



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROYECTO DE CREACIÓN
DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA
EN INGENIERÍA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA
ENTIDAD RESPONSABLE

FACULTAD DE MEDICINA
ENTIDAD PARTICIPANTE

**TÍTULO QUE SE OTORGA:
INGENIERO (A) EN SISTEMAS BIOMÉDICOS**

FECHA DE APROBACIÓN DEL CONSEJO TÉCNICO: 9 DE MAYO DE 2014

**FECHA DE APROBACIÓN DEL CONSEJO ACADÉMICO DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS FÍSICO-
MATEMÁTICAS Y DE LAS INGENIERÍAS: 29 DE OCTUBRE DE 2014**

FECHA DE APROBACIÓN DEL CONSEJO UNIVERSITARIO: _____

RESUMEN EJECUTIVO

1	PRESENTACIÓN	2
1.1	Antecedentes	3
2	FUNDAMENTACIÓN DEL PLAN	4
3	METODOLOGÍA	7
4	PLAN DE ESTUDIOS	8
4.1	Objetivos del plan de estudios	8
4.2	Perfiles	9
4.2.1	De ingreso	9
4.2.2	De egreso	9
4.2.3	Perfil profesional	11
4.3	Duración de los estudios, total de créditos y de asignaturas	11
4.4	Estructura del plan de estudios	12
4.5	Mecanismos de flexibilidad	14
4.6	Seriación	15
4.7	Mapa curricular	16
4.8	Requisitos	19
4.8.1	De ingreso	19
4.8.2	Extracurriculares y prerrequisitos	20
4.8.3	De permanencia	20
4.8.4	De egreso	20
4.8.5	De titulación	20
5	CONDICIONES PARA LA IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS	20
5.1	Recursos humanos	20
5.2	Infraestructura	21
6	EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS	22
	REFERENCIAS	24

1 PRESENTACIÓN

La Facultad de Ingeniería de la UNAM es la institución con la tradición más rica en la formación de ingenieros en el continente americano. Con una matrícula actual de 14 mil alumnos de licenciatura en doce carreras y un millar de estudiantes en cuatro programas de posgrado. Anualmente, la Facultad titula a más de 1,000 ingenieros y gradúa a más de 200 especialistas y maestros, y del orden de 40 doctores en Ingeniería.

Han pasado décadas en las que los ingenieros han adaptado sus conocimientos al área médica, mediante capacitación externa e incluso autodidacta para cubrir la necesidad de trabajar con equipo y personal médico, de manera que la creación de la licenciatura de Ingeniería en Sistemas Biomédicos, solidificará las posibilidades de que el egresado sea capaz de satisfacer dichas necesidades con carácter holístico.

Gran parte de la investigación y de las innovaciones tecnológicas en el mundo se dan en el campo de la medicina, es por ello que se dice que algunos de los principales indicadores del desarrollo de un país es la salud de su población, la infraestructura médica con la que cuente, la innovación, el desarrollo y la facilidad de acceso que tenga toda la población a los servicios de salud.

El concepto de Ingeniería en Sistemas Biomédicos se diferencia del concepto de Ingeniería Biomédica fundamentalmente en que la primera no incluye los aspectos de biología e ingeniería celular y de tejidos, que es el área principal de estudio de la Ingeniería Biomédica en el mundo.

La Ingeniería en Sistemas Biomédicos desempeñará un papel importante dentro del Sector Salud Nacional (público y privado), y propiciará el desarrollo tecnológico de los dispositivos médicos y la incorporación de la logística, administración o planeación. Asimismo, repercutirá en el sector industrial (industria de tecnología biomédica), donde podrán generarse empresas que satisfagan necesidades que actualmente cubren las importaciones, por citar algún ejemplo.

Los ingenieros en sistemas biomédicos egresados de la Facultad de Ingeniería deberán ser útiles a la sociedad desarrollando tecnología que permita realizar diagnósticos más acertados, brindar herramientas para facilitar la vida de las personas con alguna discapacidad física, innovar equipo que haga más fácil, preciso y eficiente el trabajo del personal médico, supervisar la correcta operación y el desempeño de la tecnología médica, optimizar la distribución de servicios médicos. Todo esto a través de tecnologías de control de precisión, robótica, desarrollo de software y diseño; pero sobre todo, un conocimiento real y profundo del funcionamiento del cuerpo humano y de las necesidades del médico, del paciente y del sistema de salud del país.

