



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROYECTO DE CREACIÓN DEL PLAN Y PROGRAMAS DE ESTUDIO DE LA LICENCIATURA DE FÍSICA BIOMÉDICA

RESUMEN EJECUTIVO

ENTIDAD RESPONSABLE:

Facultad de Ciencias

ENTIDADES COLABORADORAS

Facultad de Medicina

Instituto de Física

Instituto de Ciencias Nucleares

Instituto de Investigaciones Biomédicas

Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico

Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas

TÍTULO QUE SE OTORGA

Físico(a) Biomédico(a)

TÍTULO QUE SE OTORGA

Técnico Profesional en Física de Radiaciones

Fecha de Aprobación del Consejo Técnico: 7 de marzo de 2013

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	3
2. FUNDAMENTACIÓN ACADÉMICA DEL PROYECTO.....	5
3. ASPECTOS MÁS RELEVANTES DE LA PROPUESTA DEL PLAN DE ESTUDIOS.....	10
Misión	10
Visión	10
3.1. Objetivo general	10
3.2 Perfiles	11
3.2.1 Perfil de ingreso.....	11
3.2.2 Perfiles intermedios.....	12
3.2.2.1 Perfil Intermedio del Técnico Profesional en Física de Radiaciones.....	12
3.2.2.2 Perfil Intermedio del Físico Biomédico	12
3.2.3 Perfil de egreso	13
3.2.3.2 Perfil de Egreso del Técnico Profesional en Física de Radiaciones	16
3.2.4 Perfil profesional	16
3.3 Duración de los estudios, total de créditos y asignaturas	18
3.4 Estructura y organización del plan de estudios.....	18
3.4.1 Descripción de la organización del plan de estudios	23
3.4.2 Mecanismos de flexibilidad del plan de estudios propuesto	24
3.4.3 Asignaturas con seriación obligatoria.....	25
3.4.4. Asignaturas con seriación indicativa.....	26
3.4.6 Mapa Curricular	29
3.5 REQUISITOS	30
3.5.1 Requisitos de ingreso.....	30
3.5.2 Requisitos extracurriculares y prerrequisitos	30
3.5.3 requisitos de permanencia	30
3.5.4 Requisitos de egreso.....	30
3.5.5 Requisitos de titulación	30
4. SÍNTESIS DEL PROCESO DE IMPLANTACIÓN, EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS DEL PLAN DE ESTUDIOS.....	31

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

A partir del siglo XIX, con el desarrollo del concepto de radiación electromagnética, se originaron numerosas aplicaciones de la Física en el desarrollo de la tecnología, que han impactado en el mejoramiento de nuestra vida cotidiana. Gracias al descubrimiento de los rayos X se generaron nuevos campos de conocimiento como la física aplicada a la medicina y la biología molecular, de gran importancia para la creación de nuevas técnicas que han incidido en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades. El avance tecnológico biomédico seguirá creciendo a medida que las enfermedades sean mejor comprendidas a nivel molecular. Para ello, los físicos tienen un papel vital en el desarrollo de la medicina moderna.

En las últimas décadas, se han desarrollado modelos de fenómenos físicos que se llevan a cabo en los sistemas biológicos a nivel molecular y celular. El estudio, generación y manipulación de los procesos de interacción de la radiación con el tejido biológico, demandan el conocimiento de los principios físicos involucrados.

De esta situación surge la necesidad de que profesionales de diversas áreas, como las ciencias básicas, ingeniería y médico biológicas, sumen esfuerzos para afrontar los retos que presenta la problemática en salud de la población, así como la generación de recursos humanos formados con nuevas habilidades interdisciplinarias.

En México, la formación de profesionales de física aplicada a la medicina es principalmente en estudios de posgrado. En el Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México se ofrece la Maestría en Ciencias (Física Médica) y en la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de México, la Maestría y el Doctorado en Ciencias con Especialidad en Física Médica. Otras instituciones como el Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, forman profesionales e investigadores en la física médica y la biología física.

La Maestría en Ciencias (Física Médica) que se ofrece en el Instituto de Física de la UNAM, inició sus actividades en agosto de 1997. De diciembre de 2000 a marzo de 2013 han egresado 89 alumnos que laboran en el sector salud público y privado, o continúan su formación académica. Este esfuerzo es insuficiente para cubrir las grandes necesidad que tiene el país en estos rubros.

La Facultad de Medicina de la UNAM, para dar respuesta a estas necesidades, propuso la creación de la Licenciatura en Física Médica.

Con el objetivo de conocer las opiniones y las necesidades del sector salud, se organizó un foro en mayo de 2012, donde participaron empleadores potenciales que incluían autoridades y responsables de servicios médicos públicos y privados, órganos e institutos

de investigación gubernamentales así como autoridades y académicos de diferentes facultades, programas de posgrado e institutos de investigación de la UNAM.

Con base en los resultados del foro y en función de las necesidades detectadas, se propuso que esta licenciatura impactara no sólo en las ciencias médicas sino también en las ciencias biológicas. Esto permitió sentar las bases para definir el perfil de egreso del Físico Biomédico, con una sólida formación en los campos de conocimiento de la física y de las matemáticas y habilidades para aplicarlos en las ciencias médico-biológicas, así como capacidad para desarrollarse profesionalmente en un entorno de trabajo multidisciplinario. Este nuevo profesional podrá utilizar de manera crítica y responsable las nuevas tecnologías para la terapia y el diagnóstico médico, la detección temprana de enfermedades y la investigación en el área de la biología molecular.

Dado el fuerte componente en el campo de las ciencias físico-matemáticas, la Facultad de Ciencias tomó el liderazgo en el proceso de creación de la Licenciatura de Física Biomédica, y se asumió como entidad responsable, y la Facultad de Medicina, como entidad colaboradora.

La Licenciatura de Física Biomédica está organizada en tres etapas. La primera abarca los primeros cinco semestres, en los que el estudiante adquiere los conocimientos fundamentales físico-matemáticos, y a través de las asignaturas del campo Médico-Biológico, comprende la estructura y funcionamiento de la célula y del cuerpo humano, lo que le permitirá aplicar la física en este campo, a través de talleres experimentales. En la segunda etapa, el estudiante relacionará los conocimientos de física y matemáticas con el área biomédica, iniciando su formación interdisciplinaria para llegar a la última etapa organizada por áreas de profundización: Física Aplicada a las Ciencias Médicas y de la Salud y Física Aplicada a las Ciencias Biológicas.

A lo largo de su formación, tendrá la posibilidad de conocer y aplicar las tecnologías de la información y la comunicación directamente a través de cursos formales de programación y talleres experimentales. La estructura del plan también incorpora cursos obligatorios del idioma inglés y asignaturas optativas en el área de humanidades, aspecto importante para la formación integral que debe poseer un universitario.

La Licenciatura de Física Biomédica ofrece una opción técnica en el área de Física de Radiaciones, con contenidos específicos en la formación práctica, que lo capacitarán como personal de apoyo para la terapia y el diagnóstico médico.

Dado que el plan de estudios comprende conocimientos de dos o más disciplinas, se considera como una Licenciatura Interdisciplinaria (Artículo 24 del Reglamento General de Estudios Universitarios).

2. FUNDAMENTACIÓN ACADÉMICA DEL PROYECTO

La UNAM, como institución educativa pública, constituye un proyecto educativo y cultural que favorece el ascenso y la igualdad social, y que promueve la equidad y la justicia. Tiene responsabilidades que enfrenta a través de sus tres tareas sustantivas: la docencia, la investigación y la difusión de la cultura, para contribuir a la solución de los problemas prioritarios que afectan al país. Actualmente, uno de los retos de esta institución es la formación de recursos humanos de alto nivel con una sólida preparación en el campo de las ciencias físico-matemáticas e ingeniería aplicadas al área biomédica que, con el uso de nuevas tecnologías, contribuyan a mejorar la calidad de vida de la población.

Los retos nacionales que se tienen actualmente, y los que se presentarán en un futuro cercano, propician la generación de nuevos campos profesionales interdisciplinarios que fundamentan la propuesta de creación de la Licenciatura de Física Biomédica. El egresado tendrá la formación necesaria para desarrollarse en el ámbito laboral, de investigación y/o de docencia.

Para establecer de manera clara el contexto nacional de las necesidades a cubrir por la Licenciatura de Física Biomédica, se utilizaron, como ya se mencionó, los datos provenientes de un foro convocado por la Facultad de Medicina de la UNAM, el 8 de mayo de 2012. En este foro se reunió a un número importante de expertos en diferentes áreas, todos con el interés común de realizar aplicaciones de la física a las ciencias biomédicas. La lista de asistentes incluyó a: médicos especialistas (radio-oncólogos, radiólogos, radio-neurocirujanos, cardiólogos y cirujanos, entre otros) con experiencia en servicios de asistencia médica, administración o investigación; físicos médicos; encargados de protección radiológica, así como representantes de órganos gubernamentales reguladores en materia nuclear (Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias), de regulación, control y fomento sanitario (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios), de gestión y uso apropiado de las tecnologías para la salud (Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, Secretaría de Salud); así como centros de investigación (Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares).

El cuadro 1 muestra las diferentes demandas a nivel nacional extraídas del foro. Como se puede observar, las necesidades a cubrir incluyen en particular la aplicación de las radiaciones ionizantes en el sector salud, para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades.

Cuadro 1. Posibles áreas de impacto en el sector salud

Descripción	No. de unidades en funcionamiento
Establecimientos con servicios de rayos X ¹	7400
Radioterapia con MV (50 unidades de ⁶⁰ Co, 83 aceleradores lineales) ²	133
Centros con braquiterapia (27 automática, 45 manual) ²	72
Unidades de medicina nuclear ²	157
Unidades de radiofarmacia ³	4

Además de las aplicaciones médicas de las radiaciones ionizantes mostradas en el cuadro 1, también es importante enfatizar otro tipo de aplicaciones tanto en la vigilancia (cuadro 2) como en la industria (cuadro 3). Los datos que se presentan fueron obtenidos fuera del foro a través de portales de internet mexicanos.

