. Éstos últimos se encargarán de la realización de las prácticas correspondientes a las materias directamente relacionadas con la Medicina, las imágenes médicas y la instrumentación biomédica. Además se contará con la colaboración de uno o dos profesores de dicho hospital para la confección de programas, exámenes, etc. Las prácticas se realizarán al finalizar los estudios de segundo año del máster. Normalmente entre los meses de junio y julio.

La carga lectiva total del máster es de 120 créditos. El alumno deberá cursar estos 120 créditos a lo largo de su formación dentro del máster, pudiendo estar encaminado o no al posterior acceso al programa de doctorado. Las materias que deban cursar dependen de su formación previa, habiéndose diseñado diferentes itinerarios dependiendo de la titulación de entrada a los estudios de máster así como del perfil a obtener deseado por el alumno. Esta dependencia de las materias a cursar, tanto de la titulación de entrada como del itinerario

final, lleva a una estructura del máster cifra puede variar ligeramente de un perfil a otro.

El número total de créditos ofertados es de 180, con 84 créditos en el primer curso y 96 en el segundo curso.

Hay que destacar que la optatividad del máster se ve reducida ligeramente cuando el estudiante sigue el perfil de iniciación a la investigación y aumenta notablemente para los que se dedican al perfil académico. La disponibilidad de créditos optativos oscila entre 6 y 36 (estos datos referidos exclusivamente a las materias ofrecidas dentro del máster).

Hay un número elevado de asignaturas que tienen prácticas. Algunas de ellas se desarrollarán en los laboratorios de los departamentos de la sección de Físicas de la UNED, tales como:

• Física Atómica y Nuclear
• Electromagnetismo y Óptica
• Biología Celular
• Interacción Radiación-Materia
• Protección Radiológica
• Electrónica

Dentro del convenio existente entre la UNED y el Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid, se llevarían a cabo las prácticas correspondientes a las asignaturas de

•Fundamentos Físicos de la Imagen I y II
•Instrumentación
• Física Biomédica I y II

El interés de este máster es impartir una docencia que tenga una relación directa con las salidas profesionales de los alumnos a los que se prepara. Por tanto, las prácticas de estas asignaturas están encaminadas hacia el conocimiento de los fundamentos de la obtención de imágenes y no a los protocolos particulares de obtención de las mismas. A los resultados obtenidos de la aplicación de ciertas tecnologías y no a cómo se obtienen en tal o cual modelo de dispositivo. El objetivo es dar a conocer las técnicas a las que se deberá de enfrentar el profesional, y no el análisis del detalle propio de los técnicos sanitarios encargados de obtenerlas. Estas mismas reglas se aplican a las asignaturas de Anatomofisiopatología I y II y Fisiología.

Uno de los problemas más comunes para los físicos dedicados a las aplicaciones en medicina, así como para los médicos dedicados a una medicina con baja carga asistencial, es la falta de un lenguaje común. Uno de los objetivos del primer año de este máster, el Curso de Adaptación Curricular (CAC), es proporcionar las herramientas necesarias para que todos los profesionales dominen un lenguaje común y dispongan de unos conocimientos instrumentales básicos en física, matemática aplicada y medicina. Por lo tanto, no se pretende que los alumnos de, por ejemplo, Ciencias Físicas sean capaces de disecar una arteria aorta, pero sí deben conocer sus características de grosor, color, longitud, posición, etc… Tampoco deberán ser expertos patólogos, pero sí estar acostumbrados a distinguir unas patologías de otras, la ubicación de los distintos órganos, así como su funcionamiento en régimen de "salud" y sus posibles anomalías que dan lugar a dichas patologías, así como las distintas respuestas a la agresión con las que se defiende el cuerpo humano. Es, en este punto donde se es fundamental la colaboración de los profesionales del Laboratorio de Imagen Médica del Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid.

SALIDAS PROFESIONALES, ACADÉMICAS Y DE INVESTIGACIÓN

Máster en Física Médica:
• Perfil académico
• Iniciación a la investigación
• Perfil profesional

Física Médica es la rama de la Física aplicada relacionada con los conceptos y métodos físicos de diagnóstico y tratamiento de las enfermedades humanas según la definición de la American Association of Physicists in Medicine-
AAPM (http://www.aapm.org).

Basándonos en las mismas fuentes, los alumnos en posesión del máster en Física Médica se agrupan alrededor de tres áreas de trabajo (tomado de la página web de la AAPM):
- Enseñanza e investigación.
- Mantenimiento y desarrollo de equipos, bien en hospitales o en empresas del ramo.
- Trabajo en los servicios de radiología y radioprotección de los centros hospitalarios (públicos o privados).

En España la clasificación es similar. Sin embargo, los físicos médicos dedicados al trabajo directo con pacientes en los servicios de Radiología y Oncología-radioterápica de cualquier hospital deben seguir un camino diferente, atendiendo al Real Decreto 220/1997, de 14 de febrero, por el que se crea y regula la obtención del Título oficial de Especialista en Radiofísica Hospitalaria. Cualquier licenciado que supere las pruebas de acceso a lo que se

denomina FIR (Físico Interno Residente) y supere con éxito los tres cursos de formación en la especialidad de radiofísica hospitalaria, está capacitado para desempeñar su labor en los Hospitales públicos o privados del estado español (el propio decreto comenta sobre la complejidad del uso de radiaciones ionizantes en las terapias de la siguiente forma
"*la aplicación de las radiaciones ionizantes en los exámenes y tratamientos médicos, unida a la complejidad de las tecnologías empleadas para su realización, han creado la necesidad de que se regule en el sistema sanitario la existencia de expertos que acrediten unos conocimientos en física de las radiaciones, superiores a los que sobre esta materia tienen los profesionales tradicionalmente implicados en la asistencia sanitaria, aceptando así que una concepción actual de la misma obliga a recurrir a la participación de otros profesionales cuyos conocimientos previos, unidos a una adecuada formación postgraduada, garantizarán una eficiente utilización de las radiaciones con fines sanitarios, en orden a conseguir la optimización del acto médico origen de dichos exámenes y tratamientos, y la adecuada protección radiológica de todo el personal expuesto a las mencionadas radiaciones*".