Las necesidades del país en las que este ingeniero tendrá un papel fundamental en su solución, se pueden resumir en los siguientes grupos:

- Investigación e innovación en tecnología médica
- Desarrollo de la industria médica
- Mejora de servicios y equipos biomédicos

1.1 Antecedentes

Antecedentes de la Ingeniería en Sistemas Biomédicos en la UNAM

En la UNAM se cuenta con institutos y facultades que facilitan la generación de proyectos o líneas de investigación tan variadas como el mismo tinte pluricultural que tiene esta institución. En los institutos de Física, de Investigaciones Biomédicas y de Fisiología Celular, por nombrar algunos, cuentan con líneas de investigación tales como instrumentación biomédica, ingeniería molecular de biomateriales (biopolímeros), procesamiento de imágenes, micromecánica para tecnologías médicas, caracterización y síntesis de biomateriales, entre otros. Las facultades de Ingeniería, Ciencias, Derecho, Administración, Medicina, Química, Arquitectura, y de Estudios Superiores de Cuautitlán, tienen en conjunto más de 40 proyectos cuyos temas principales son biomecánica, biomateriales, biomecatrónica, instrumentación biomédica, informática médica, imagenología, logística hospitalaria, diseño de equipo médico, bioética, regulación y normatividad, entre otros.

Las tesis publicadas hasta abril del 2013 en la UNAM, relacionadas con los Sistemas Biomédicos son 380 y se distribuyeron en las siguientes áreas: 37 en Logística Hospitalaria, 51 de Biomecánica, 24 de Biomateriales, 88 de Instrumentación Biomédica, 10 en Control, 4 en Educación, 71 sobre Diseño, 6 de Sociales (ética), 9 de Imagenología, 59 de Informática Médica y 21 de Instalaciones Hospitalarias. [1]

En la Facultad de Ingeniería desde hace más de veinte años se han realizado proyectos relacionados con la Ingeniería en Sistemas Biomédicos. Para indicar algunos ejemplos se mencionan los siguientes: en el Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica (CDMIT) y el Departamento de Ingeniería Mecatrónica se han diseñado bomba de drenado gástrico, esterilizador con control microcomputarizado para uso hospitalario, sistema para lavado y entalcado de guantes quirúrgicos, prótesis infrarrotuliana, sistema de respiración para terapia intensiva, incubadora para bebés en terapia intensiva, y se cuenta con las líneas de investigación y desarrollo tecnológico en ingeniería para el bienestar y de diseño de prótesis mecatrónicas inteligentes. En la Unidad de Investigación y Asistencia Técnica en Materiales (UDIATEM) se ha realizado diseño de implantes protésicos para cadera, rodilla y columna vertebral y se cuenta con las líneas de investigación en caracterización de biomateriales y de biomecánica de la marcha. En la División de Ingeniería Eléctrica se han realizado proyectos en las áreas de imagenología médica, procesamiento de señales biológicas y caracterización de sensores.

Desde el año 2001 se cuenta con el módulo terminal de Ingeniería Biomédica en las licenciaturas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Mecánica y en Computación.

2 FUNDAMENTACIÓN DEL PLAN

En el “Programa Sectorial de Salud 2007-2012” se manifiestan como las estrategias para mejorar el servicio de salud en el país *el financiamiento y establecimiento de políticas para la renovación y mantenimiento de equipo médico mediante el desarrollo de áreas de ingeniería biomédica en las unidades de atención a la salud* [2].

Por otro lado en el “Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012” se menciona que se destinarán recursos para *asegurar recursos humanos, equipamiento, infraestructura y tecnologías de la salud*, con el objetivo de mejorar la calidad de los servicios hospitalarios. Además, con el fin de ampliar la cobertura de servicios de salud se invertirá en unidades móviles y el impulso a la telemedicina; esta última requerirá de ingenieros en el área [3]. En el “Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018” se continúa con el enfoque, mediante la estrategia 2.3.4 *Garantizar el acceso efectivo a servicios de salud de calidad. Instrumentar mecanismos que permitan homologar la calidad técnica e interpersonal de los servicios de salud y Desarrollar y fortalecer la infraestructura de los sistemas de salud y seguridad social públicos* [4].

El Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC), en su Programa de Acción Específico 2007-2012 sobre “Gestión de Equipo Médico”[5], aborda los problemas referentes al equipo médico en México, el poco personal especializado que los manipula, mantiene y gestiona, por lo que plantea retos a la comunidad y al país en general para la formación de recursos humanos especializados y capacitados en gestión, diseño, mantenimiento de equipo médico de hospitales tanto públicos como privados.