Cuadro 2. Áreas de impacto de las radiaciones ionizantes en vigilancia aduanera⁴

Descripción	No. de unidades en funcionamiento
Equipos fijos de rayos X (RX) para revisión de equipaje	94
Equipos fijos de RX para revisión de mercancía de carga	6
Equipos móviles RX para revisión de mercancía de carga	15
Equipos de rayos gamma	56
Detectores de radiación de mano	158
Identificadores de radioisótopos	14

¹ L. G. Lastra Marín, Comisionado de Operación Sanitaria, Comisión Federal para la Protección contra Riesgos

² J. L. Delgado Guardado, Director General Adjunto de Seguridad Radiológica, Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS).

³ R. Ayala Perdomo, Director de Ingeniería Biomédica, Centro Nacional de Excelencia Tecnológica (CENETEC), Secretaría de Salud.

⁴ Administración General de Aduanas, www.aduanas.gob.mx. Consultado en línea el 4 de febrero de 2013.

Cuadro 3. Áreas de impacto de las radiaciones ionizantes en la industria⁵

Descripción	lo. de unidades en funcionamiento
Irradiadores (4 autoblandados, 5 tipo alberca, 6 uso médico, 1 pozo seco)	16
Prácticas de radiotrazado	4
Medidores industriales de compactación, densidad, espesor y nivel	Dato no registrado

El uso de radiaciones no ionizantes y de otro tipo de energía para aplicaciones médicas abre también un gran espectro de necesidades a cubrir. El cuadro 4 resume otras aplicaciones médicas que se verían beneficiadas con la creación de esta licenciatura.

Cuadro 4. Áreas de impacto de las radiaciones no ionizantes y de otro tipo de energía en la medicina

Descripción	lo. de unidades en funcionamiento
Sistemas de resonancia magnética ^{6,7}	> 200
Sistemas de ultrasonido ⁸	>2200
Litotriptores ⁷	>100
Sistemas láser de alta energía	Dato no registrado

La incorporación de profesionales con profundos conocimientos en física y matemáticas en grupos de trabajo multidisciplinario, también ha sido identificada como un campo de acción necesario e ineludible, pues se requiere la formación de recursos humanos que apoyen a la investigación aplicada a la biología y a la medicina.

Las necesidades a cubrir mostradas en los cuadros 1 al 4 hacen evidente la necesidad de formar profesionales para el manejo y gestión de fuentes radiactivas, desarrollar actividades profesionales en empresas que se dedican al diseño, gestión, uso y comercialización de instrumentos biomédicos, así como para asesorar a empresas de

⁵ Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS), www.cnsns.gob.mx. Consultado en línea el 4 de febrero de 2013.

⁶ Rodríguez A, Rojas R, Barrios FA. Year 2000 status of MRI in Mexico. J. Of Magnetic Resonance Imaging 13 (2001), p 813.

⁷ Sánchez-Aranda CA. Bosquejo del estado de la imagenología por resonancia magnética en México. Proyecto Terminal Universidad Autónoma Metropolitana, 2008.

⁸ INEGI Estadística de Salud en Establecimientos Particulares 2011-2012

biotecnología y médicas, y a laboratorios farmacéuticos. Además, también podrán apoyar a físicos médicos en servicios de salud y participar en la investigación y en la docencia interdisciplinaria.

La información obtenida también recalca el hecho de que entre las aportaciones de la física que más han impactado se encuentra el desarrollo de las nuevas tecnologías que actualmente se utilizan en el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades y su aplicación en el estudio de las ciencias biomédicas, por lo que la mayoría de los avances en estos campos del conocimiento están basados, en gran medida, en principios y aplicaciones emanados de la física.

Las técnicas terapéuticas también han avanzado hasta el punto en que actualmente se cuenta con equipos cada vez más sofisticados de radioterapia, y con la medicina genómica y la aplicación de la nanotecnología y la microelectrónica en la medicina. Este desarrollo trae como consecuencia el que se requiera un profesional con una formación académica interdisciplinaria, en donde se combinen conocimientos de física, matemáticas, biología y medicina, y que se incorpore al ámbito hospitalario al lado del médico.

Ahora bien, además de las aplicaciones médicas, la radiación ionizante y la no ionizante pueden ser aplicadas en la vigilancia aduanera y en la industria. De aquí que las necesidades a cubrir hacen evidente la urgencia de formar profesionales con los conocimientos y habilidades necesarias para el manejo y gestión de fuentes radiactivas y para desarrollar su actividad profesional en empresas que se dedican al diseño, gestión, uso y comercialización de instrumentos biomédicos, en empresas de biotecnología, empresas médicas, laboratorios farmacéuticos e industria.

Este profesional también podrá servir de apoyo a los médicos y a los físicos médicos en los servicios de salud, en la investigación y en la docencia interdisciplinaria. Considerando todos estos aspectos, es posible afirmar que el licenciado en Física Biomédica podrá desarrollarse en el ámbito profesional, de investigación o docente con ética, responsabilidad y un alto compromiso social en el ejercicio de su profesión

Dado que la UNAM cumple con sus responsabilidades y compromisos como institución educativa pública por medio de la generación de proyectos que tienen como finalidad investigar, explicar y atender los problemas biomédicos que afectan al país, se hace evidente su participación urgente y necesaria en la formación de profesionales con este perfil,, capaces de comprender y coadyuvar en la atención de problemas propios de las Ciencias Biomédicas.

En México no existen planes de estudio similares al planteado en esta propuesta. Se puede encontrar planes afines, como los de Ingeniería Biomédica, tanto en instituciones de educación superior públicas y privadas. Los ingenieros biomédicos aplican los principios de la ingeniería (eléctrica, mecánica, química, nuclear, entre otras) para comprender, modificar y controlar sistemas. Las actividades de estos profesionales incluyen diseñar,

desarrollar, innovar, adaptar y mantener en condiciones óptimas equipos médicos, instrumentos e instalaciones utilizados en el proceso de atención a la salud (para la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades), o bien en la investigación y/o enseñanza de las ciencias médico-biológicas.

En el extranjero, en particular en los Estados Unidos de América y en el Reino Unido, existen programas afines, entre los que se encuentra la física de la salud (*health physics*), también conocida como protección radiológica. Los profesionales del área de física de la salud incorporan la comprensión de varias disciplinas que incluye física, biología, química, medicina, ingeniería y ciencias ambientales (por mencionar algunas), y aplican todos estos conocimientos para la protección de las personas y su medio ambiente de posibles riesgos de la radiación. Estos profesionales trabajan en diversos ámbitos, como la investigación, la industria de la energía, la educación, la protección del medio ambiente y el cumplimiento de las regulaciones gubernamentales. Aunque esta profesión es común y ampliamente reconocida en el extranjero, en México no existe como tal.

El proyecto de plan de estudios que se presenta fue elaborado tomando en cuenta la opinión de académicos del área de la física, la medicina y la biología, de tal forma que el egresado tuviera una formación integral en estas áreas, que le permitiera incidir en el estudio y aplicación de la física en el área médico-biológica, y participar en un ambiente multidisciplinario orientado al análisis y solución científica de problemas relacionados con las ciencias de la salud y la física. Además, se propicia una mayor movilidad de los estudiantes dentro del propio plan de estudios y con respecto a planes de otras licenciaturas, ampliando la gama de opciones terminales, así como una opción intermedia, con su correspondiente título de Técnico Profesional.

Se espera que la formación académica y entrenamiento de los Físicos Biomédicos se adecuen al nivel que exigen los avances tecnológicos, por lo que la creación de esta licenciatura sentará un precedente en el país.

La Licenciatura de Física Biomédica se ha diseñado considerando las necesidades urgentes mencionadas anteriormente, y con una proyección a futuro que le permitirán estar a la altura de los avances tecnológicos y científicos en el contexto mundial.

Para ello se ha dado un peso específico a la formación del estudiante en el área de instrumentación biomédica y física aplicada a la biomedicina, con un carácter integrador, y con el objetivo de establecer una comunicación asertiva con profesionales de dichos campos.

Se proponen asignaturas de los campos de conocimiento Médico-Biológico y Físico-Matemático, con un enfoque de formación interdisciplinaria, lo que propicia que las perspectivas de esta licenciatura sean promisorias, ya que los egresados podrán incidir en la investigación básica en los ámbitos de la medicina, la física biológica y la biofísica, y realizar actividades tales como:

- Labores de seguridad y protección radiológica
- Verificación del buen funcionamiento y calibración de equipos médicos que se utilizan para la terapia y el diagnóstico médico
- Colaboración en la planificación de tratamientos médicos
- Participación en la adquisición, procesamiento y optimización de imágenes de diagnóstico clínico
- Optimización de protocolos y control de calidad en sistemas de adquisición de imágenes
- Participación en la planeación y diseño de instalaciones para el uso de fuentes de radiación
- Implementación y optimización del uso de radiaciones ionizantes en aplicaciones industriales
- Colaboración con grupos de investigación en el diseño de métodos para el registro electrofisiológico
- Diseño de software para analizar la mecánica muscular y la dinámica de fluidos (circulación aérea y sanguínea)

El continuo avance de la tecnología médica y la investigación aplicada a las ciencias biomédicas, demandan un esfuerzo permanente de actualización en las diversas áreas que comprende esta licenciatura.

3. ASPECTOS MÁS RELEVANTES DE LA PROPUESTA DEL PLAN DE ESTUDIOS

Misión

Formar, con un enfoque interdisciplinario, profesionales críticos y analíticos, capaces de tomar decisiones para contribuir a resolver problemas prioritarios en el área de la física aplicada en las ciencias biomédicas, prestar servicios de alta calidad y ética en instituciones hospitalarias y en actividades de investigación y de docencia, así como participar en el desarrollo de nuevas tecnologías y en empresas relacionadas con esta área.

Visión

Una licenciatura consolidada que impacte en la sociedad para el mejoramiento de sus condiciones de vida, y egresados con una sólida formación integral que incidan en el campo laboral, integrándose a equipos multidisciplinarios, con una activa participación en campos emergentes dentro de los ámbitos del área de la salud, generando espacios para las futuras generaciones.