Además, el mismo decreto cita
"*Por otra parte, la creación de este título oficial de Especialista responde, además, a las exigencias derivadas de la Directiva 84/466 EURATOM, que ha sido traspuesta a nuestra legislación por el Real Decreto 1132/1990, de 14 de septiembre, por el que se establecen, con carácter de «Normativa Básica», medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos, en cuyo artículo 5 se contempla, al igual que en la Directiva antes citada, la figura del experto cualificado en Radiofísica, estableciendo que por una disposición del mismo rango se determinarán las condiciones necesarias para obtener dicha cualificación*".

El Real Decreto 220/1997 tiene diez años de antigüedad y el panorama tecnológico en técnicas de diagnóstico ha cambiado radicalmente en estos últimos diez años. En estos momentos los médicos necesitan de físicos e ingenieros que les ayuden, entre otras tareas, a comprender e interpretar los resultados proporcionados por las nuevas técnicas y a aplicar herramientas de postproceso a los datos obtenidos con ellas, tanto para establecer un buen diagnóstico como para fines de investigación. En estos momentos las competencias y capacidades adscritas por ley a los físicos hospitalarios son muy restrictivas, desde el punto de vista del medio y largo plazo: Las aplicaciones de la Física a la Medicina ya no se quedan exclusivamente en el uso de las radiaciones ionizantes. En la actualidad, la Física Médica se desarrolla a través de los siguientes campos de interés:
- Imagen Médica
- Tratamiento de la enfermedad
- Tecnología de las medidas fisiológicas
- Protección radiológica
- Matemáticas y computación aplicadas a la Medicina
- Educación
- Ingeniería Biomédica

El denominado físico médico, en nuestro caso, con el título de máster en Física Médica es aquel titulado en Ciencias, en el sentido más amplio de la palabra, que puede contribuir, con sus conocimientos, a la efectividad de los procedimientos de imagen médica teniendo en cuenta los criterios de seguridad de los procesos ionizantes involucrados, así como en el desarrollo y mejora de las técnicas de imagen como mamografías, tomografía computerizada, imagen por resonancia magnética, ultrasonidos, etc.). Además, también puede contribuir al desarrollo de técnicas terapéuticas como implantes de próstata, cirugía estereotáctica, colaborando con los oncólogos en la planificación de tratamientos oncológicos, determinando áreas de exclusión para asegurar que las dosis prescritas sólo alcanzan las regiones deseadas. En general, es aquél capaz de desarrollar su trabajo en cualquiera de los campos de interés citados anteriormente. Pormenorizando por campos, tendremos:

- Imagen Médica

o Diagnóstico en radiología, incluyendo rayos X, fluoroscopía, mamografía, angiografía y tomografía computerizada

o Ultrasonidos, incluyendo ultrasonidos intravasculares

o Imágenes producidas por radiación no ionizante como láseres, ultravioleta

o Medicina nuclear, que incluye SPECT (tomografía computerizada de emisión de fotón único) y PET (tomografía de emisión de positrones)

o Imagen por resonancia magnética, incluyendo imagen funcional (fMRI), neuroimagen, espectroscopía

o Magnetoencefalografía

o Tomografía de impedancia eléctrica

o Imagen óptica médica (Diffuse optical imaging, optical coherente tomography, etc.)

- Tratamiento de la enfermedad

o Desfibrilación

o Ultrasonidos focalizados de alta intensidad, incluyendo litotricia

o Radiología intervencionista

o Uso de la radiación no ionizante como en la terapia fotodinámica, LASIK, láseres, ultravioleta.

o Medicina nuclear, incluyendo fuentes encapsuladas y no encapsuladas

o Fotomedicina

o Radioterapia

- Tecnología de las medidas fisiológicas

o Tecnología de la monitorización invasivas y no invasivas

o Electrocardiografía

o Electromiografía

o Electroencefalografía

o Endoscopia

o Ultrasonografía

o Espectroscopía de infrarrojo cercano

o Monitorización de gases en sangre

o Medidas de presión
- Protección radiológica
o Dosimetría
o Radiación de fondo
o Planificación de locales
- Matemáticas y computación aplicadas a la Medicina
o Reconstrucción tomográfica de imágenes
o PACS, HIS, RIS
o Telemedicina
o Informática Médica
- Educación
- Ingeniería Biomédica
o Biomecánica
o Estimulación eléctrica funcional
o Diálisis
o Implantes cocleares
o Nanomedicina
o Prótesis

Podría pensarse, inicialmente, que todas éstas debían ser las habilidades y destrezas que alcanzaría un estudiante al superar el máster en Física Médica. Sin embargo, no es así. Seguiremos el espíritu y la doctrina de la Universidad de Harvard. Ésta propuso el fin de los estudios enciclopédicos en las Ciencias de la Salud para llevar a cabo una formación creativa, basada en conocimientos básicos bien asentados, en programas que no se solapaban y desarrollando las herramientas que permitirían al alumno afrontar los retos tecnológicos y los cambios predichos, ya entonces, por el informe de dicha Universidad en 1994 (dicho informe se solicitó a una comisión multidisciplinar en el año 1985). Según la Universidad de Harvard:

"Recognizing that change—and the ability to cope with change—had become an integral key to success in the rapidly transforming, technology-dependent practice of modern medicine, the New Pathway in General Medical Education was an approach developed and launched by Harvard Medical School in 1985.