Por otra parte en la Norma Oficial Mexicana, NOM-240-SSA1-2012 Instalación y operación de la tecnología, en su disposición 6.5, se solicita la intervención de profesionales en el área biomédica para la tecnovigilancia: *Los centros institucionales deben contar con un responsable de tecnovigilancia que deberá ser un profesional de la salud en el campo de la química, medicina, farmacia o ingeniería biomédica...*[6].

En la Facultad de Ingeniería de la UNAM, en su plan de desarrollo 2011-2014 [7], se manifiesta el compromiso con la creación de licenciaturas que atiendan las necesidades del país, además de actualizar, acreditar, dar seguimiento y evaluar los planes y programas de estudio en licenciatura y posgrado.

Necesidades sociales

Para que una sociedad pueda desarrollarse adecuadamente cada integrante de ella debe tener acceso a los servicios básicos, tales como los de salud y educación.

La atención médica eficaz, con calidad, calidez y seguridad está limitada por diversos factores que fundamentan la necesidad de los ingenieros en sistemas biomédicos, los cuales son: Sobre población, desigualdad económica de la población, transición demográfica, infraestructura y los aspectos culturales y de bioética

ESTADO ACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS DE LA O LAS DISCIPLINAS QUE ABARCA EL PLAN DE ESTUDIOS.

Generalmente la gestión de tecnología en la mayoría de hospitales del país está en manos de personal con escasa o ninguna formación en esta área (médicos, odontólogos, fisioterapeutas, administradores, enfermeras, abogados, entre otros), quienes únicamente se limitan a comprar equipos biomédicos y de alta tecnología a precios que se ajusten al presupuesto de la organización, sin tener en cuenta los parámetros técnicos y condiciones reales de operación.

Debido a esto se requiere de un profesionalista que satisfaga las necesidades del sector salud, colaborando activamente con el personal médico mencionado y así brindar una mejor atención a la sociedad mexicana.

Las áreas que demandan a profesionistas con el perfil del ingeniero en Sistemas Biomédicos son: servicios, investigación y desarrollo, presentadas en la figura 1.

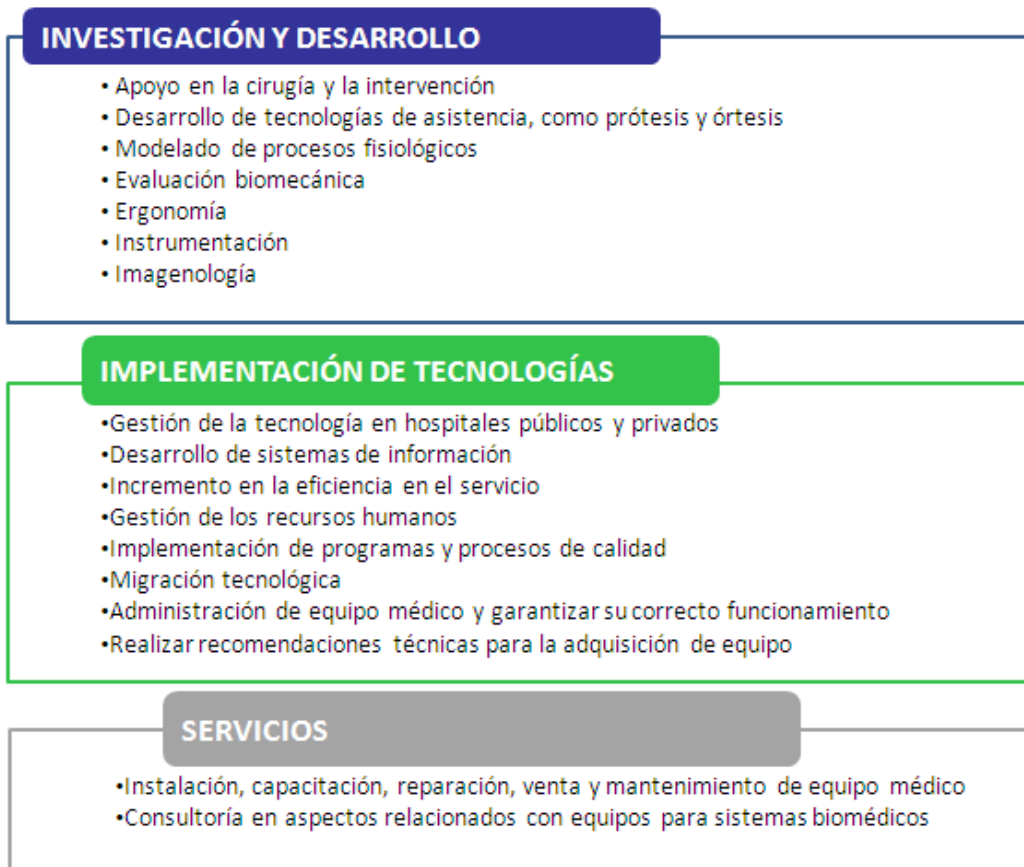


Figura 1. Áreas que demandan ingenieros en sistemas biomédicos

Situación de la docencia y la investigación en los niveles institucional y de la entidad