3.1. Objetivo general

La Licenciatura de Física Biomédica tiene como objetivo principal formar profesionales con una sólida base en las ciencias físico-matemáticas aplicadas a las ciencias médico-

biológicas, que les permita desarrollarse en diferentes campos de aplicaciones de la física a las ciencias biomédicas, así como en la investigación y en la docencia. Dado su enfoque interdisciplinario y áreas de profundización, se pretende que esta licenciatura impacte no sólo en el área biomédica, sino también en los usos industriales de las radiaciones ionizantes y en las entidades reguladoras y de vigilancia. Esta licenciatura tiene, además, el objetivo de cubrir un importante vacío en la formación de profesionales con un perfil interdisciplinario en estos campos, en los que existe una notable demanda tanto de instituciones públicas como privadas, principalmente en el área de radiaciones.

3.2 Perfiles

3.2.1 Perfil de ingreso

El estudiante interesado en ingresar a la Licenciatura de Física Biomédica de la Facultad de Ciencias debe ser, preferentemente, egresado del área de Físico-Matemáticas y las Ingenierías de la Escuela Nacional Preparatoria, con interés por el estudio de sus aplicaciones en el área médico-biológica. En el caso de que sea egresado del Colegio de Ciencias y Humanidades o de otros programas de Educación Media Superior, deberá haber llevado el conjunto de asignaturas relacionadas con estos campos de conocimiento. Para todos los casos, el perfil deseable incluye los siguientes conocimientos, habilidades y actitudes:

Conocimientos:

- Básicos de física, matemáticas y biología
- Del uso de las tecnologías digitales para el aprendizaje
- Del uso básico de herramientas de computación

Habilidades:

- Para el estudio de la física y las matemáticas y su aplicación en los campos de la biología y la medicina
- Capacidad de abstracción
- Razonamiento lógico y analítico
- Capacidad para el análisis, la síntesis y la integración de conocimientos
- Disposición para trabajar en equipo
- Comprensión de textos escritos en español
- Capacidad de expresarse adecuadamente de manera oral y escrita

Actitudes:

- Interés por las ciencias físico matemáticas y sus aplicaciones en la biología y la medicina
- Disposición para participar en grupos multidisciplinarios

- Interés por la investigación
- Interés por la aplicación de los conocimientos adquiridos

3.2.2 Perfiles intermedios

Este plan de estudios establece dos perfiles intermedios, uno al término del tercer semestre de la licenciatura, correspondiente al Técnico Profesional en Física de Radiaciones y otro al término del cuarto semestre, correspondiente al Físico Biomédico.

3.2.2.1 Perfil Intermedio del Técnico Profesional en Física de Radiaciones

Al finalizar el tercer semestre, el estudiante deberá poseer los siguientes conocimientos, habilidades y actitudes:

Conocimientos

- Introductorios de física y matemáticas
- Básicos en el área biomédica
- De técnicas y herramientas experimentales
- Básicos del idioma inglés

Habilidades:

- Poseer capacidad de observación y análisis
- Integrar los conocimientos adquiridos en el planteamiento de problemas experimentales
- Trabajar en equipo de manera colaborativa e interdisciplinaria

Actitudes:

- Interés por la física y las matemáticas, y sus aplicaciones en el campo biomédico
- Disposición para trabajar en grupos multidisciplinarios
- Desempeño con profesionalismo, de una manera veraz, ética y comprometida
- Búsqueda permanente de nuevos conocimientos, actualizándose en los avances de la física de radiaciones y sus aplicaciones en las diferentes áreas

3.2.2.2 Perfil Intermedio del Físico Biomédico

Al finalizar el cuarto semestre, en el cual el estudiante deberá haber terminado la etapa de formación fundamental en física y matemáticas, y básica en el área biomédica, adquiriendo con ello las bases teóricas y experimentales para continuar hacia el quinto semestre y cumplir con el siguiente perfil:

Conocimientos:

- Fundamentales en física y matemáticas
- Básicos en el área biomédica y ética
- De técnicas y herramientas experimentales necesarias para su desarrollo profesional

Habilidades:

- Poseer capacidad de observación, análisis, síntesis y reflexión crítica
- Aplicar sus conocimientos en el campo de la física y las matemáticas en el planteamiento y resolución de problemas teóricos y experimentales
- Actualizar de manera continua sus conocimientos
- Trabajar en equipo de manera colaborativa e interdisciplinaria

Actitudes:

- Interés por la física y las matemáticas, y sus aplicaciones en el campo biomédico
- Disposición para trabajar en grupos multidisciplinarios
- Desempeño con profesionalismo, de una manera veraz, ética y comprometida
- Búsqueda permanente de nuevos conocimientos, actualizándose en los avances de la física de radiaciones y sus aplicaciones en las diferentes áreas

3.2.3 Perfil de egreso

3.2.3.1 Perfil de egreso del Físico Biomédico

En el marco de una educación integral con enfoque humanista, y con una actitud ética hacia la sociedad, el egresado de la Licenciatura de Física Biomédica tendrá una formación interdisciplinaria, que le permita interactuar y trabajar en equipo con otros profesionales dedicados al estudio de las Ciencias Biológicas y Médicas, y poseer los siguientes conocimientos, habilidades y actitudes:

Conocimientos:

- En física y matemáticas de alto nivel
- Del uso de técnicas y herramientas experimentales necesarias para su desarrollo profesional
- Para identificar los diferentes procesos de la interacción de la radiación con la materia y sus efectos en los sistemas biológicos
- La seguridad radiológica, sus principios y los factores básicos para la protección contra la radiación
- Los principios físicos de la instrumentación biomédica

Habilidades:

- Capacidad de observación, análisis, síntesis y reflexión crítica
- Para el planteamiento y la resolución de problemas teóricos y experimentales, con base en sus conocimientos en el campo de la física y las matemáticas
- Para actualizar de manera continua sus conocimientos
- Para trabajar en equipo de manera colaborativa e interdisciplinaria
- Participar en actividades de divulgación y docencia en diversos niveles educativos
- Continuar su desarrollo profesional con estudios de posgrado en áreas afines

Actitudes:

- Interés por la física y las matemáticas y sus aplicaciones en la medicina y la biología
- Disposición para trabajar en grupos multidisciplinarios
- Trabajar en estrecha colaboración y comunicación con especialistas en otras áreas para la búsqueda de soluciones a problemas relacionados con aplicaciones de la física en la biomedicina
- Actuar con profesionalismo de manera veraz, ética y comprometida
- Llevar a cabo una búsqueda permanente de nuevos conocimientos, actualizándose en los avances de la física en las diferentes áreas

Asimismo, los perfiles de egreso correspondientes a cada una de las Áreas de Profundización que establece este plan de estudios, son los siguientes:

Área de Profundización en Física Aplicada a las Ciencias Médicas y de la Salud	Área de Profundización en Física Aplicada a las Ciencias Biológicas
<p>Conocimientos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Fundamentales de la dosimetría y los protocolos de aplicación de dosis• Principios físicos del funcionamiento de la Instrumentación biomédica de última generación• Física aplicada a la terapia y al diagnóstico médico• Algoritmos del procesamiento digital de señales e imágenes	<p>Conocimientos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Física y matemáticas avanzadas para modelar a los sistemas biológicos• Física aplicada para estudiar el comportamiento de la célula a nivel molecular• Física aplicada para describir la fisiología del cuerpo humano• Básicos de ingeniería tisular

biomédicas	
<p>Habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para garantizar el funcionamiento, bajo los parámetros técnicos, de los equipos para terapia y diagnóstico médico • Para aportar sus conocimientos al equipo de profesionales médicos en instituciones de salud • Para auxiliar en la implementación de técnicas y procedimientos de control de calidad de equipamientos en el área de la medicina • Para diseñar, gestionar y comercializar instrumentación especializada en el área médica 	<p>Habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para comprender problemas de otras disciplinas, en particular aquéllas orientadas a las ciencias biológicas • Para aportar sus conocimientos en la resolución de problemas relacionados con la física de sistemas biológicos complejos • Para realizar investigación en el área biológica en colaboración con equipos multidisciplinarios • Para proponer innovaciones en el área de las Ciencias Biológicas • Para colaborar con grupos de investigación en el diseño de métodos para el registro electrofisiológico • Para diseñar software para analizar la mecánica muscular, dinámica de fluidos (circulación aérea y sanguínea), entre otros
<p>Actitudes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interés por la física y las matemáticas y sus aplicaciones en la medicina • Disposición para trabajar en grupos multidisciplinarios • Trabajar en estrecha colaboración y comunicación con especialistas en otras áreas para la búsqueda de soluciones a problemas relacionados con aplicaciones de la física en la medicina • Actuar con profesionalismo de manera veraz, ética y comprometida • Llevar a cabo una búsqueda 	<p>Actitudes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interés por la física y las matemáticas y sus aplicaciones en la medicina • Disposición para trabajar en grupos multidisciplinarios • Trabajar en estrecha colaboración y comunicación con especialistas en otras áreas para la búsqueda de soluciones a problemas relacionados con aplicaciones de la física en la biología • Actuar con profesionalismo de manera veraz, ética y comprometida • Llevar a cabo una búsqueda

<p>permanente de nuevos conocimientos, actualizándose en los avances de la física de radiaciones y sus aplicaciones en las diferentes áreas</p>	<p>permanente de nuevos conocimientos, actualizándose en los avances de la física de radiaciones y sus aplicaciones en las diferentes áreas</p>
---	---

3.2.3.2 Perfil de Egreso del Técnico Profesional en Física de Radiaciones

El egresado de esta opción técnica, deberá cumplir con los siguientes conocimientos, habilidades y actitudes:

Conocimientos:

- Física de la interacción de la radiación con la materia
- Principios físicos de operación de los sistemas de terapia e imagen para el diagnóstico médico de amplio espectro
- Medidas de protección, manejo adecuado, filosofía y legislación de la seguridad radiológica
- Anatomía radiológica, fisiología elemental y biología molecular

