

Plan de estudios

Licenciatura de Física Médica

1. Fundamentación y antecedentes

La Licenciatura en Física Médica (LFM) surge como respuesta de la Facultad de Ciencias y la Facultad de Medicina para dar cuenta de una necesidad de recursos humanos en las tecnologías que hacen uso intenso de agentes físicos en diagnósticos y terapias. Este Plan de Estudios permite actualizar el plan original de acuerdo a la experiencia de los años transcurridos desde su aprobación en 2011, y a la vez adecuar el mismo al contexto actual y a los requisitos de la Ordenanza de Grado (en adelante OG) aprobada por el Consejo Directivo Central el 30/08/2011.

La LFM fue aprobada por la Universidad de la República en febrero de 2011, con la finalidad de proporcionar a los estudiantes una formación en física y matemática avanzada a nivel de grado, con especial énfasis en las aplicaciones médicas con agentes físicos, y en particular con radiaciones ionizantes. Incluye formación en biología y medicina que son importantes para la comprensión cabal de las aplicaciones médicas, así como instancias en instituciones de salud con el fin de profundizar en los conocimientos aplicados, siendo su núcleo central la formación físico-matemática que hace a las diversas funciones que cumple el Físico Médico, de acuerdo a la experiencia internacional.

Los egresados de la LFM son los primeros titulados universitarios con una formación terciaria superior avanzada en los aspectos físicos y matemáticos de diversos agentes físicos, como las radiaciones ionizantes y sus aplicaciones, siendo esta formación esencial para la protección radiológica y las diferentes aplicaciones en medicina en diagnóstico y terapias, entre otras. Con la formación adquirida podrán desempeñarse en funciones relacionadas con diversas aplicaciones radiantes y de agentes físicos, principalmente en medicina. Entre ellas se cuentan las áreas de protección radiológica, radioterapia, medicina nuclear e imagenología. También podrán desarrollar actividades en instrumentación relacionada con equipos médicos de alta tecnología, dedicarse a la investigación y docencia, o a diversas aplicaciones de las radiaciones ionizantes en la industria y servicios. La lista anterior no es exhaustiva, ya que las aplicaciones evolucionan en forma sustantiva en poco tiempo, y esta titulación prepara profesionales que puedan acompañar esta evolución científico-técnica.

Por otra parte, los egresados podrán seguir diferentes trayectorias de posgrado, sean vinculadas a la investigación y a la actividad académica, o avanzar en sus competencias clínicas. Con este nuevo plan de la LFM se pretende formar a los estudiantes en el primer paso en Física Médica, que podrá continuarse en formaciones vinculadas a aplicaciones radiantes, investigación científico-técnica, o en la trayectoria que es adecuada para Físicos Médicos Clínicos.

2. Objetivos

La formación propuesta tiene como finalidad el desarrollo de competencias y habilidades que conduzcan a que el Licenciado en Física Médica posea una fuerte formación físico-matemática relacionada con las aplicaciones en salud de agentes físicos. Esto le permitirá continuar como egresado en una actividad profesional, de investigación o de docencia, así como cumplir funciones, bajo supervisión, en relación a pacientes.

3. Perfil del egresado

El perfil del egresado es el de un profesional con una comprensión profunda de la acción de los agentes físicos en las diversas aplicaciones en salud, sea en diagnósticos, terapias o protección radiológica y en diversas aplicaciones tecnológicas.

Posee una sólida formación básica y tecnológica en Física aplicada a la Medicina que le permitirá, de acuerdo a la trayectoria que elija, continuar su formación para, al final de la misma, trabajar en forma independiente en el ámbito hospitalario como parte de los equipos multidisciplinarios de salud. Su formación le permitirá desarrollar la interacción social con los diversos integrantes de los equipos de salud, por medio de lenguaje y conocimientos comunes a todos ellos, y con una perspectiva específica proveniente de sus conocimientos científicos de los agentes físicos. Tendrá capacidades y destreza en el manejo de herramientas necesarias para los diversos quehaceres en ese ámbito (matemática, informática, equipamiento, instrumentación y control de calidad, entre otras), en el que podrá cumplir diversas funciones con la adecuada supervisión.