Through this revolutionary restructuring of the traditional medical curriculum, HMS students acquire not only the core scientific, biomedical, and clinical expertise they need to become successful physicians but also the analytical tools, adaptability skills, and flexible attitudes they require to become lifelong learners."

El espíritu del máster en Física Médica propuesto por la UNED está en la misma línea de la Universidad de Harvard. Lo importante es preparar a nuestros alumnos para acometer el cambio científico y tecnológico que está ocurriendo en los últimos años.

Algunas salidas laborales

Muchos estudiantes que siguen este máster aspiran a una plaza de Físico Interno Residente (FIR) para la obtención del título de Radiofísico. Este máster **no permite** el acceso directo a una plaza de FIR o la obtención del título de Radiofísico, ya que el acceso está regulado por ley. La única relación de la convocatoria FIR con este máster es la preparación amplia y específica que se obtiene tras el seguimiento del máster según el itinerario profesional para cada perfil de acceso. El número de puestos de FIR que se ofertan anualmente es reducido, sin embargo, existen muchas otras salidas profesionales para este título. Muchos alumnos seguirán la línea de investigación para obtener el título de doctor. El seguimiento de esta vía conlleva una fuerte carga lectiva en métodos de investigación y un entrenamiento en técnicas de medida o de desarrollo de dispositivos, que, difícilmente, podrán adquirir por cuenta propia o a través de cursos de perfeccionamiento en empresas. Todo este conocimiento adquirido será un importante bagaje a la hora de encontrar trabajo en compañías del sector técnico en ciencias de la salud.

Otros estudiantes se decidirán directamente por las salidas en la industria, generalmente de imagen médica. Téngase en cuenta que este máster proporciona información, no sólo sobre los fundamentos físicos de la imagen médica o su procesado, también hace un fuerte énfasis en las aplicaciones clínicas de las imágenes. Es difícil un progreso tecnológico en imagen médica sin tener un conocimiento claro de las necesidades (o no) del profesional “clínico”, en el sentido amplio de la palabra.

Otras salidas se refieren a los profesionales de la protección radiológica a escala industrial, gubernamental, etc… Véase, por ejemplo, los objetivos específicos globales que resultan del seguimiento de los estudios del máster de Física Médica para tener una idea de las potenciales salidas de este máster).

Interés y relevancia académico-científica

El desarrollo de las actividades profesionales en Física Médica en España, y en general, en el resto del mundo ha aumentado muy notablemente en los últimos años debido al avance en la utilización en medicina de técnicas y métodos propios de la física, por ejemplo, en diversos métodos de diagnóstico por imagen. Esta actividad junto con las relacionadas con la medicina nuclear hace que se haga absolutamente necesario el desarrollo de nuevos estudios acordes con las necesidades que demanda la sociedad moderna. Sin embargo, este reto es difícil de llevar a término debido a la multidisciplinaridad de la Física Médica. Este máster se plantea como una especialización natural de los diferentes estudios de Físicas, Medicina, Matemáticas, Ingenierías, etc. que actualmente se imparten en España con el objetivo de conocer y saber aplicar las técnicas físicas y procedimientos matemáticos de uso habitual en medicina.

Actualmente, los titulados universitarios que desean presentarse a las oposiciones de FIR

pasan obligatoriamente por academias para su preparación. Por otra parte, no existe especialidad, en la actualidad, que prepare a los graduados universitarios en las disciplinas relacionadas con la imagen médica y aporte los conocimientos necesarios para desarrollar un trabajo en las unidades de Imagen de los hospitales, haciéndose necesarios cursos específicos por parte de las empresas fabricantes de equipos médicos avanzados, como son los equipos de resonancia magnética, los tomógrafos computerizados o los dedicados a la imagen nuclear (bien SPECT o PET). Este máster pretende llenar el hueco existente, facilitando la asimilación de estos postgraduados a la vida laboral.

Así mismo, con una preparación específica en el campo de la Física Médica será también posible que sea más fácil el desarrollo de nuevos dispositivos de imagen debido a una mejor preparación de los investigadores dedicados al I+D en las empresas de nuestro país, así como en la Universidad.

Por último, este máster pretende abrir las puertas a las personas con estudios superiores del tipo ingeniería técnica que desean mejorar su posición en los centros de trabajo hospitalario como es el caso de los ingenieros clínicos.

Estos estudios de máster presentan un grado de optatividad variable dependiendo del objetivo final del alumno. En todo momento el alumno contará con la ayuda y el asesoramiento del Tutor de Máster para un correcto desarrollo curricular. La figura del Tutor es especialmente atractiva para los alumnos de la UNED, dada su variada tipología.

En este Máster en Física Médica, la oferta del primer curso permite la adaptación curricular de los alumnos y se completa con asignaturas de segundo año de clara especialización a través de las tres diferentes vías de desarrollo del programa.

Equivalencia en el contexto internacional

Sólo es necesario teclear en cualquier buscador de Internet las palabras clave “graduate course” y “medical physics” para obtener miles de referencias relativas a los estudios de máster/posgrado en Física Médica. De las miles de referencias ponemos como ejemplo las siguientes:

- http://medicalphysics.duke.edu/intro.html. La Universidad de Duke puso en marcha el programa de posgrado con dos premios Nobel en Física y ha obtenido otros dos más, dentro de este programa de máster y doctorado, en Medicina y Fisiología. Se dedica a la preparación de personal altamente cualificado para el desempeño de las labores técnicas en los servicios de Radiología, Imagen Médica, Electromedicina así como en la preparación de personal docente e investigador para el resto de las universidades de EEUU.
- http://www.medphysics.wisc.edu/medphys_docs/graduate_program.html. La Universidad de Wisconsin oferta, al igual que la Universidad de Duke, un programa de máster y doctorado, en una relación 1 a 4 (un estudiante de máster con finalidad profesional (industria) frente a 4

(investigación-docencia).