Habilidades:

- Manejo y operación de sistemas de diagnóstico y generación de imágenes médicas
- Auxiliar en el mantenimiento correctivo de los sistemas y control de calidad
- Enlace entre la clínica y la empresa proveedora de servicios y productos

Actitudes:

- Trabajar en equipo de manera ética y profesional
- Trato digno y respetuoso al paciente

3.2.4 Perfil profesional

El físico biomédico aplicará su conocimiento científico para colaborar en el sector salud, en las universidades, centros o institutos de investigación, y en la industria, con las siguientes capacidades:

- Demostrar profesionalismo mediante la actualización continua y/o con estudios de posgrado y participar en la investigación científica
- Realizar actividades de seguridad y protección radiológica y eventualmente, una vez que haya adquirido experiencia, ser encargado de protección radiológica

- Participar en comisiones locales de seguridad nuclear y radiológica
- Verificar el buen funcionamiento de equipos de rayos X convencionales y llevar a cabo pruebas de control de calidad de los mismos
- Colaborar en la realización de pruebas de control de calidad de equipos terapéuticos y de diagnóstico que hacen uso de radiaciones
- Colaborar en la planificación de tratamientos que utilizan radiación ionizante
- Participar en la adquisición, procesamiento y optimización de imágenes de diagnóstico clínico en las que se utilizan radiaciones ionizantes y no ionizantes
- Participar en la planeación y diseño de instalaciones para el uso de fuentes de radiación
- Aplicar sus conocimientos de física de radiaciones para implementar y optimizar el uso de radiaciones ionizantes en aplicaciones industriales
- Prestar sus servicios profesionales, o colaborar, como experto en física de radiaciones, en entidades reguladoras y de vigilancia en materia del uso y manejo de radiaciones ionizantes

Dentro de las posibles opciones laborales de los profesionales en cualquiera de las áreas de profundización, se encuentran, en el sector público:

- Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas
- Secretaría de Salud
- Secretarías estatales afines
- Instituto Mexicano del Seguro Social
- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
- Instituciones de educación media superior
- Instituciones de educación superior

En la iniciativa privada, podrá realizar actividades en los siguientes ámbitos:

- Hospitales, clínicas e industria farmacéutica
- Instituciones educativas de nivel bachillerato, técnico y superior, en áreas afines a la física, las matemáticas, y sus diversas aplicaciones en el área médico-biológica
- Compañías en las que se realicen aplicaciones industriales de la radiación
- Compañías que lleven a cabo consultorías, servicios y control de calidad
- Compañías comercializadoras de equipos para aplicaciones médicas, industriales y de investigación

Así mismo, el egresado de esta licenciatura contará con un perfil profesional que contempla una intensa vinculación entre investigación y docencia, lo que le permitirá incorporarse a estudios de posgrado en áreas afines. En el sector académico, el egresado será competente para participar en proyectos de investigación en áreas

relacionadas con la física aplicada a sistemas biológicos, así como para realizar actividades docentes en instituciones de investigación y de educación superior.

3.3 Duración de los estudios, total de créditos y asignaturas

El plan de estudios de las Licenciatura de Física Biomédica está organizado en ocho semestres, con un total de 47 asignaturas, cubriendo de 382 a 403 créditos según el área de profundización elegida:

- i) 351 créditos corresponden a las 41 asignaturas obligatorias que se cursan en los ocho semestres
- ii) De 15 a 21 créditos corresponden a dos asignaturas obligatorias de elección que se cursan en el séptimo semestre, organizadas por áreas de profundización: Física Aplicada a las Ciencias Biológicas y Física Aplicada a las Ciencias Médicas y de la Salud .
- iii) 16-31 créditos corresponden a cuatro asignaturas optativas.
- iv) Se ofrece una asignatura obligatoria que se puede cursar a partir del séptimo semestre y sin carga crediticia.

Para la opción de Técnico Profesional en Física de Radiaciones la duración de los estudios es de cinco semestres con un total de 24 asignaturas obligatorias y una optativa del campo de las Humanidades que equivalen a 232 créditos.

3.4 Estructura y organización del plan de estudios

El plan de estudios de la Licenciatura de Física Biomédica se estructura a partir de cuatro campos de conocimiento: Físico-Matemático, Médico-Biológico, Tecnologías de la Información y Humanidades. Debido a la naturaleza integradora de esta licenciatura, varias de las asignaturas corresponden a dos o más campos de conocimiento; tal es el caso de los Talleres Experimentales y el bloque de asignaturas que conforma la física aplicada a la biomedicina.

Cada uno de estos campos tiene una función específica en la formación del estudiante:

Físico-Matemático

Proporciona los conceptos y fundamentos científicos del razonamiento lógico y el análisis de los fenómenos que ocurren en la naturaleza, con base en la estructura matemática. Es el campo de conocimiento principal en el desarrollo e innovación tecnológica para el apoyo en la solución de problemas de la salud, y en el modelado con base en los principios físico-matemáticos de los sistemas biológicos.

Médico-Biológico

Este campo comprende el estudio de la organización celular y molecular del cuerpo humano y la compleja relación que existe en sus diferentes niveles de organización biológica. Contempla, además, los mecanismos biológicos que el cuerpo humano usa para adaptarse al medio ambiente o aquéllos que dan lugar a las enfermedades y sus consecuencias.

Tecnologías de la Información

Propicia el manejo de los sistemas contemporáneos de información, analizando sus componentes clave y su impacto en diversos ámbitos de la salud y la biología, la experimentación, el desarrollo tecnológico y la modelación numérica de los sistemas biológicos, entre otros, con la evaluación constante del impacto ético en la sociedad. El estudiante adquiere las habilidades para la aplicación de estos sistemas en la solución de problemas reales.

Humanidades

Aporta los fundamentos que nutren la reflexión ética en un entorno de aceleradas transformaciones en la sociedad, la ciencia, la economía y la política. La filosofía de la ciencia, la epistemología y el pensamiento científico, entre otras, propician la comprensión del papel que juega la ética en la aplicación de los conocimientos en los seres humanos y en la investigación molecular de los seres vivos.

Modelo educativo

Se centra en el estudiante, con elementos que le posibiliten ejercer su profesión con calidad, al ser un modelo activo-participativo. La figura del profesor es de orientador del estudiante. Es innovador, flexible, y se privilegia el aprendizaje situado, realizando actividades que apoyan a la solución de problemas reales en beneficio de la sociedad.

El aspecto innovador consiste en la incorporación de asignaturas integradoras, tales como los Talleres Experimentales (Metodología de la Física Experimental; Medición y Análisis en la Física Experimental; Instrumentación y Calibración; Elaboración y Desarrollo de Proyectos Experimentales), y la física aplicada a la biomedicina, que permitirán, a través de la articulación de la teoría con la práctica, concentrar y aplicar los conocimientos en la detección y análisis de la problemática para proponer estrategias de solución.

Asimismo, se establece la interdisciplinariedad, al interactuar los diversos campos de conocimiento que sirven de base para la estructura del plan de estudios, y que conforman, de manera fundamental, el perfil del físico biomédico. Se fomenta el trabajo en equipo y la presentación, ante foros académicos, de los proyectos elaborados

durante el semestre.

Etapas de formación

El plan de estudios de la Licenciatura de Física Biomédica se divide en tres etapas: i) Básica, ii) Integradora y iii) De Profundización (ver figura 3.1).

- i) En la Etapa Básica, el estudiante adquiere el conocimiento fundamental del campo de conocimiento Físico-Matemático, lo que le permitirá desarrollar la estructura de pensamiento científico, tanto a nivel teórico como experimental. En paralelo, tiene que cursar las asignaturas del campo Médico-Biológico, para comprender la estructura y funcionamiento de la célula y del cuerpo humano, que le permitirán aplicar la física en este campo. El tercer grupo de asignaturas que comprende la formación básica son los talleres experimentales, que tienen como objetivo que el estudiante desarrolle las habilidades y conocimientos necesarios para identificar y cuantificar aspectos relevantes de los fenómenos, tanto físicos como biológicos, presentes en un experimento, y el manejo de la instrumentación de medición. Abarca del primero al quinto semestres, y consta de 15 asignaturas de los campos Físico-Matemático y Tecnologías de la Información, cuatro del campo Médico-Biológico, cinco asignaturas integradoras, una optativa del campo de las Humanidades, así como el idioma inglés a lo largo de esta etapa.
- ii) La Etapa Integradora corresponde al sexto semestre. Se caracteriza por seis asignaturas obligatorias, de las cuales dos son del campo Físico-Matemático, tres son integradoras y una del idioma inglés. En esta etapa se promueve la aplicación de la física en el campo Médico-Biológico, como es el caso de la asignatura Interacción de la Radiación con la Materia, donde el estudiante aplica los conocimientos de la propagación de la energía en el tejido biológico, permitiendo así determinar sus consecuencias.
- iii) La Etapa de Profundización está conformada por dos áreas: Física Aplicada a las Ciencias Biológicas y Física Aplicada a las Ciencias Médicas y de la Salud. En ella, el estudiante podrá elegir una de las dos, lo que le permitirá insertarse en un ámbito profesional específico, y crear su propio perfil profesional. Consta de 11 asignaturas, de las cuales seis son de carácter obligatorio, dos obligatorias de elección y tres optativas de elección, y comprende a los semestres séptimo y octavo.

Para el caso en que el estudiante no tenga predilección por alguna de las áreas de profundización, se le permitirá armar su propio perfil de egreso con la aprobación del

Comité Académico, siempre y cuando curse dos asignaturas obligatorias de elección de las cuatro ofrecidas en el plan de estudios, además de las asignaturas obligatorias y optativas que conforman los dos últimos semestres.