La Universidad Nacional Autónoma de México cuenta con experiencia en áreas afines a la Ingeniería en Sistemas Biomédicos, tal es el caso de la Licenciatura en Investigación Biomédica Básica impartida en la Facultad de Medicina, cuyo perfil es apegado al área de investigación, también se cuenta con especialidades tales como Informática Médica y la carrera de Física Médica en la Facultad de Ciencias. La primera tiene el objetivo de proporcionar conocimiento para el procesamiento de la información médica y la segunda, generar modelos para la interpretación de los fenómenos médicos. También cuenta con la Licenciatura de Ciencias Genómicas coordinada por dos sedes: el Centro de Ciencias Genómicas y el Instituto de Biotecnología, ambos localizados en la ciudad de Cuernavaca Morelos. Los egresados de la Licenciatura en Ciencias Genómicas tienen conocimientos avanzados en genómica, incluyendo la bioinformática, la genómica funcional y la genómica evolutiva; las actividades de los egresados destacan las relacionadas con la investigación y docencia.

Además, la Facultad de Contaduría y Administración en su programa de Posgrado en Ciencias de la Administración, imparte la Maestría de Administración de Sistemas de Salud. Su principal objetivo es capacitar a los estudiantes en la gestión de recursos en el sector salud.

Por otra parte, la UNAM cuenta con el Instituto de Biotecnología que por medio de sus programas de posgrado realiza investigación de excelencia académica para el desarrollo de la biotecnología moderna, genera conocimiento en diversas áreas y disciplinas tales como la ingeniería celular, biología del desarrollo, biología estructural, fisiología, microbiología y medicina moleculares, así como las relacionadas con la biocatálisis, los bioprocesos y la biología molecular de plantas.

En la UNAM se ha desarrollado un total 433 proyectos de investigación relacionados con Ingeniería en Sistemas Biomédicos, desde 1952 hasta 2013. En este número no están considerados los proyectos del área de biotecnología debido a que las licenciaturas en Investigación Biomédica Básica y Ciencias Genómicas cubren las áreas de conocimiento concernientes al desarrollo celular.

En lo que respecta a la Facultad de Ingeniería de la UNAM, el 5 de septiembre de 2001 el Consejo Técnico aprobó la propuesta de creación del módulo de Ingeniería Biomédica, integrándolo a las licenciaturas de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica Electrónica y en Computación. En la sección “Análisis de planes de estudio afines” se describen sus características.

En el Departamento de Ingeniería Mecatrónica, en el Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica (CDMIT), en la Unidad de Investigación y Asistencia Técnica en Materiales (UDIATEM), en el Laboratorio de Ingeniería Mecánica Asistida por Computadora (LIMAC), en la División de Ingeniería Eléctrica y en el posgrado de Ingeniería Mecánica se han realizado proyectos de investigación y desarrollo en el área de la Ingeniería en Sistemas Biomédicos desde hace más de diez años [1].

En la Facultad de Ingeniería se han desarrollado 380 tesis de las áreas de conocimiento de la Ingeniería en Sistemas Biomédicos, 88 trabajos en Instrumentación Médica (23%), 59 en Informática Médica (16%), 71 en Diseño (19%), 51 en Biomecánica (13%), 37 en Logística Hospitalaria (10%), 21 en Instalaciones Hospitalarias (6%), 24 en Biomateriales (6%), 10 en Control (3%), 9 en Imagenología (2%), 4 en Educación (1%) y 6 en Temas Sociales (2%).

En la Facultad de Ingeniería se han realizado proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en el área de la Ingeniería en Sistemas Biomédicos en colaboración con el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, el Instituto de Investigación en Materiales, el Instituto de Fisiología Celular, la Facultad de Veterinaria, la Facultad de Odontología, la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia, la Facultad de Ciencias, la Facultad de Psicología, la Dirección General de Actividades Deportivas, entre otras dependencias de la UNAM. Asimismo, se han realizado proyectos con el Instituto Nacional de Cardiología, el Instituto Nacional de Rehabilitación, el Hospital General de México, el Hospital General Dr. Manuel Gea González, así como con universidades e instituciones de otros países, tales como la Universidad de California en Berkley, la Universidad del Sur de California, el Instituto de Rehabilitación de Chicago, entre otros.