- http://www-radiology.uchicago.edu/program/index.html. La Universidad de Chicago tiene un programa de posgrado con un curso inicial de nivelación para todos los estudiantes orientado a uniformizar la población estudiantil antes de comenzar la especialización en las áreas de Radiología, Oncología, etc.
- http://www.ecu.edu/cs-cas/physics/Graduate-Program.cfm. La East Carolina University acepta estudiantes tanto de Ciencias Físicas como de Medicina.
- http://med.phys.ualberta.ca/medphys/graduate.htm. La Universidad de Alberta en Canadá desarrolla un programa conjunto entre los departamentos de Física y de Oncología de la Universidad.
- http://www.physics.upenn.edu/graduate/mmp.html. La Universidad de Pennsylvania admite a estudiantes graduados en física, química, matemáticas, biología o ingenieros a sus estudios de máster y doctorado en Física Médica. Admite médicos en estos estudios, siempre que demuestren haber superado una prueba de conocimientos científicos tecnológicos a un nivel equivalente a primero-segundo curso de los estudios de grado de Ciencias Físicas.
- http://www.drad.umn.edu/faculty/geise/BPHY2.htm. Universidad de Minnesota.
- http://www.deas.harvard.edu/gradstudy/programs/. En el MIT, tal como este Instituto cita: “The Harvard-MIT Division of Health Sciences and Technology (HST) is the most successful interdisciplinary biomedical engineering and physician scientist training program in the country”.
- Existe también un número elevado de centros europeos donde se imparte esta disciplina, tanto a nivel de grado como de posgrado. Cabe señalar como más importantes:
  - Universidades de Ancoa, Bolonia, Génova, Milán, Nápoles, Pavía, Pádua, Pisa, "La Sapienza" de Roma, "Campus Bio-Médico" de Roma, Turín y Trieste en Italia.
  - Universidades de Aberdeen, Surrey, University Collage of London, King Collage of London…
  - Universidades de Heidelberg, UT Berlín, etc.
- También puede obtenerse información sobre los cursos auspiciados por la Asociación Americana de Físicos Médicos (AAPM) en:
  - http://www.aapm.org/education/noncampep.asp.

Como se puede observar a través de estos pocos ejemplos, los estudios superiores al grado en Física Médica son “populares” mundialmente. En España existen unos pocos ejemplos, posiblemente más restrictivos que el presentado aquí. Estos ejemplos son:

· Máster en Física Biomédica en la Universidad Complutense de Madrid, que desarrolla un programa encaminado mayoritariamente al doctorado. Se estructura en tres ramas: Radiofísica, Biofísica e Instrumentación Biomédica.

· Máster en Física Médica en la Universidad de Valencia. Tal y como citan textualmente los promotores de dicho máster "Con este máster se pretende dar respuesta a la necesidad de formación que siente las bases para la investigación en este campo con implantación en hospitales, empresas y con una presencia creciente en los centros de investigación". Por lo tanto está dirigido, como el máster de la Universidad Complutense de Madrid, al doctorado.
· Doctorado-avances en Radiología (diagnóstico y terapia) Medicina Física y Física Médica. Dedicado en su mayor parte a la Radiofísica. Universidad de Granada.

Adecuación del título al nivel formativo del máster

Teniendo en cuenta la generalidad de los descriptores de Dublín, nuestro programa oficial de máster cumple las condiciones necesarias en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior para que un alumno consiga en el máster:

· Poseer y comprender tanto los conocimientos básicos como los más avanzados necesarios para un desarrollo científico y profesional en el campo de la Física Medica, bien en el área de la investigación como en sus aplicaciones industriales y tecnológicas.
· Saber aplicar los conocimientos adquiridos en Física en los procesos en los que esta disciplina está directa o indirectamente implicada en Tecnología aplicadas a la Medicina y/o a la Biología.
· Saber integrar los distintos métodos científicos relacionados con este campo para poder desarrollar labores en el desarrollo profesional, en la industria y en la investigación.
· Poder comunicar los resultados de sus trabajos a entornos especializados.

REQUISITOS ACCESO

Siguiendo el citado espíritu de Harvard, se mostrarán al alumno los conocimientos básicos que en las ramas del conocimiento han de serle de utilidad para resolver los problemas que se le presenten tanto en la empresa como en el hospital, ya que la tecnología que utilizará cambiará de año en año. Lo fundamental es tener la destreza para amoldarse a las situaciones cambiantes con una sólida base científica, por lo tanto, cualquiera de los alumnos que quiera cursar el máster en Física Médica debe tener el bagaje científico que proporciona un grado en Ciencias de la Salud, Física, Química, Matemáticas o Ingeniería.

Todas estas disciplinas sirven de fundamento a la Física Médica y sus aplicaciones, por lo que deberá afrontar el reto de adquirir los conocimientos básicos del resto de las ciencias y tecnologías que no cursó en su grado. Este máster no pretende formar clones de posgraduados con los mismos conocimientos, pretende individualizar las enseñanzas para que cada alumno aproveche al máximo sus potencialidades así como su formación previa.

CRITERIOS DE ADMISIÓN

Le corresponde a la Comisión de Coordinación del Programa de Máster (CCPM), oído el informe del tutor-orientador asignado al estudiante, la admisión de estudiantes en el programa de máster. La composición de esta comisión está regulada por los Estatutos de la UNED y puede consultarse en la documentación de la Facultad de Ciencias.
El número máximo de estudiantes del máster será de 100, contando ambos cursos, y la admisión al máster se realizará mediante examen tipo test realizado on-line para lo que el coordinador del máster avisará con tiempo suficiente a los estudiantes preinscritos sobre la fecha del examen.
La prueba on-line consistirá en un número de preguntas (entre 50 y 100) sobre matemáticas, física, biología, tecnología, anatomía, ... del nivel de primer curso de dichos estudios. Las plazas se cubrirán por puntuación de mayor a menor, pudiendo quedar plazas libres si los resultados del test fuesen inferiores a un valor predeterminado que se les indicará a los estudiantes. En caso de empate se tendrán en cuenta los curricula de los preinscritos según los criterios publicados por la Comisión del Máster.
El tiempo para la realización de la prueba será de 60 minutos. Transcurido dicho tiempo, se cerrará la aplicación que permite introducir las respuestas del test propuesto.