Una de las asignaturas obligatorias dentro de esta etapa, es la Práctica Profesional Supervisada, sin carga crediticia. Se puede cursar a partir del séptimo semestre, durante 16 semanas como máximo, que equivalen a 320 horas. Consiste en realizar una estancia en un instituto y/o centro de salud o de investigación en el área biomédica, en organismos reguladores y normativos, en empresas de equipamiento biomédico o de aplicaciones industriales. Para la acreditación de esta asignatura, el estudiante deberá entregar una bitácora de actividades autorizada por responsable de la estancia. Esta actividad constituye una opción de titulación con las características que se definirán más adelante.

Esta licenciatura ofrece una opción técnica profesional en Física de Radiaciones al término del cuarto semestre. Para la obtención del título, el alumno deberá cursar un semestre adicional conformado por un Seminario Técnico Integrador que le permitirá obtener los conocimientos, habilidades y actitudes para insertarse tempranamente en el campo laboral, con una preparación sólida en el área de física de radiaciones de amplio espectro y seguridad radiológica. El Seminario Técnico Integrador se cursa en el quinto semestre, es únicamente para la opción técnica, y cubre un total de 400 horas, de las cuales el 75 por ciento está dedicado a la práctica en laboratorios de la entidad responsable y de las colaboradoras, así como en instituciones de salud.

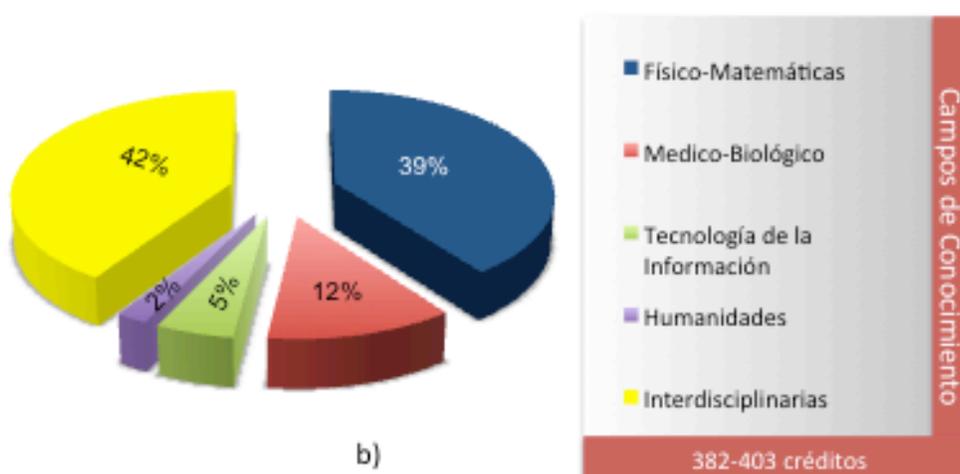
Las actividades que realice el Técnico Profesional en Física de Radiaciones son de primordial importancia en las instituciones en las que se utilicen fuentes de radiación ionizantes, para medidas de protección, manejo adecuado de las fuentes y aplicación de la legislación de seguridad radiológica. Además, en las instituciones de salud apoyarán en el manejo y operación de sistemas de diagnóstico y generación de imágenes médicas, auxiliares en el mantenimiento correctivo de los sistemas y control de calidad y enlace entre la clínica y la empresa proveedora de servicios y productos.

Es importante mencionar que el Técnico Profesional tiene la opción de reintegrarse posteriormente a la licenciatura, apegándose a lo establecido en el Reglamento General de Inscripciones.

Figura 3.1. Etapas de formación (a) y estructura curricular (b)



a)



b)

3.4.1 Descripción de la organización del plan de estudios

En el primer semestre, el estudiante cursará cinco asignaturas. Dos de ellas proporcionan las bases matemáticas, dos son integradoras de los diversos campos del conocimiento que conforman este plan de estudio y una pertenece al idioma inglés. Con las asignaturas integradoras *Introducción a la Física del Cuerpo Humano* y *Metodología de la Física Experimental*, el alumno se iniciará en el proceso de observación y descripción de los fenómenos, tanto físicos como físico-biomédicos, así como en la aplicación de la física en el campo biomédico.

El conjunto de asignaturas del segundo al cuarto semestres está organizado para aportar al estudiante los conocimientos fundamentales de la física y de las matemáticas y se le introduce al campo Médico-Biológico. Además, los talleres experimentales correspondientes a estos semestres lo impulsan a que adquiera, de manera gradual, la capacidad del manejo y comprensión en el funcionamiento de diversos instrumentos de medición, haciendo énfasis en la instrumentación biomédica. El campo de las Tecnologías de la Información está presente en los talleres experimentales y en la asignatura *Algoritmos Computacionales*, para el análisis, procesamiento, graficación de datos y programación computacional.

Específicamente en el cuarto semestre se ofrece una asignatura optativa en el campo de las Humanidades, que refuerza el comportamiento ético que el estudiante debe de tener durante los proyectos experimentales y que deberá mantener durante toda su vida profesional, aspecto que también se aborda y enfatiza a lo largo de su formación profesional.

Como ya se mencionó, al finalizar este semestre el estudiante tiene la oportunidad de elegir una salida técnica que le permitirá ingresar tempranamente al mercado laboral, con un título de Técnico Profesional en Física de Radiaciones. Para ello será necesario que, durante un quinto semestre, curse un Seminario Técnico Integrador específico para esta opción, con un enfoque práctico que lo capacitará como personal de apoyo para el diagnóstico y el tratamiento médico.

Si el estudiante decide continuar sus estudios en la licenciatura, cursará el quinto semestre, en donde se consolida su formación con contenidos de mayor complejidad de los diferentes campos de conocimiento, que lo preparan para iniciar el sexto semestre con temáticas de física aplicada al campo Médico-Biológico.

En el sexto semestre se ofrecen las asignaturas integradoras como Interacción de la Radiación con la Materia, Física del Cuerpo Humano y Bioestadística, además de dos asignaturas de física teórica, que son Termofísica y Electromagnetismo II. Al término de este semestre tendrá las herramientas necesarias para construir su perfil profesional, ya sea mediante la elección de una de las dos áreas de profundización ofrecidas, o bien cursando las asignaturas obligatorias, obligatorias de elección y optativas de elección

establecidas en el plan de estudios, siempre con la orientación de un tutor y la aprobación del Comité Académico.

Los alumnos deberán cursar seis semestres de inglés a partir del nivel con el que ingresen, debiéndose alcanzar un mínimo de B1 del Marco Común Europeo de Referencia (MCER); la calificación será Acreditado-No Acreditado, con valor en créditos, y no afectará su promedio. Sólo deben cursar de manera presencial (con apoyo de las nuevas tecnologías) los dos primeros semestres, cuando su nivel de lengua sea menor al A1 del Marco Común Europeo de Referencia (MCER), que es el nivel básico; los niveles posteriores los cursarán en línea, con tutores virtuales y con un asesor por área del conocimiento. Sólo se incluyen, si así se considera conveniente, sesiones presenciales eventuales de avances de proyectos, cursos de conversación, entre otros.

Los dos últimos semestres corresponden a las dos áreas de profundización: Física Aplicada a las Ciencias Biológicas y Física Aplicada a las Ciencias Médicas y de la Salud, en las que el alumno cursará cinco asignaturas obligatorias, dos obligatorias de elección y tres optativas de elección. En el caso de que tenga interés en los contenidos de ambas áreas, tendrá que elegir las asignaturas como se describió en la sección 3.4.

En este plan de estudios se propone una asignatura obligatoria llamada Práctica Profesional Supervisada, descrita anteriormente. Representa una novedosa opción de titulación, en la que el estudiante estará en contacto continuo con el tutor y al finalizar entregará el reporte de las actividades desarrolladas, enfatizando el impacto social de las mismas. Estos resultados se socializarán en un foro abierto.

3.4.2 Mecanismos de flexibilidad del plan de estudios propuesto

La flexibilidad de este plan de estudios se basa en un modelo de aprendizaje centrado en el alumno, con mecanismos que contemplan aspectos tales como asignaturas integradoras, optativas y dos áreas de profundización, entre otros, lo que permite la construcción de un perfil profesional de acuerdo a los intereses y necesidades de los estudiantes. Este modelo posibilita además la constante actualización del plan de estudios, la cual irá de la mano con los avances científicos y tecnológicos. Durante toda la licenciatura el estudiante podrá interactuar con profesionales y estudiantes de diversas áreas del conocimiento, tanto en asignaturas comunes como en proyectos experimentales, servicio social y práctica profesional supervisada.

Al finalizar el cuarto semestre, el alumno tiene la opción de inscribirse a un Seminario Técnico Integrador, lo cual le posibilitará obtener un título de Técnico Profesional en Física de Radiaciones e insertarse en el campo laboral después de cinco semestres de estudio. Es importante puntualizar que aquellos que obtengan el título de técnico podrán continuar posteriormente con sus estudios de licenciatura, una vez cubiertos los requisitos establecidos.

Al término del sexto semestre, el alumno tiene las herramientas para construir un trayecto personalizado, de acuerdo con sus intereses, lo cual es fundamental en su formación profesional. Esto lo logrará mediante asignaturas obligatorias de elección y optativas de elección.

Un mecanismo de flexibilidad innovador que ofrece este plan de estudios consiste en la asignatura de Práctica Profesional Supervisada que constituye una nueva modalidad de titulación.

Otro aspecto importante es la movilidad que permite que, de acuerdo con los artículos 58, 59 y 60 del Reglamento General de Estudios Universitarios, los alumnos de la Licenciatura de Física Biomédica puedan cursar y acreditar asignaturas o módulos en otras entidades académicas de la propia Universidad cuando los programas de aquéllas sean equivalentes y su valor total en créditos no exceda de 40 por ciento de los que se requieren en el plan de estudios de la licenciatura. El alumno deberá obtener la autorización respectiva de las entidades académicas correspondientes. Además podrá participar en los programas de movilidad estudiantil internacional siempre y cuando cumpla con los requisitos establecidos en dicho programa.

3.4.3 Asignaturas con seriación obligatoria

La seriación obligatoria en este plan de estudios se establece únicamente en los talleres experimentales e Instrumentación Biomédica, ya que en ellos se promueve la integración de los cuatro diferentes campos del conocimiento y se establece un grado de complejidad creciente en el cumplimiento de los objetivos.