La LFM también le permitirá continuar con una trayectoria vinculada a la investigación en disciplinas científicas, y en particular en Física Médica. Podrá continuar su trayectoria vinculándose a posgrados (Magíster, Doctorado, Especializaciones), que precisen conocimientos en física teórica o experimental, matemáticas, programación, modelado.

Podrá participar en equipos multidisciplinarios asociados a la investigación o a desarrollos tecnológicos, investigación y docencia en diversos ámbitos.

Estará capacitado para trabajar en diversos entornos, sea de salud, industriales, y de servicios, en aplicaciones de tecnologías de diagnóstico y tratamientos especializados que utilicen agentes físicos (sean rayos X, otras radiaciones ionizantes, láser, ultrasonido, PET y RMN); podrá participar en la programación, planificación y puesta en marcha de programas de protección radiológica para trabajadores, usuarios, comunidad y pacientes, en aplicación de las normas internacionales y velando por los riesgos que implican estas tecnologías.

En todos estos ámbitos: salud, industria, servicios, academia, podrá:

- participar en la producción de tecnologías, diseño de nuevos equipamientos y de

elementos adicionales a los existentes,

- realizar controles de calidad del equipamiento y participar con los demás integrantes del equipo en el aseguramiento de la calidad de las técnicas utilizadas.
- participar en la mejora, mantenimiento y control de calidad de los programas para el comando de equipos de alta complejidad,
- participar en estudios de factibilidad de recambio y/o adquisición de nuevas tecnologías,
- colaborar con las autoridades de los centros hospitalarios en relación a la adquisición de equipos y diseño de espacios y blindajes para su instalación,
- colaborar en la realización de auditorías y para actuar en equipo como consultor en temas de su especialidad, así como para ejecutar peritajes en el mismo sentido,
- asesorar a organismos estatales y paraestatales con responsabilidades en toma de decisiones en relación con la tecnología médica, en el área de su formación,
- ocupar puestos de trabajo en el sistema de producción de tecnologías médicas,
- acceder a funciones docentes en las materias de su formación y en disciplinas afines, cumpliendo los requerimientos de la normativa vigente,
- acceder a cursos de posgrado de especialización y a posgrados académicos, de acuerdo a las normas vigentes,
- participar en todas las instancias relacionadas con las políticas o adopción de medidas en relación al uso de agentes físicos, tal como la protección radiológica.

4. Duración y créditos mínimos de la titulación

La duración nominal es de cuatro años de estudios y 360 créditos como mínimo.

Cada crédito otorgado corresponde a una dedicación de 15 horas de trabajo del estudiante, carga horaria que en conjunto abarca clases, trabajo orientado y estudio individual.

5. Estructura general del plan

El plan de estudios de esta Licenciatura está orientado a estudiantes con fuerte vocación en física aplicada, y se organiza en las siguientes áreas de formación: Biología-Medicina (BM), Física (F), Física de radiaciones (FR), Física experimental (FE), Formación complementaria (FC), Matemática (M) y Módulos electivos en Física Médica (MP).

El número de créditos mínimos asignados a cada área de formación determina el tiempo mínimo de dedicación total que insume dicha área. Los créditos que el estudiante va generando a medida que avanza en la carrera debe ser coherentes con los conocimientos previos requeridos para cada unidad curricular.

Los estudiantes podrán optar por unidades curriculares que reflejen su interés en un área particular de la Física Médica. En la trayectoria que elijan deberán cumplir con los créditos y contenidos mínimos por cada área de conocimiento, incluyendo opcionales y electivas de acuerdo a la oferta de unidades curriculares.

Comisión de Carrera

La Comisión de Carrera de la LFM coordinará la ejecución del plan de estudios.

En el siguiente ítem 6 se detallan las áreas de formación que componen el presente Plan, así como los requisitos en créditos de cada una. Las unidades curriculares u otras actividades acreditables serán elegidas por el estudiante, cumpliendo con los mínimos requeridos y el contenido básico de cada área de formación. La Comisión de Carrera estará a cargo de la aprobación del plan individual de estudiante, una vez que el estudiante haya completado al menos 180 créditos.