NO. DE ESTUDIANTES DE NUEVO INGRESO

El número máximo de alumnos es de 100. Este número podría ampliarse en el futuro si los recursos humanos y materiales "dedicados por las unidades y centros participantes" se incrementarán.

PLAN DE ESTUDIOS

Estructura del máster

Estructura curricular del máster

El primer curso del máster está programado para adaptar los curricula de los alumnos matriculados en función de los estudios de procedencia. Cada titulación tiene itinerarios específicos, así como son específicos según la línea a seguir dentro del máster (académica, investigación y profesional).

El segundo año del máster está configurado en líneas dedicadas a la imagen médica, a la

radiofísica o a una Física Médica avanzada mediante modelado y simulación de sistemas biológicos de alta complejidad que conducen a un trabajo inicial de investigación, y consecuentemente después a la realización de la tesis doctoral. Se acompañan las asignaturas básicas con un número de asignaturas optativas en cada semestre para complementar los conocimientos de los alumnos.

Los contenidos del primer año son de dos tipos: básicos (según el grado de acceso al máster) y unas pocas asignaturas complementarias optativas para una primera toma de contacto con la Física Médica.

El segundo curso está compuesto de un módulo común, con un reducido número de asignaturas que dan lugar al nombre del máster más un número de asignaturas complementarias, siempre en relación a la titulación de acceso al máster, así como con las asignaturas optativas que complementarán la formación del alumnado.

Planificación de materias y asignaturas

La especificación de esta guía docente describe de forma individual cada una de las asignaturas. En cada una de ellas se especifica la titulación, el órgano responsable, el nombre de la asignatura, su situación en el programa, el profesorado, así como la calificación en obligatoria u optativa en función de la titulación de entrada en el máster de Física Médica.

A continuación se muestra un cuadro guía que clarifica los diferentes itinerarios, perfiles y clasificación de las asignaturas que conforman el máster en Física Médica. Posteriormente se desarrollará para cada uno de los perfiles o intensificaciones y para las diferentes titulaciones a las que se abre el máster.

En el cuadro guía se especifican, por colores, las características de cada asignatura, así como si son créditos de primer o segundo año. Todas las asignaturas del máster, excepto el trabajo comienzo a la investigación (TCI) del máster tienen una carga docente de 6 créditos, incluido el trabajo fin de máster (TFM). Los códigos de color son los siguientes: a) Rojo. Asignatura que no debe ser cursada por los alumnos con esa procedencia académica o titulación de acceso; por ejemplo, Fisiología, para un licenciado en Medicina. b) Gris. Asignatura obligatoria del año de adaptación curricular. c) Amarillo. Asignatura troncal obligatoria de segundo año. d) Verde. Asignatura optativa de primer o segundo año. e) Marrón. TFM de 6 créditos. f) Trabajo TCI de 18 créditos. La leyenda de perfiles es A académica, I investigación y P profesional.

Trabajo fin de Máster

El trabajo fin de máster es obligatorio para todos los estudiantes del máster de Física Médica, tal y como obliga la nueva ley sobre el desarrollo de cursos de máster. Existen dos tipos diferentes de trabajos de fin de máster:

- Trabajos de 18 ECTS
- Trabajos de 6 ECTS

El primero de los trabajos se denomina TCI (trabajo de comienzo de la investigación) y se

encamina a la realización de una tesis doctoral en la UNED. Este TCI se desarrollará bajo la supervisión del director de la tesis doctoral elegido por el estudiante (de mutuo acuerdo) y seguirá las normas de las correspondientes comisiones encargadas del seguimiento de la docencia del máster. La presentación, la extensión y demás detalles del trabajo del estudiante para la obtención de los 18 créditos del TCI serán los que el citado director estime oportunos, dentro del margen que determine la comisión correspondiente de seguimientos de TCIs. El tribunal que juzgue los TCI, dado que su número será poco elevado, se reunirá a petición del estudiante y siempre que cuente con el visto bueno del director de la tesis. Se procurará reunir el mayor número de presentaciones de TCIs posibles en cada convocatoria.

Los trabajos de 6 ECTS se denominarán TFM, y seguirán las siguientes pautas:

· El claustro de profesores del máster ofertará un número de propuestas de trabajo nunca inferior al número de estudiantes matriculados en el segundo año del máster.

· Este profesorado indicará el número máximo de alumnos que desea autorizar en el correspondiente semestre.

· Los TFM podrán ser defendidos públicamente por los estudiantes sólo en el caso de que el tutor valore previamente de forma positiva el trabajo del estudiante.

· Existirán dos convocatorias por semestre para la presentación de los TFM que se publicarán al comienzo de cada semestre.

· La presentación del TFM podrá ser realizada de forma presencial o mediante videoconferencia. Los horarios de las videoconferencias se adaptarán a las propuestas por el Máster, puesto que se avisará con suficiente antelación.

· El tribunal del TFM estará formado por tres profesores del claustro del máster, de los que uno de ellos será el tutor asignado al estudiante. Uno de los miembros del tribunal, a petición del tutor del trabajo, puede ser externo al citado claustro del máster.

· La extensión máxima del TFM será de 30 páginas tamaño A4, escritas en Arial-10, a espacio y medio. No se tiene en cuenta ni el número de figuras ni de tablas.