Nombre de la asignatura	Asignatura precedente	Asignatura subsecuente
Metodología de la Física Experimental	Ninguna	Medición y Análisis en la Física Experimental
Medición y Análisis en la Física Experimental	Metodología de la Física Experimental	Instrumentación y Calibración
Instrumentación y Calibración	Medición y Análisis en la Física Experimental	Elaboración y Desarrollo de Proyectos Experimentales
Elaboración y Desarrollo de Proyectos Experimentales	Instrumentación y Calibración	Instrumentación Biomédica
Instrumentación Biomédica	Elaboración y Desarrollo de Proyectos Experimentales	Ninguna

3.4.4. Asignaturas con seriación indicativa

Nombre de la asignatura	Asignatura precedente	Asignatura subsecuente
Primer Semestre		
Cálculo Diferencial e Integral I	Ninguna	Cálculo Diferencial e Integral II
Álgebra	Ninguna	Geometría Analítica I
Inglés (Primer Semestre)	Ninguna	Inglés (Segundo Semestre)
Segundo Semestre		
Mecánica Vectorial	Ninguna	Fenómenos Colectivos
Cálculo Diferencial e Integral II	Cálculo Diferencial e Integral I	Cálculo Avanzado
Geometría Analítica I	Álgebra	Álgebra Lineal
Bioquímica	Ninguna	Morfofuncional I
Inglés (Segundo Semestre)	Inglés (Primer Semestre)	Inglés (Tercer Semestre)
Tercer Semestre		
Fenómenos Colectivos	Mecánica Vectorial	Electromagnetismo I
Cálculo Avanzado	Calculo Diferencial e Integral II	Ecuaciones Diferenciales I
Álgebra Lineal	Geometría Analítica I	Ecuaciones Diferenciales I
Morfofuncional I	Bioquímica	Morfofuncional II
Inglés (Tercer Semestre)	Inglés (Segundo Semestre)	Inglés (Cuarto Semestre)
Cuarto Semestre		
Electromagnetismo I	Fenómenos Colectivos	Óptica Intr. a la Física Cuántica
Ecuaciones Diferenciales I	Cálculo Avanzado Álgebra Lineal	Matemáticas Avanzadas
Morfofuncional II	Morfofuncional I	Anatomía Radiológica
Inglés (Cuarto Semestre)	Inglés (Tercer Semestre)	Inglés (Quinto Semestre)

Quinto Semestre		
Óptica	Electromagnetismo I	Electromagnetismo II
Intr. a la Física Cuántica	Electromagnetismo I	Interacción de la Radiación con la Materia Mecánica Cuántica
Matemáticas Avanzadas	Ecuaciones Diferenciales I	Ninguna
Anatomía Radiológica	Morfofuncional II	Física del Cuerpo Humano
Inglés (Quinto Semestre)	Inglés (Cuarto Semestre)	Inglés (Sexto Semestre)
Sexto Semestre		
Electromagnetismo II	Óptica	Ninguna
Interacción de la Radiación con la Materia	Introducción a la Física Cuántica	Instrumentación Biomédica
Física del Cuerpo Humano	Anatomía Radiológica	Ninguna
Inglés (Sexto Semestre)	Inglés (Quinto Semestre)	Ninguna
Séptimo Semestre		
Mecánica Cuántica	Introducción a la Física Cuántica	Ninguna
Instrumentación Biomédica	Interacción de la Radiación con la Materia	Imagenología Biomédica
Octavo Semestre		
Imagenología Biomédica	Instrumentación Biomédica	Ninguna

CUADRO RESUMEN**Asignaturas**

Total de Asignaturas	Obligatorias	Obligatorias de Elección	Optativas (Humanidades)	Optativas de Elección	Teóricas	Prácticas	Teórico-Prácticas
47	41	2	1	3	16-19	7	21-24

Créditos

Total de Créditos	Obligatorios	Obligatorios de Elección	Optativos (Humanidades)	Optativos de Elección	Teóricos	Prácticos	Teórico-Prácticos
382-403	351	15-21	4	12-27	152-176	24	194-221

Horas

Total de Horas	Obligatorias	Obligatorias de Elección	Optativas (Humanidades)	Optativas de Elección	Teóricas	Prácticas	Teórico-Prácticas
4048-4288	3776	144-192	32	96-288	1312-1408	704	2032-2320

3.4.6 Mapa Curricular

ETAPAS
BÁSICA
INTEGRADORA
DE PROFUNDIZACIÓN

CAMPOS DE CONOCIMIENTO
Físico-Matemático
Médico-Biológico
Tecnologías de la Información
Humanidades
Dos o más campos de conocimiento
Inglés

Primer semestre			
Denominación de la asignatura	Horas		Créditos
	Teóricas	Prácticas	
Introducción a la Física del Cuerpo Humano	4	2	10
Metodología de la Física Experimental	2	4	8
Cálculo Diferencial e Integral I	5	4	14
Álgebra	3	2	8
Inglés	0	4	4

Segundo semestre			
Denominación de la asignatura	Horas		Créditos
	Teóricas	Prácticas	
Mecánica Vectorial	6	0	12
Medición y Análisis en la Física Experimental	2	4	8
Cálculo Diferencial e Integral II	5	4	14
Geometría Analítica I	3	2	8
Bioquímica	4	0	8
Inglés	0	4	4

Tercer semestre			
Denominación de la asignatura	Horas		Créditos
	Teóricas	Prácticas	
Fenómenos Colectivos	6	0	12
Instrumentación y Calibración	2	4	8
Cálculo Avanzado	6	4	16
Álgebra Lineal	3	2	8
Morfofuncional I	4	0	8
Inglés	0	4	4

Cuarto semestre			
Denominación de la asignatura	Horas		Créditos
	Teóricas	Prácticas	
Electromagnetismo I	6	0	12
Elaboración y Desarrollo de Proyectos Experimentales	2	4	8
Algoritmos Computacionales	2	2	6
Ecuaciones Diferenciales I	3	2	8
Morfofuncional II	3	0	6
Optativa (Humanidades)	2	0	4
Inglés	0	4	4

Quinto semestre			
Denominación de la asignatura	Horas		Créditos
	Teóricas	Prácticas	
Óptica	6	0	12
Introducción a la Física Cuántica	6	0	12
Física Computacional	4	2	10
Matemáticas Avanzadas	4	2	10
Anatomía Radiológica	3	0	6
Inglés	0	4	4

Sexto semestre			
Denominación de la asignatura	Horas		Créditos
	Teóricas	Prácticas	
Electromagnetismo II	6	0	12
Interacción de la Radiación con la Materia	6	0	12
Termodinámica	6	0	12
Bioestadística	2	1	5
Física del Cuerpo Humano	4	2	10
Inglés	0	4	4

Séptimo semestre			
Denominación de la asignatura	Horas		Créditos
	Teóricas	Prácticas	
Mecánica Cuántica	6	0	12
Instrumentación Biomédica	2	4	8
Obligatoria de Elección	3-6	0	6-12
Obligatoria de Elección	3	3	9
Introducción a la Oncología	3	0	6

Octavo semestre			
Denominación de la asignatura	Horas		Créditos
	Teóricas	Prácticas	
Seguridad Radiológica	3	3	9
Imagenología Biomédica	3	3	9
Optativa de Elección	2-3	0-3	4-9
Optativa de Elección	2-3	0-3	4-9
Optativa de Elección	2-3	0-3	4-9

OPTATIVAS		
Humanidades	Ciencias Médicas y de la Salud	Ciencias Biológicas
Historia y Filosofía del Pensamiento Científico	Radiobiología	Dinámica de Biofluidos
Ciencia, Tecnología y Sociedad	Física de la Resonancia Magnética	Biomateriales
Filosofía de la Tecnología	Física del Ultrasonido Médico	Biofotónica
Filosofía de la Ciencia	Reconstrucción de Imágenes Biomédicas	Electrofisiología
Las Relaciones Interpersonales en el Ambiente Hospitalario	Biosensores	Ecuaciones Diferenciales Parciales
México Nación Multicultural	Física de la Radioterapia	Aplicaciones de la Histología en la Neuropatología
Bioética	Física de la Medicina Nuclear	Teoría Celular
	Física del Radiodiagnóstico	Introducción a la Antropología Física y Forense
	Garantía de Calidad de Equipos de Rayos X	Epigenética
	Temas Selectos en Instrumentación Biomédica	Genómica Viral
	Temas Selectos en Física de la Terapia Médica	Fisiopatología de la Hiperexcitabilidad Neuronal
	Temas Selectos en Física del Diagnóstico Médico	Temas Selectos en Física Biológica
		Temas Selectos en Biofísica
		Temas Selectos en Cómputo de Alto Desempeño
		Temas Selectos en Biomatemáticas
		Termodinámica y Sistemas Biológicos

Opción Técnica Profesional Técnico en Física de Radiaciones			
Denominación de la asignatura	Horas		Créditos
	Teóricas	Prácticas	
Seminario Técnico Integrador	5	20	30

Seriación obligatoria →
 Seriación indicativa →

Áreas de Profundización Séptimo semestre	
Ciencias Médicas y de la Salud	Ciencias Biológicas
Sistemas Híbridos en Biomedicina	Física Biológica
Dosimetría	Sistemas Dinámicos de la Fisiología

Séptimo u octavo semestre			
Denominación de la asignatura	Horas		Créditos
	Teóricas	Prácticas	
Práctica Profesional Supervisada	0	20	0

PENSUM ACADEMICO	4048-4288
TOTAL DE ASIGNATURAS	47
TOTAL DE HORAS TEÓRICAS	1312-1408
TOTAL DE HORAS PRÁCTICAS	704
TOTAL DE HORAS TEÓRICO-PRÁCTICAS	2032-2320
TOTAL DE CRÉDITOS	382-403
PENSUM ACADEMICO PARA LA OPCIÓN TÉCNICA	2464

3.5 REQUISITOS

3.5.1 Requisitos de ingreso

La Licenciatura de Física Biomédica es de ingreso directo. Para ingresar a ella, los estudiantes deberán haber cubierto los requisitos establecidos en los artículos 2º, 4º y 8º del Reglamento General de Inscripciones (RGI) de la UNAM vigente.