Campo laboral potencial

El campo laboral potencial del ingeniero en Sistemas Biomédicos es el desarrollo de tecnología enfocada a equipamiento, asistencia y procesos, que permitan realizar diagnósticos y tratamientos más acertados, así como brindar herramientas para facilitar la vida de la gente discapacitada o potencializar las habilidades de los deportistas de alto rendimiento, mediante análisis funcionales; operación, mantenimiento, innovación y creación de equipo médico preciso, que promueva la eficiencia del trabajo del personal médico, la supervisión y evaluación de la correcta operación de la tecnología médica. En unidades médicas, laboratorios clínicos, epidemiológicos y de referencia, centros de desarrollo e investigación.

3 METODOLOGÍA

El proyecto de creación de esta licenciatura se apoyó en el trabajo de tres comités institucionales: Ciencias Básicas, Ciencias Sociales y Humanidades y el Comité interno de la licenciatura de Ingeniería en Sistemas Biomédicos.

Los departamentos académicos de la DCB, con la participación de las academias de profesores por asignatura, se dieron a la tarea de conformar la propuesta de las nuevas asignaturas, cuya estructura se describe a continuación: tronco común general para todas las licenciaturas (integrado por 8 asignaturas de matemáticas básicas y aplicadas); tronco común para las licenciaturas de cada División Profesional (asignaturas comunes para las licenciaturas de la misma División; considera asignaturas de matemáticas, de física y

química), y asignaturas de Ciencias Básicas exclusivas, en su caso, para cada licenciatura. Asimismo, la Comisión de Planes y Programas de Estudio de Ciencias Básicas estableció los criterios específicos de seriación aplicables a las asignaturas del área.

Por lo que se refiere a los contenidos sociohumanísticos, el proceso fue guiado por la Comisión de Planes y Programas de Estudio de la División de Ciencias Sociales y Humanidades, la cual tomó en consideración las sugerencias y opiniones de la planta académica de la División y de los distintos Comités de Carrera de la Facultad.

Para realizar el plan de estudios de la licenciatura de Ingeniería en Sistemas Biomédicos se tomaron en cuenta las opiniones de profesores, alumnos egresados de carreras afines y empleadores, así como de los cuerpos colegiados profesionales y de ingenieros de prestigio en el medio. Se consultaron y analizaron también documentos de diversas organizaciones nacionales e internacionales que se han expresado con respecto a planes de estudios de la licenciatura de Ingeniería en Sistemas Biomédicos o carreras afines.

Para dirigir el proceso de elaboración del plan de estudios se creó el Comité Interno de Carrera integrado por representantes de la División de Ingeniería Mecánica e Industrial, la División de Ingeniería Eléctrica, la División de Ciencias Básicas, la Facultad de Medicina y expertos en el área, con el objetivo de elaborar la propuesta del Plan de Estudios.

El Comité Interno de Carrera dictó los objetivos y dio las pautas para llevar a cabo la elaboración del Plan de Estudios [8, 9, 10].

El Comité Interno de Carrera fue presidido por el Jefe de la División de Ingeniería Mecánica e Industrial y participaron destacados académicos y profesionales de diferentes áreas de la ingeniería y ciencias de la salud. Se han realizado más 60 reuniones desde el 11 de abril de 2008 a la fecha.

Se crearon comisiones para la elaboración y revisión de contenidos, integradas por un representante del Comité Interno de Carrera, expertos en el área y personal de apoyo.

4 PLAN DE ESTUDIOS

4.1 Objetivos del plan de estudios

El objetivo de la licenciatura de ingeniería en Sistemas Biomédicos es formar ingenieros con conocimientos sólidos y habilidades en los principios de la ingeniería en las áreas de biomecánica, instrumentación biomédica y logística hospitalaria, para integrarlos y aplicarlos en el área biomédica, conforme al perfil profesional.

4.2 Perfiles

4.2.1 De ingreso

El estudiante interesado en ingresar a la Licenciatura de Ingeniería en Sistemas Biomédicos, en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, debe ser egresado de la Escuela Nacional Preparatoria, del Colegio de Ciencias y Humanidades o de otros programas de Educación Media Superior. Es conveniente que haya cursado el área de las Ciencias Físico-Matemáticas 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. Para todos los casos, el perfil deseable incluye los siguientes conocimientos, habilidades y actitudes.