· El estudiante cumplimentará un formulario donde se indicará su nombre, el título del trabajo a presentar, el nombre del tutor con el visto bueno para su presentación y un pequeño resumen inferior a trescientas palabras donde se pongan de manifiesto de forma sucinta el trabajo llevado a cabo.

· El TFM debe seguir, obligatoriamente, el siguiente esquema de desarrollo:

o Introducción
o Objetivos
o Material y métodos
o Resultados
o Discusión de resultados
o Conclusiones
o Referencias

· La presentación tendrá una duración máxima de 15 minutos, para pasar a una discusión con el tribunal no superior a los 15 minutos.

· El estudiante presentará cuatro copias encuadernadas de su TFM a la dirección del máster; de las cuales tres serán entregadas al tribunal y una quedará en custodia del

secretario del máster para su archivo. Esta copia contendrá la calificación del TFM.

· En la primera página de cada copia que presente el estudiante figurará el siguiente texto: "El documento que sigue a continuación, ha sido realizado completamente por el firmante del mismo; no ha sido aceptado previamente como ningún otro trabajo fin de máster, y todo el material tomado literalmente de cualquier fuente ha sido citado en las referencias y entrecomillado en el texto".

Ver Programaciones por perfil de acceso y elección de itinerario

.

NORMATIVA

PERFILES

Máster en Física Médica			
de la Salud		**Perfil Académico**	
Primer Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Segund semestre***
omplementos Matemáticos FM-I	Complementos Matemáticos FM-II	Física Biomédica I	Física Biomédica II
Física Moderna	Física Atómica y Nuclear	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos de Imagen II
ectromagnetismo y Óptica	Métodos Numéricos	Interacción Radiación-Materia	Física fluidos fisiológicos
	Física Matemática		Protección Radiológica
			Instrumentación
			TFM
Optativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***

Informática	Bioestadística	Modelado Sistemas Biológicos	Simulación Sistemas Biológ
Análisis de decisiones en Medicina		Electrónica	
		Tratamiento Señales	

Máster en Física Médica

CC de la Salud		**Perfil Investigación**	
Primer Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Segun semestre***
mplementos Matemáticos FM-I	Complementos Matemáticos FM-II	Física Biomédica I	Física Biomédica II
Física Moderna	Física Atómica y Nuclear	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos de Imagen II
ectromagnetismo y Óptica	Métodos Numéricos	Interacción Radiación-Materia	Física fluidos fisiológico
	Física Matemática		Protección Radiológica
			Instrumentación
			TCI
Optativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***
Informática	Bioestadística	Modelado Sistemas Biológicos	Simulación Sistemas Biológ
nálisis de decisiones en Medicina		Electrónica	
		Tratamiento Señales	

Máster en Física Médica			
CC de la Salud		**Perfil Profesional**	
er Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Segun semestre***
lementos Matemáticos FM-I	Complementos Matemáticos FM-II	Física Biomédica I	Física Biomédica II
Física Moderna	Física Atómica y Nuclear	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos de Imagen II
ctromagnetismo y Óptica	Métodos Numéricos	Interacción Radiación-Materia	Física fluidos fisiológico
	Física Matemática	Electrónica	Protección Radiológica
			Instrumentación
			TFM
Optativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***
Informática	Bioestadística	Modelado Sistemas Biológicos	Simulación Sistemas Bioló
nálisis de decisiones en Medicina		Tratamiento Señales	

Máster en Física Médica			
CC Biológicas		**Perfil Académico**	
Primer Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Segundo semestre***
Física Moderna	Física Atómica y Nuclear	Física Biomédica I	Física Biomédica II

Electromagnetismo y Óptica	Métodos Numéricos	Interacción Radiación-Materia	Física fluidos fisiológicos
Anatomofisiopatología I	Anatomofisiopatología II	Electrónica	Protección Radiológica
	Física Matemática	Tratamiento Señales	Instrumentación
		Modelado Sistemas Biológicos	
			TFM
Optativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***
Informática	Bioestadística	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos de la Imagen II
Análisis de decisiones en Medicina			Simulación Sistemas Biológicos

Máster en Física Médica

CC Biológicas		**Perfil Investigación**	
Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Segu semestre***
Física Moderna	Física Atómica y Nuclear	Física Biomédica I	Física Biomédica I
romagnetismo y Óptica	Métodos Numéricos	Tratamiento Señales	Física fluidos fisiológi
atomofisiopatología I	Anatomofisiopatología II	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos d Imagen II
	Física Matemática		TCI

ptativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semestr***
Informática	Bioestadística	Interacción Radiación-Materia	Protección Radiológi
lisis de decisiones en Medicina		Electrónica	Simulación Sistemas Bio
		Modelado Sistemas Biológicos	Instrumentación

Máster en Física Médica

CC Biológicas		**Perfil Profesional**	
Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Seg semestre***
Física Moderna	Física Atómica y Nuclear	Física Biomédica I	Física Biomédica
omagnetismo y Óptica	Métodos Numéricos	Tratamiento Señales	Física fluidos fisiológ
atomofisiopatología I	Anatomofisiopatología II	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Instrumentación
	Física Matemática	Interacción Radiación-Materia	Protección Radiológ
		Electrónica	TFM
ptativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semest***
Informática	Bioestadística	Modelado Sistemas Biológicos	Fundamentos Físicos Imagen II
de decisiones en Medicina			Simulación Sistemas Bio

Máster en Física Médica

a Técnica	**Perfil Académico**

Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Seg semestre***
atomofisiopatología I	Física Atómica y Nuclear	Física Biomédica I	Física Biomédica I
romagnetismo y Óptica	Métodos Numéricos	Tratamiento Señales	Física fluidos fisiológi
Física Matemática	Bioquímica	Interacción Radiación-Materia	Instrumentación
Biología celular	Anatomofisiopatología II	Modelado Sistemas Biológicos	Protección Radiológ
	Fisiología humana	Electrónica	TFM
ptativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semest***
Informática	Bioestadística	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos Imagen II
lisis de decisiones en Medicina			Simulación Sistemas Bio