Es recomendable, para todos los alumnos, haber cursado el área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías en el bachillerato, o el conjunto de asignaturas relacionadas, con estos campos de conocimiento en el Colegio de Ciencias y Humanidades, o en otros planes de estudio de educación media superior, con los conocimientos, habilidades y actitudes mencionadas en el perfil de ingreso deseable.

3.5.2 Requisitos extracurriculares y prerrequisitos

No se contempla establecer requisitos extracurriculares ni prerrequisitos.

3.5.3 requisitos de permanencia

Para permanecer en la licenciatura, el estudiante deberá cumplir los requisitos aplicables establecidos por los Artículos 22, 23, 24 y 25 del Reglamento General de Inscripciones de la UNAM vigentes

3.5.4 Requisitos de egreso

Los alumnos deberán cumplir con los siguientes requisitos de egreso:

- Haber cursado y aprobado el total de las asignaturas y créditos contemplados en el plan de estudios registrado en la Dirección General de Administración Escolar.
- Con fundamento en los artículos 4º y 5º Constitucionales, deberá cumplir con el Servicio Social y cumplido con lo señalado en el plan de estudios, y los demás requisitos establecidos en la Legislación Universitaria.

3.5.5 Requisitos de titulación

Para obtener el título profesional, el alumno deberá cumplir con lo señalado en el Reglamento General de Estudios Universitarios, en el Reglamento General de Servicio Social y en el Reglamento General de Exámenes de la Universidad Nacional Autónoma de México, que establecen lo siguiente:

Haber aprobado el 100% de los créditos que se establecen en el plan de estudios y el número total de asignaturas obligatorias y optativas en su rango mínimo y máximo señalado en cada una de las áreas de profundización.

Tener acreditado el Servicio Social (Artículo 68 del RGEU), que obtendrá una vez que haya cubierto al menos 480 horas de servicio social, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento General del Servicio Social de la Universidad Nacional Autónoma de México. Podrá iniciarse al tener un mínimo del 70% de los créditos.

El procedimiento para la titulación en esta licenciatura se sujetará a las condiciones establecidas por el Reglamento General de Exámenes de la UNAM y a lo dispuesto por el Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias sobre las opciones de titulación.

Las modalidades de titulación de esta licenciatura comprenden doce opciones:

1. Titulación mediante tesis y examen profesional
2. Titulación por actividad de investigación
3. Titulación por seminario de tesis o tesina
4. Titulación mediante examen general de conocimientos
5. Titulación por actividad de apoyo a la docencia
6. Titulación por trabajo profesional
7. Titulación por totalidad de créditos y alto nivel académico
8. Titulación mediante estudios en posgrado
9. Titulación por servicio social
10. Titulación por ampliación y profundización de conocimientos
11. Titulación por apoyo a la divulgación
12. Titulación por práctica profesional supervisada

Título de Técnico Profesional en Física de Radiaciones

Para obtenerlo, el alumno deberá cumplir con lo señalado en el Reglamento General de Estudios Universitarios (Artículo 67) y con el Reglamento General de Servicio Social de la Universidad Nacional Autónoma de México, que establece lo siguiente: prestar el servicio social durante un tiempo no menor de seis meses, cubriendo al menos 480 horas.

4. SÍNTESIS DEL PROCESO DE IMPLANTACIÓN, EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS DEL PLAN DE ESTUDIOS

El carácter interdisciplinario del Proyecto de Plan de Estudios de la Licenciatura de Física Biomédica implica una estrecha relación entre los diferentes campos de conocimiento involucrados: Físico-Matemático, Médico-Biológico, Tecnologías de la Información y Humidades, por lo que su implantación requiere tanto de la participación activa de las distintas

áreas que se desarrollan en la Facultad de Ciencias, como de la colaboración de la Facultad de Medicina y de los centros e institutos de investigación relacionados con esta licenciatura que se propone.

Este plan de estudios entrará en vigor en el siguiente ciclo escolar lectivo posterior a la fecha en el que haya sido aprobado por el H. Consejo Universitario. Dado que la gran mayoría de las asignaturas correspondientes a este plan de estudios está orientada a las aplicaciones de la física en el área biomédica, corresponderá al Departamento de Física de la Facultad de Ciencias la coordinación y administración de las actividades académicas. La estructura académico-administrativa del plan de estudios estará sustentada en un Comité Académico presidido por el coordinador de esta licenciatura y conformado por representantes de las entidades académicas colaboradoras. El coordinador de la licenciatura será el responsable de que se realicen todas las gestiones correspondientes al ingreso, permanencia, egreso y titulación de los estudiantes, así como de lo referente a la atención de estudiantes, tutores y profesores.

Considerando la atención que se requiere brindar para el desarrollo de proyectos en las asignaturas experimentales de los primeros semestres, el número de estudiantes que ingresará en la primera generación será de 24, y podrá incrementarse para futuras generaciones en términos del crecimiento de los recursos e infraestructura de la Facultad de Ciencias.

Actualmente, se cuenta con los recursos financieros, la infraestructura (aulas, laboratorios, talleres experimentales, biblioteca), equipamiento, personal académico de tiempo completo y profesores de asignatura de que dispone la Facultad de Ciencias, por lo que la viabilidad de la implantación del plan de estudios está plenamente sustentada. Asimismo, las entidades que colaboran en la implantación de este plan de estudios, aportarán recursos humanos, aulas y laboratorios especializados para la impartición de algunas de las asignaturas, así como permitirán el uso de sus salas de cómputo, biblioteca y hemeroteca.

Con el objetivo de dar a conocer a la comunidad estudiantil y académica las características de este plan de estudios, se diseñará un programa de información y difusión que incluirá entre otras actividades: la organización de sesiones informativas dirigidas a estudiantes y profesores, la emisión de una convocatoria dirigida a los estudiantes del ciclo escolar inmediato anterior, la elaboración de un folleto informativo que será ampliamente distribuido y la presentación de la licenciaturas en foros dedicados a la orientación vocacional.

La Facultad de Ciencias establecerá los convenios necesarios para que los estudiantes realicen la Práctica Profesional Supervisada en las instituciones del sector salud o dependencias relacionadas con el quehacer profesional del físico biomédico.

La planta docente responsable de la impartición de las diferentes asignaturas del plan de estudios propuesto, estará constituida principalmente por la planta académica de la Facultad de Ciencias y las entidades colaboradora. Sin embargo, con el propósito de fortalecer la planta de profesores, se fomentará la participación, como docentes, de investigadores de los institutos y centros cuyas áreas de interés se encuentre, relacionadas con esta licenciatura, de forma que

cada asignatura sea impartida por un docente que cumpla con el perfil profesiográfico establecido. Se organizarán academias de profesores por asignatura, cuyas tareas serán: discutir el programa de la asignatura, su implementación y los métodos de enseñanza; sugerir material y equipo necesario para el buen funcionamiento o mejoramiento de los proyectos que se desarrollen; y diseñar métodos de evaluación que permitan mejorar la labor docente.

Es importante mencionar que con base en los conocimientos, habilidades, actitudes y valores necesarios para llevar a cabo un desempeño docente de calidad, y acorde al perfil profesional del egresado del plan de estudios, el personal docente deberá cumplir con las siguientes características:

- Tener un dominio actualizado de su campo de conocimiento y saberes fundamentales relacionados con otras disciplinas, que impulsen la formación del estudiante para una práctica profesional autónoma, acorde con el perfil de egreso y el perfil profesional.
- Utilizar la metodología científica y sustentar la práctica docente y profesional, con la mejor evidencia disponible, para promover el pensamiento lógico, el desarrollo del juicio crítico del estudiante y su aplicación en la toma de decisiones.
- Poseer el conocimiento de la psicología y de la pedagogía individual y de grupo para desempeñarse de una manera eficiente en el ámbito académico de la física con aplicaciones en la biología y la medicina, lo cual contribuye al aprendizaje significativo del estudiante. Promueve el deseo de saber y el trabajo en equipo para el estudio de los problemas del entorno, sin descuidar el conocimiento ético, y muestra la capacidad para incorporarse a múltiples ambientes de aprendizaje. Conoce los contenidos disciplinares y el modo como esos contenidos pueden tener sentido para el estudiante.
- Ser capaz de establecer una comunicación interpersonal efectiva en el contexto de la práctica de la física biomédica, con lo cual propician el desarrollo y el fortalecimiento de las habilidades de comunicación verbal y no verbal de los estudiantes.
- Realizar un ejercicio docente basado en el conocimiento de las necesidades institucionales y en el cumplimiento de la misión, las normas y los programas académicos del plan de estudios de la Licenciatura de Física Biomédica.
- Observar actitudes y valores éticos que, en su conjunto, proporcionen una formación humanística integral y un modelo para el alumno. Favorece en él un espacio para aprender a convivir, desarrollar una actitud académica de respeto mutuo y de placer en el aprendizaje.

En lo que a evaluación se refiere se aplicará un examen diagnóstico a los alumnos de nuevo ingreso con el apoyo de la Dirección General de Evaluación Educativa (DGEE) de la UNAM, para detectar sus conocimientos y habilidades, estilos de aprendizaje, actitudes, intereses y expectativas, y con ello desarrollar actividades propedéuticas que contribuyan a que tengan un mejor desempeño, con base en lo establecido en la Legislación Universitaria. De esta manera, se llevará a cabo la planeación de las actividades indicadas para reforzar los conocimientos o mejorar el nivel académico de aquellos estudiantes que así lo requieran. Respecto a otros factores que inciden en el desempeño de los estudiantes, se solicitará el apoyo de la Dirección

General de Orientación y Servicios Educativos (DGOSE) de la UNAM para evaluar dichos aspectos, estableciendo los indicadores acordes con esta licenciatura.