En la propuesta de implementación de este plan de estudios que llevará a cabo la Comisión de Carrera y los Institutos respectivos, se deberá tender a que los cursos incluyan los contenidos básicos con un número no excesivo de créditos. Esto posibilitará alcanzar los requisitos de créditos mínimos de acuerdo con la propuesta de este plan.

6. Áreas de formación

El plan incluye las siguientes áreas de formación:

Biología-Medicina (BM)

El objetivo principal de esta área temática es que el estudiante adquiera conocimientos y habilidades básicas en Biología y Medicina que le permitan integrar y aplicar su formación en Física y Matemáticas a la Física Médica. Esta formación también le permitirá comunicarse con un lenguaje común en el ambiente médico/hospitalario en su práctica profesional. Debe comprender temáticas básicas de biología celular y tisular, bioquímica, biofísica, histología, genética, fisiología, anatomía, oncología básica y radiobiología.

Debe incluir un valor mínimo de **41** créditos.

Física (F)

Esta área temática reúne las unidades curriculares específicas de física necesarias para la comprensión de los principales agentes físicos. Está diseñado para cubrir diversas áreas de la Física con diferentes niveles de profundidad. El estudiante deberá adquirir un adecuado conocimiento de los principios fundamentales de dichas teorías, así como de sus aplicaciones. La formación es entendida como el mínimo requerido, quedando para instancias posteriores, como los posgrados, una formación más profunda. Los cursos de Física tienen el objetivo agregado de desarrollar la intuición física y colaborar en la adquisición de la capacidad de formular modelos de las diversas interacciones relevantes para la Física Médica, tanto cualitativa como cuantitativamente. Los conocimientos teóricos y/experimentales que deben integrarse a las unidades curriculares de esta área temática deben incluir, como mínimo: mecánica clásica y relativista, electromagnetismo, teoría

electromagnética, fenómenos ondulatorios, física moderna.

Deberá cumplirse como mínimo con **81** créditos.

Física de radiaciones (FR)

Tiene como finalidad proporcionar al estudiante una formación en radiaciones, principalmente ionizantes, que forman parte esencial de la Física Médica. Se profundizará en la formación dada en los cursos de Física, particularmente en teoría electromagnética y física moderna, prestando atención también, desde el punto de vista físico, a aspectos de los efectos biológicos. Se incluyen aquí necesariamente contenidos con especial interés para la LFM, como por ejemplo decaimientos y espectros atómicos, moleculares y nucleares, magnitudes relacionadas con radiaciones y magnitudes derivadas de diferentes equipamientos de uso médico, dosimetría, interacción de la radiación con la materia, protección radiológica, así como la física relativa a la formación de las imágenes médicas en sus diferentes modalidades.

Deberá incluir un valor mínimo de **27** créditos.

Física experimental (FE)

Se proporcionará al estudiante los conceptos básicos para la medición de magnitudes físicas y el tratamiento de errores, así como conceptos de probabilidad y estadística asociadas a los procesos de medida. Se atenderá a problemas derivados de la calidad e independencia de los datos. Se incluye aquí el estudio de detectores e instrumentación de radiaciones ionizantes así como los procedimientos de medida. En particular, podrá incluir contenidos en electrónica, principalmente aplicada, de interés para la instrumentación en Física Médica. Se podrá incluir aquellas unidades curriculares que desarrollen herramientas más sofisticadas de tratamiento de señales y medidas que pudieran ser útiles para el procesamiento e interpretación de grandes cantidades de datos, ya sean observados directa o remotamente, o resultados de modelos numéricos con interés para la disciplina.

Deberá incluir al menos **23** créditos.

Formación complementaria (FC)

En esta área el estudiante recibirá formación en aspectos no incluidos en las áreas anteriores y que resultan importantes para la profesión. Se incluye aquí, en forma obligatoria, la formación en ética médica, que provee elementos de tipo social en relación a la responsabilidad en sus funciones en un grupo multidisciplinario y vinculado a la salud. También es necesario en esta área la formación en informática. Podrá reconocerse el idioma inglés técnico que es una herramienta fundamental para comprender y utilizar equipamiento médico de alta tecnología. Podrán incluirse otros conocimientos que sean complementarios en la formación mínima en otras unidades curriculares relacionadas con las aplicaciones médicas, en las que la Física juegue un papel importante.