Máster en Física Médica

Ingeniería Técnica		**Perfil Investigación**	
Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Seg semestre***
atomofisiopatología I	Física Atómica y Nuclear	Física Biomédica I	Física Biomédica
omagnetismo y Óptica	Métodos Numéricos	Tratamiento Señales	Física fluidos fisiológ
Física Matemática	Bioquímica	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos Imagen II
Biología celular	Anatomofisiopatología II		TCI
	Fisiología humana		

ptativas semestre	Optativas semestre	Optativas semestre	Optativas semest
Informática	Bioestadística	Modelado Sistemas Biológicos	Instrumentación
de decisiones en Medicina		Interacción Radiación-Materia	Simulación Sistemas Bio
		Electrónica	Protección Radiológ

Máster en Física Médica

Ingeniería Técnica		Perfil Profesional	
Curso, Primer semestre	Primer Curso, Segundo semestre	Segundo Curso, Primer semestre	Segundo Curso, Seg semestre
atomofisiopatología I	Física Atómica y Nuclear	Física Biomédica I	Física Biomédica I
romagnetismo y Óptica	Métodos Numéricos	Tratamiento Señales	Física fluidos fisiológ
Física Matemática	Bioquímica	Interacción Radiación-Materia	Instrumentación
Biología celular	Anatomofisiopatología II	Modelado Sistemas Biológicos	Protección Radiológ
	Física Matemática	Electrónica	TFM
	Fisiología humana	Fundamentos Físicos de la Imagen I	
ptativas semestre	Optativas semestre	Optativas semestre	Optativas semest
Informática	Bioestadística		Fundamentos Físicos Imagen II
de decisiones en Medicina			Simulación Sistemas Bio

Máster en Física Médica			
as		Perfil Académico	
Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Seg semestre***
tomofisiopatología I	Física Matemática	Física Biomédica I	Física Biomédica
Biología celular	Anatomofisiopatología II	Tratamiento Señales	Física fluidos fisiológ
isiología humana	Bioquímica	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos de I II
			TFM
ptativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semest***
Informática	Bioestadística	Interacción Radiación-Materia	Protección Radiológ
le decisiones en Medicina	Métodos Numéricos	Modelado Sistemas Biológicos	Simulación Sistemas Bi
		Electrónica	Instrumentación

Máster en Física Médica			
CC Físicas		Perfil Investigación	
Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Seg semestre***
tomofisiopatología I	Física Matemática	Física Biomédica I	Física Biomédica
Biología celular	Anatomofisiopatología II	Tratamiento Señales	Física fluidos fisiológ
isiología humana	Bioquímica		TCI

ptativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semest***
Informática	Bioestadística	Interacción Radiación-Materia	Protección Radiológ
le decisiones en Medicina	Métodos Numéricos	Modelado Sistemas Biológicos	Simulación Sistemas Bio
		Electrónica	Instrumentación
		Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos de l II

Máster en Física Médica

CC Físicas		**Perfil Profesional**	
Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Seg semestre***
atomofisiopatología I	Física Matemática	Física Biomédica I	Física Biomédica
Biología celular	Anatomofisiopatología II	Tratamiento Señales	Física fluidos fisiológ
Fisiología humana	Bioquímica	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos Imagen II
		Interacción Radiación-Materia	Protección Radiológ
		Electrónica	Instrumentación
			TFM
ptativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semest***
Informática	Bioestadística	Modelado Sistemas Biológicos	Simulación Sistemas Bio
de decisiones en Medicina	Métodos Numéricos		

Máster en Física Médica

cas		Perfil Académico	
Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Seg semestre***
tomofisiopatología I	Física Matemática	Física Biomédica I	Física Biomédica
Biología celular	Anatomofisiopatología II	Tratamiento Señales	Física fluidos fisiológ
isiología humana	Bioquímica	Interacción Radiación-Materia	Protección Radiológ
omagnetismo y Óptica	Métodos Numéricos	Modelado Sistemas Biológicos	Instrumentación
	Física Atómica y Nuclear	Electrónica	TFM
ptativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semest***
Informática	Bioestadística	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos de I II
e decisiones en Medicina			Simulación Sistemas Bi

Máster en Física Médica

CC Químicas		Perfil Investigación	
Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Seg semestre***
atomofisiopatología I	Física Matemática	Física Biomédica I	Física Biomédica
Biología celular	Anatomofisiopatología II	Tratamiento Señales	Física fluidos fisiológ

Fisiología humana	Bioquímica	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos Imagen II
omagnetismo y Óptica	Métodos Numéricos		TCI
	Física Atómica y Nuclear		
ptativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semest***
Informática	Bioestadística	Interacción Radiación-Materia	Simulación Sistemas Bio
le decisiones en Medicina		Modelado Sistemas Biológicos	Protección Radiológ
		Electrónica	Instrumentación

Máster en Física Médica

CC Químicas		**Perfil Profesional**	
Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Seg semestre***
atomofisiopatología I	Física Matemática	Física Biomédica I	Física Biomédica
Biología celular	Anatomofisiopatología II	Tratamiento Señales	Física fluidos fisiológ
Fisiología humana	Bioquímica	Interacción Radiación-Materia	Protección Radiológ
romagnetismo y Óptica	Métodos Numéricos	Electrónica	Instrumentación
	Física Atómica y Nuclear	Fundamentos Físicos de la Imagen I	TFM
ptativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semest***
Informática	Bioestadística	Modelado Sistemas Biológicos	Fundamentos Físicos Imagen II

de decisiones en Medicina			Simulación Sistemas Bio

Máster en Física Médica

máticas e Informática		**Perfil Académico**	
Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Seg semestre***
tomofisiopatología I	Física Matemática	Física Biomédica I	Física Biomédica
Biología celular	Anatomofisiopatología II	Tratamiento Señales	Física fluidos fisiológ
isiología humana	Bioquímica	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos de I II
omagnetismo y Óptica	Física Atómica y Nuclear		TFM
ptativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semest***
Informática	Bioestadística	Interacción Radiación-Materia	Protección Radiológ
e decisiones en Medicina	Métodos Numéricos	Modelado Sistemas Biológicos	Simulación Sistemas Bi
		Electrónica	Instrumentación