Los perfiles intermedios serán evaluados desde un enfoque diagnóstico, y considerarán el esquema del plan de estudios que se propone, en sus diferentes modalidades. Por medio de instrumentos de evaluación aplicados de manera continua creados para dicho fin –exámenes, tareas, proyectos experimentales, entre otras–, será factible identificar las fortalezas y las áreas de oportunidad que se llegaran a presentar y realizar los ajustes pertinentes, detectando a aquellos alumnos con alto riesgo de fracaso escolar. Este enfoque diagnóstico conlleva la aplicación de un instrumento para conocer la opinión de los estudiantes y los profesores respecto a lo planteado en los programas de estudio y a lo estipulado en el plan de estudios versus lo que ocurre en los espacios de enseñanza. El análisis de los resultados en estas etapas intermedias les proporcionará a los responsables la posibilidad de brindar orientación a los estudiantes respecto de su progreso y, además, evaluar constantemente el plan de estudios.

Al ingreso de los alumnos a la Licenciatura de Física Biomédica, se llevará a cabo un análisis de los datos proporcionados por la DGAE (promedio del bachillerato, puntaje obtenido en el concurso de selección, en su caso), con el fin de detectar factores de riesgo que pudieran influir en su desempeño a lo largo de sus estudios profesionales. De la misma manera, se realizará un análisis del avance escolar de los alumnos al término del cuarto semestre de la licenciatura, indispensable para comprender fenómenos relacionados con el progreso escolar, el abandono y la reprobación, y que permita orientar las acciones encaminadas a solucionar a tiempo los problemas más frecuentes.

Se solicitará apoyo a la Dirección General de Servicios Médicos de la UNAM para la aplicación del Examen Médico Automatizado (EMA) a los estudiantes de primer ingreso, el cual explora los factores de riesgo que influyen en su salud. Este examen proporcionará información valiosa respecto de su estado físico y mental, y el análisis de sus resultados permitirá identificar las áreas de intervención prioritarias e implementar programas de salud integral.

Con los datos obtenidos por medio del examen diagnóstico de ingreso, el realizado por la DGAE, y el EMA, se obtendrán parámetros confiables de evaluación que apoyarán el seguimiento de la trayectoria escolar.

El plan de estudios de la Licenciatura de Física Biomédica contempla, en sus dos primeros semestres, la impartición de las asignaturas Cálculo Diferencial e Integral I y Cálculo Diferencial e Integral II, las cuales pueden convalidarse con sus equivalentes en el plan de estudios de la Licenciatura en Física que se imparte en la Facultad de Ciencias. Para esta última licenciatura, ambas asignaturas presentan un alto índice de reprobación. Así pues, a partir de la implantación del plan de estudios de la Licenciatura de Física Biomédica, deberá realizarse un seguimiento estrecho a todas las asignaturas, poniendo especial atención a las dos antes mencionadas. Se registrarán los resultados obtenidos en las diferentes asignaturas para que, a partir de estos, se evalúen los aspectos pedagógicos de aquellas que resulten con mayor índice de reprobación.

Además, se plantea llevar a cabo estudios analíticos que permitan conocer las causas de la reprobación y establecer acciones que conduzcan a mantener una alta eficiencia terminal. Dependiendo de las conclusiones de estos estudios, algunas de las acciones que se implementarán son las siguientes: la actualización de los profesores tanto en temas relacionados con la disciplina como con la didáctica ésta, talleres de asesoría dirigidos a los estudiantes y cursos intersemestrales.

Ya que un problema generalizado en la instituciones académicas lo constituyen el abandono y el rezago escolar, los cuales son más notorios durante el primer año, es importante planear un mecanismo eficiente de seguimiento que no solamente proporcione los índices de abandono por asignatura en cada ciclo escolar, sino que además proporcione información sobre sus causas (calificaciones no satisfactorias, expectativas no cumplidas, problemas con los horarios de clase, problemas económicos, entre otros), con el propósito de aplicar medidas preventivas tales como la creación de un programa de tutorías eficaz y pertinente, el establecimiento de un sistema de apoyo psicopedagógico y la información a los estudiantes sobre los diversos programas de becas.

El plan de estudios propuesto tiene un carácter interdisciplinario y se abordan dos áreas de profundización, en las cuales existe una estrecha relación entre la física, las matemáticas y las ciencias biomédicas. Con la finalidad de llevar a cabo el análisis del estado actual y de las tendencias futuras de estos campos de conocimiento, se propone la realización periódica de foros de discusión en los que profesores, investigadores y estudiantes participen expresando su opinión sobre estos temas. Estos foros permitirán, además, la actualización sobre los temas de interés general y los avances y descubrimientos relacionados con las disciplinas involucradas en este plan de estudios

Los criterios de evaluación del personal académico para su ingreso, permanencia y promoción que utilice la Facultad de Ciencias, serán los aprobados por su propio H. Consejo Técnico, apegado a la Legislación Universitaria vigente. Además, se aplicarán otros parámetros de evaluación del desempeño docente, que permitan estimar el cumplimiento de los objetivos académicos por el profesor y los logros del aprendizaje de los alumnos. Para esto, se solicitará la asesoría, capacitación y asistencia técnica de la Dirección General de Evaluación Educativa de la UNAM, en particular respecto a los rubros de evaluación del desempeño de los docentes, evaluación del aprendizaje –desarrollo y aplicación de exámenes-, encuestas de opinión que se aplicarán a alumnos y profesores, y estudios de los índices de aprobación de las asignaturas.

La evaluación de la investigación se realizará registrando la participación de los alumnos en los proyectos de investigación que se realicen en la Facultad de Ciencias, las entidades colaboradoras, el sector empresarial y las instituciones o dependencias del sector salud en las que se desarrolle la práctica profesional. Se considerarán los resultados obtenidos, los trabajos presentados en congresos y las publicaciones en revistas indexadas nacionales e internacionales en el ámbito de la física y las ciencias biomédicas. Es importante recalcar que la evaluación deberá determinar la relación indispensable que debe existir entre la docencia y la investigación.

La evaluación de la vinculación se realizará considerando el número de convenios que se establezcan con otras instituciones educativas y de investigación, con el sector salud y el sector empresarial, todos ellos relacionados con las actividades profesionales del licenciado en Física Biomédica.

Dado que el personal académico constituye uno de los pilares fundamentales en el cumplimiento de los objetivos, propósitos e ideales del plan de estudios su formación disciplinaria, su formación pedagógica y su continua actualización determinarán el éxito de la aplicación de los programas de enseñanza. Así pues, se propone la planeación, implantación y evaluación de un programa de superación y actualización que se fundamente en los datos aportados de la evaluación del desempeño docente y que cumpla con los siguientes objetivos:

- Formar profesores para la Licenciatura de Física Biomédica con el dominio de las habilidades, actitudes y conocimientos sobre el quehacer docente, centrado en la persona, con alto compromiso social y ético, el cual será capaz de fortalecer la excelencia académica de la UNAM mediante la aplicación de referentes teóricos, metodológicos e instrumentales.
- Diseñar e implementar actividades académicas que proporcionen a los profesores los elementos teóricos y metodológicos que apoyen el proceso educativo dentro y fuera del aula y que permitan mejorar la enseñanza, el aprendizaje y la interrelación del profesor con los alumnos, con el fin de elevar el nivel educativo de los egresados.
- Establecer mecanismos para la realización de reuniones del claustro académico de la Licenciatura de Física Biomédica, que permitan la discusión de los objetivos de las asignaturas, el programa y la metodología educativa aplicada.
- Actualizar a los profesores en el campo disciplinario, de forma que conozcan el estado del arte de la investigación en las aplicaciones de la física en las ciencias biomédicas.

Cabe mencionar que la Facultad de Ciencias brindará al personal académico la posibilidad de interaccionar constantemente con licenciaturas relacionadas con los campos de conocimiento que integran a la Licenciatura de Física Biomédica, enriqueciendo su formación docente y fortaleciendo la integración de la docencia con la investigación, con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje y, por tanto, elevar el nivel educativo de sus estudiantes.

Cada semestre, el coordinador de la licenciatura deberá consultar a los profesores sobre las necesidades específicas de su asignatura, de forma que pueda ser impartida en las mejores condiciones.

Asimismo, la Facultad de Ciencias y las entidades colaboradoras poseen bibliotecas con un gran acervo, una organización eficiente y personal profesional que opera y supervisa su funcionamiento y ofrece orientación, asesoría y capacitación a los usuarios. Sin embargo, el acervo actual deberá incrementarse continuamente con el objetivo de mantenerlo actualizado en los temas que aborda la Licenciatura de Física Biomédica. Así pues, se diseñarán estrategias que conduzcan a la adquisición y suscripción de materiales congruentes con la actividad académica para localizar y recuperar información. En lo general, las entidades colaboradoras

poseen la tecnología informática requerida para consultar y recuperar información y cuentan con los mecanismos para que los estudiantes tengan acceso a acervos bibliográficos amplios y actualizados.

El seguimiento de los egresados de la Licenciatura de Física Biomédica lo realizará la Facultad de Ciencias con el apoyo de la Dirección General de Evaluación Educativa, lo que permitirá no sólo conocer su ubicación en el campo laboral, sino también su opinión y grado de satisfacción con relación al plan de estudios. De igual forma, permitirá conocer la opinión de los empleadores y la congruencia de la preparación académica con el perfil del egresado.

Los contenidos de los programas de las asignaturas serán actualizados anualmente, a través de una actividad colegiada, en la que se analizarán los objetivos, los contenidos temáticos, la bibliografía básica y complementaria, así como sugerencias didácticas y de evaluación, tomando en consideración los avances en las disciplinas involucradas en la Licenciatura de Física Biomédica, así como la evolución y perspectiva del mercado laboral. En estas evaluaciones periódicas, también deberá considerarse el análisis estadístico de los índices de aprobación, el abandono escolar y la eficiencia terminal.

De la misma manera, se aplicarán encuestas periódicamente a profesores y estudiantes, con la finalidad de conocer su opinión acerca de estos programas, lo cual redundará en el fortalecimiento del plan de estudios.