Requiere poseer conocimientos sólidos de matemáticas en álgebra, geometría analítica y cálculo diferencial e integral de funciones de una variable; también debe contar con sólidos conocimientos de física, particularmente en lo que respecta a temas relacionados con mecánica clásica, así como conocimientos generales de química y de computación. Es también conveniente que posea conocimientos de inglés, por lo menos a nivel de comprensión de textos. Por lo que respecta a las habilidades, es importante que tenga disposición para el trabajo en equipo, capacidad de análisis y síntesis, y de adaptación a situaciones nuevas, así como espíritu creativo.

Adicionalmente el estudiante interesado en ingresar a la licenciatura de Ingeniería en Sistemas Biomédicos debe contar con el interés por el área de las Ciencias de la Salud.

4.2.2 De egreso

Perfil general:

Los egresados de la Facultad de Ingeniería deberán poseer: capacidades para la innovación, potencial para aportar a la creación de tecnologías y actitud emprendedora, con sensibilidad social y ética profesional; y con potencialidad y vocación para constituirse en factor de cambio.

Los egresados de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Biomédicos tendrán los siguientes conocimientos, habilidades y actitudes:

CONOCIMIENTOS

El egresado de Ingeniería en Sistemas Biomédicos es el profesional con conocimientos sólidos en física, matemáticas y química, así como un dominio de los conceptos fundamentales de fisiología, anatomía y biología, los cuales aplicará en las áreas de biomecánica, instrumentación biomédica y logística hospitalaria. El egresado se caracterizará por:

- Su capacidad de integrar los conocimientos adquiridos en Ingeniería y en el área de las Ciencias de la Salud con la finalidad de diseñar, implantar y desarrollar nuevas tecnologías en el ambiente biomédico hospitalario o industrial.
- Contar con capacidad para solucionar problemas, realizar innovaciones y crear tecnología.
- Participar en proyectos de investigación básica y aplicada, interactuando con médicos, biólogos y con ingenieros mecánicos, mecatrónicos, electrónicos e industriales, entre otras áreas afines.
- Mostrar habilidades de liderazgo, en las diversas actividades utilizar estándares profesionales de trabajo en las funciones de planeación, dirección, evaluación y control de los sistemas hospitalarios, procurando la mayor eficiencia, productividad, seguridad y calidad.

APTITUDES Y HABILIDADES

El egresado de esta licenciatura podrá:

- Diseñar, construir, operar y mantener equipos para su aplicación en sistemas biomédicos.
- Gestionar, evaluar, comparar y seleccionar equipo para sistemas biomédicos.
- Modelar, simular e interpretar el comportamiento de sistemas biomédicos.
- Ser capaz de desarrollar, operar y mantener procesos productivos y operativos en el área de ciencias de la salud.
- Crear, con actitud empresarial, nuevas fuentes de empleo.
- Integrar y coordinar personas y grupos interdisciplinarios.
- Realizar análisis y síntesis de datos e información.

ACTITUDES

Las actitudes del egresado de la licenciatura de Ingeniería en Sistemas Biomédicos desde el punto de vista profesional son:

- Ser creativo e innovador.
- Ser disciplinado y dinámico.
- Ser emprendedor con liderazgo e iniciativa propia.
- Tener confianza en su preparación académica.
- Tener una mente abierta orientada hacia la solución de problemas en la ingeniería.
- Ser honesto, responsable y crítico.
- Actualizarse, superarse y ser competente en su profesión.
- Responsabilizarse del cuidado al medio ambiente.
- Actuar con altos principios éticos en todas sus actividades.
-

En cuanto a las actitudes sociales, debe desarrollar las siguientes:

- Conciencia de la problemática nacional, basada en el conocimiento de la realidad del país.
- Vocación de servicio profesional.

- Promover el cambio en la mentalidad frente a la competitividad internacional.
- Actitud humanista y de servicio hacia la sociedad.
- Compromiso con la preservación del medio ambiente.

4.2.3 Perfil profesional

El egresado de la licenciatura de Ingeniería en Sistemas Biomédicos se caracteriza por su capacidad de combinar los conocimientos adquiridos en ingeniería y en el área de las ciencias de la salud con la finalidad de diseñar, implantar, mantener y desarrollar nuevas tecnologías en el ambiente médico-hospitalario e industrial, interactuando con médicos y con ingenieros mecánicos, mecatrónicos, electrónicos e industriales, entre otras áreas afines.