Máster en Física Médica

CC Matemáticas e Informática		**Perfil Investigación**	
Curso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Seg semestre***
tomofisiopatología I	Física Matemática	Física Biomédica I	Física Biomédica

Biología celular	Anatomofisiopatología II	Tratamiento Señales	Física fluidos fisioló
isiología humana	Bioquímica		TCI
omagnetismo y Óptica	Física Atómica y Nuclear		
tativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semes***
Informática	Bioestadística	Interacción Radiación-Materia	Protección Radioló
e decisiones en Medicina	Métodos Numéricos	Modelado Sistemas Biológicos	Simulación Sistemas Bi
		Electrónica	Instrumentación
		Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos de II

Máster en Física Médica

CC Matemáticas e Informática		**Perfil Profesional**	
urso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Seg semestre***
tomofisiopatología I	Física Matemática	Física Biomédica I	Física Biomédica
Biología celular	Anatomofisiopatología II	Tratamiento Señales	Física fluidos fisioló
isiología humana	Bioquímica	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos de II
omagnetismo y Óptica	Física Atómica y Nuclear	Interacción Radiación-Materia	Protección Radioló
		Electrónica	Instrumentación
			TFM

tativas semestre	Optativas semestre	Optativas semestre	Optativas semes
Informática	Bioestadística	Modelado Sistemas Biológicos	Simulación Sistemas Bi
e decisiones en Medicina	Métodos Numéricos		

Máster en Física Médica

Superior		Perfil Académico	
urso, Primer semestre	Primer Curso, Segundo semestre	Segundo Curso, Primer semestre	Segundo Curso, Se semestre
omofisiopatología I	Física Matemática	Física Biomédica I	Física Biomédica
Biología celular	Anatomofisiopatología II	Tratamiento Señales	Física fluidos fisioló
siología humana	Bioquímica	Interacción Radiación-Materia	Protección Radiolo
magnetismo y Óptica	Física Atómica y Nuclear	Modelado Sistemas Biológicos	Instrumentació
	Métodos Numéricos	Electrónica	TFM
tativas semestre	Optativas semestre	Optativas semestre	Optativas semes
Informática	Bioestadística	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos de II
e decisiones en Medicina			Simulación Sistemas B

Máster en Física Médica

Ingeniería Superior		Perfil Investigación	
urso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Se semestre***
omofisiopatología I	Física Matemática	Física Biomédica I	Física Biomédica
Biología celular	Anatomofisiopatología II	Tratamiento Señales	Física fluidos fisioló
siología humana	Bioquímica	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Fundamentos Físicos de II
magnetismo y Óptica	Física Atómica y Nuclear		TCI
	Métodos Numéricos		
ativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semes***
Informática	Bioestadística	Interacción Radiación-Materia	Simulación Sistemas E
decisiones en Medicina		Modelado Sistemas Biológicos	Protección Radiolo
		Electrónica	Instrumentació

Máster en Física Médica

Ingeniería Superior		Perfil Profesional	
urso, Primer semestre	***Primer Curso, Segundo semestre***	***Segundo Curso, Primer semestre***	***Segundo Curso, Se semestre***
omofisiopatología I	Física Matemática	Física Biomédica I	Física Biomédica
Biología celular	Anatomofisiopatología II	Tratamiento Señales	Física fluidos fisioló
siología humana	Bioquímica	Interacción Radiación-Materia	Protección Radiolo

magnetismo y Óptica	Física Atómica y Nuclear	Fundamentos Físicos de la Imagen I	Instrumentació
	Métodos Numéricos	Electrónica	TFM
tativas semestre	***Optativas semestre***	***Optativas semestre***	***Optativas semes***
Informática	Bioestadística	Modelado Sistemas Biológicos	Fundamentos Físicos de II
e decisiones en Medicina			Simulación Sistemas B

CONVALIDACIONES Y MATRICULACIÓN EN EL SEGUNDO AÑO

No existe ninguna posibilidad de convalidación de ninguna asignatura debido al carácter tan específico y adaptado de este máster.

Por otra parte, es necesario que el alumno supere completamente el primer curso del máster (todas las asignaturas obligatorias) para poder matricularse en alguna asignatura del segundo curso del mismo.

PROGRAMACIONES POR PERFIL DE ACCESO Y ELECCIÓN DE ITINERARIO

por perfil de acceso y elección de itinerario

	Biológicas			Ing.Tec.			CC Físicas			CC. Químicas			Matem e Inform.			Ing.Super	
P	A	I	P	A	I	P	A	I	P	A	I	P	A	I	P	A	I

42	42	42	42	42	54	54	54	36	36	36	54	54	54	48	48	48	54

Física Matemática y Fluidos	DFMF	Asignatura fuera de programa
Física Fundamental	DFF	Asignatura optativa (1er o 2do año) de 6 créditos
Inteligencia Artificial	DIA	Asignatura obligatoria de 2do año de 6 créditos
Estadística, Investigación Op.	DEIO	Asignatura obligatoria de 1er año (Curso de adaptación curricular) de 6 créditos

Asignatura Trabajo Comienzo Investigación (TCI), 2do año, 18 créditos

Asignatura Trabajo Fin de Máster (TFM), 2do año, 6 créditos

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.