Deberá incluir un valor mínimo de **11** créditos.

Matemática (M)

La formación matemática introduce al estudiante en el razonamiento abstracto y el manejo riguroso de la lógica y desarrolla asimismo metodologías de trabajo necesarias para su formación. Aporta herramientas esenciales para comprender los desarrollos de la Física y sus aplicaciones a la Medicina. El estudiante deberá ser capaz de realizar los cálculos y conceptos asociados a dichas disciplinas. Los conocimientos mínimos que deben estar presentes son: álgebra lineal, cálculo diferencial e integral, cálculo vectorial y análisis complejo; ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales, probabilidad y estadística.

Deberá incluir como mínimo **81** créditos.

Módulos electivos en Física Medica (MP)

El estudiante podrá elegir los Módulos electivos según sus intereses particulares en las distintas áreas de la Física Médica. Estos módulos incluirán temas específicos de la física aplicada a la medicina, prestando atención a aspectos de epidemiología clínica. Son módulos avanzados que se impartirán a estudiantes en el último año de estudios y habiendo incorporado y avanzado en forma sustancial en su formación. Los módulos incluirán formación teórica y práctica de la Física Médica aplicada y en atención a los aspectos regulatorios y norma vigentes. A través de estas actividades se le brindará al estudiante la oportunidad de aplicar los conocimientos en el ámbito en el que el Licenciado en Física Médica ejerce usualmente su actividad profesional. En estos módulos el estudiante adquirirá formación inicial vinculada al ejercicio de su profesión directamente en el ámbito hospitalario y en contacto con personal médico, siendo esencial en estas actividades la competencia que el estudiante adquiera en contacto y bajo la supervisión de los profesionales en Física Médica que ejercen sus funciones en hospitales, y en concordancia con las regulaciones nacionales y recomendaciones internacionales. Estas instancias, que implican un primer conocimiento de las rutinas, tratamientos, calibraciones, planificaciones, gestión de la calidad y demás actividades propias de la actividad del Licenciado en Física Médica, incluyen también la formación teórica y práctica adecuada para desempeñarse en un ambiente multidisciplinario. De acuerdo a la oferta disponible, los estudiantes podrán optar por los módulos con una unidad temática orientada a las distintas aplicaciones médicas: radioterapia, medicina nuclear, imagenología y radiología, debiendo incorporarse en todos los casos contenidos de protección radiológica.

Los módulos tendrán en total **60** créditos mínimos.

Créditos mínimos por área de formación requeridos para la obtención del título de Licenciatura en Física Médica:

Áreas	Créditos mínimos
Biología-Medicina	41
Física	81
Física de radiaciones	27
Física experimental	23
Formación complementaria	11
Matemática	81
Módulos electivos en Física Médica	60
Mínimo de todas las áreas	324
Mínimo para la obtención del título	360

Otros requisitos de créditos para la obtención del título:

De acuerdo al artículo 12 de la OG, se deberán cumplir 10 créditos en prácticas de formación en los ámbitos social y productivo y/o cursos afines a su formación impartidos por otros servicios universitarios, nacionales o extranjeros. Del total de los créditos del Plan de Estudios, al menos 10 créditos deben corresponder a las actividades mencionadas.

7. Orientaciones pedagógicas

El plan de estudios brindará al estudiante una sólida formación académica y promoverá la reflexión crítica. Se promoverá una visión de la Física Médica como una disciplina en evolución y en constante diálogo con otras disciplinas científicas.

El trayecto de los estudiantes por este plan incorporará espacios de involucramiento en su formación, dejando un número de créditos disponibles para que exploren sus intereses particulares.

Las instancias de evaluación deberán estar en sintonía con las orientaciones generales del plan. Serán a la vez instancias de formación y de evaluación de los conocimientos adquiridos. Se promoverá a la evaluación continua como forma de mejorar el diálogo entre docentes y estudiantes durante el proceso de aprendizaje.