El egresado del área de **logística hospitalaria** será capaz de gestionar y administrar de manera eficaz y eficiente unidades médicas que brindan servicios de salud y atención hospitalaria, que garanticen la mejor calidad en la atención y satisfacción de las necesidades específicas de las unidades médicas y del usuario, con un enfoque de competitividad, humano y productivo.

El egresado del área de **instrumentación biomédica** será el profesional especializado en diseñar, integrar, operar, mantener, mejorar y generar equipos para aplicaciones biomédicas; así como adquirir, acondicionar, procesar y monitorear las señales biológicas del cuerpo humano.

El egresado del área de **biomecánica** será capaz de diseñar, mejorar y generar tecnología de asistencia médica como dispositivos protésicos, instrumental médico, equipo hospitalario y de rehabilitación y estará capacitado para mejorar el entorno y los medios de trabajo, con base en los estudios de datos anatómo-fisiológicos y tecnológicos aplicados a problemas de mutua adaptación entre el hombre y su ambiente, así como procurar el desarrollo óptimo de las actividades humanas, también realizará investigación en las áreas de biomateriales, biotermofluidos y análisis antropométricos, que podrá ser aplicada en el desarrollo de sistemas biomédicos.

Los egresados se caracterizarán por ser líderes en su campo en la academia, la investigación y el sector industrial y de servicios, realizando las funciones de planeación, dirección, evaluación y control de los sistemas hospitalarios, procurando la mayor eficiencia, productividad seguridad y calidad.

4.3 Duración de los estudios, total de créditos y de asignaturas

La licenciatura de Ingeniería en Sistemas Biomédicos es de ingreso indirecto y se cursará en diez semestres con un mínimo de 430 créditos, de los cuales 368 corresponde a asignaturas con carácter obligatorio y 62 (como mínimo), a asignaturas optativas, clasificadas en seis áreas: Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Aplicada, Ciencias Sociales y Humanidades, asignaturas Específicas de Sistemas Biomédicos y

asignaturas clasificadas como Otros Cursos, con un *pensum* académico mínimo de 3936 horas. El plan de estudios propuesto incluye en algunas de sus asignaturas trabajo experimental de laboratorio y una estancia como medio para que el alumno aplique su formación teórica y desarrolle sus habilidades.

El alumno podrá acreditar semestralmente como máximo 60 créditos, cualquiera que sea la suma de asignaturas que se cursen.

De acuerdo con los artículos 22, 23 y 24 del Reglamento General de Inscripciones, el alumno cuenta con 5 semestres adicionales para aprobar sus asignaturas en exámenes ordinarios y con otros 5 semestres para terminar en exámenes extraordinarios.

El plan de estudios propuesto está diseñado de tal manera que al término de la licenciatura el alumno pueda incorporarse de inmediato a la vida laboral, a una especialización o a realizar estudios de maestría y doctorado.

4.4 Estructura del plan de estudios

La estructura curricular del plan de estudios de las licenciaturas que se ofrecen en la Facultad de Ingeniería contempla la formación en cinco grandes áreas: Ciencias Básicas, Ciencias Sociales y Humanidades, Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Aplicada y las específicas de Sistemas Biomédicos, además de otras asignaturas clasificadas como Otros Cursos. El plan de estudios propuesto rebasa los requerimientos mínimos que establece el Consejo de Acreditación de Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) en todas y cada una de las áreas mencionadas.

Ciencias Básicas: Fundamentan los conocimientos científicos de los alumnos en matemáticas, física y química. Representan el 30.2 % de los créditos del plan propuesto para la licenciatura y sus asignaturas se ubican preponderantemente en los semestres iniciales. Totalizan 130 de créditos de los que 122 corresponden a asignaturas obligatorias y mínimo 8 créditos a asignaturas obligatorias de elección.

Ciencias Sociales y Humanidades: Apoyan la formación social y humanística del ingeniero. Las asignaturas correspondientes se imparten a lo largo de toda la licenciatura. Representan el 6.5 % de los créditos del plan de estudios propuesto. Totalizan 28 de créditos de los que 22 corresponden a asignaturas obligatorias y 6 créditos a asignaturas optativas del área.

Ciencias de la Ingeniería: Fundamentan los conocimientos científicos y tecnológicos de la disciplina, estructurando las teorías de la ingeniería mediante la aplicación de las ciencias básicas. Representan el 27.9 % de los créditos del plan propuesto. Totalizan 120 de créditos de los que 64 corresponden a asignaturas obligatorias, mínimo 40 créditos a asignaturas obligatorias de elección y mínimo 16 créditos de asignaturas optativas del área.

Ingeniería Aplicada: Las asignaturas de esta área permiten hacer uso de los principios de la ingeniería para planear, diseñar, evaluar, construir, operar y preservar infraestructuras y servicios de ingeniería. A esta área corresponde un 14.0 % de los créditos del plan propuesto y sus asignaturas se ubican hacia los semestres finales de la licenciatura. Totalizan 60 de créditos de los que 28 corresponden a asignaturas obligatorias y 32 créditos a asignaturas optativas del área.

La suma entre las áreas de Ciencias de la Ingeniería e Ingeniería Aplicada, representa el 41.9% de los créditos del plan.

Asignaturas Específicas de Sistemas Biomédicos: Las asignaturas de esta área brindan los conocimientos en los fundamentos biológicos, bioquímicos, médicos y anatomofisiológicos, que permitirán al ingeniero integrarlos para comprender, analizar, desarrollar y evaluar sistemas biomédicos. Representan el 17.2% de los créditos del plan propuesto. Totalizan 74 de créditos de los que 66 corresponden a asignaturas obligatorias y mínimo 8 créditos a asignaturas optativas del área.

Otros Cursos: Complementan la formación del egresado en otros conocimientos pertinentes que no corresponden a las áreas antes mencionadas. Representan el 4.2 % de los créditos propuestos. Todas las asignaturas de esta área son de carácter obligatorio.

El plan de estudios cuenta con tres módulos terminales: Logística Hospitalaria, Biomecánica e Instrumentación Biomédica. El alumno deberá cursar un mínimo de 42 créditos de asignaturas de Ciencias de la Ingeniería en Sistemas Biomédicos del módulo seleccionado y elegir otras asignaturas de Ciencias de la Ingeniería en Sistemas Biomédicos de cualquiera de los otros dos módulos hasta completar un mínimo de 60 créditos.

El alumno deberá cursar las asignaturas optativas de Ingeniería Aplicada en Sistemas Biomédicos hasta completar un mínimo de 32 créditos.

Para cursar la asignatura Estancia, que se ubica en el noveno semestre, el alumno debe:

- Tener un 80% de avance en los créditos de la licenciatura.
- No cursar otras asignaturas de manera simultanea
- Cumplir con un horario de 8 horas diarias, en un hospital de segundo nivel, tercer nivel o instituto nacional de salud, así como en hospitales privados.
- Tener un proyecto a realizar.

Para fortalecer el dominio de una lengua extranjera, preferentemente el idioma inglés, algunos grupos de las asignaturas Temas Selectos podrán ser impartidos en dicho idioma. Será responsabilidad del alumno que al momento de la inscripción cuente con el dominio de la lengua. El Jefe del Departamento de Ingeniería en Sistemas Biomédicos cuidará que en ningún semestre se impartan sólo grupos en inglés.

4.5 Mecanismos de flexibilidad

Seriación mínima

Para facilitar el avance escolar de los alumnos, el plan de estudios considera la seriación mínima indispensable entre asignaturas.

Bloque móvil

Es el mecanismo que, junto con la seriación obligatoria entre asignaturas, permite regular el avance escolar ordenado de los estudiantes. El bloque móvil acota el conjunto de las asignaturas a las que un estudiante puede inscribirse semestralmente.

El alumno podrá cursar asignaturas comprendidas dentro de tres semestres consecutivos, contados a partir del semestre en que se ubique la asignatura más rezagada; así, por ejemplo, un alumno podrá cursar asignaturas hasta del cuarto semestre cuando haya aprobado completamente las del primero; hasta del quinto semestre cuando haya aprobado completamente todas las asignaturas del primero y el segundo; y así sucesivamente. La movilidad de los alumnos al interior del bloque deberá respetar, si es el caso, la seriación obligatoria entre asignaturas que se indica en los mapas curriculares, es decir, el alumno no podrá cursar asignaturas seriadas sin haber aprobado las materias antecedentes.

Para los alumnos de nuevo ingreso, el bloque móvil se aplicará a partir de su segundo semestre de inscripción, contando las asignaturas no acreditadas del primero, en su caso, como integrantes del bloque.

Movilidad

El plan de estudios propuesto permite que los alumnos puedan cursar asignaturas en otras instituciones de educación superior, nacionales o extranjeras, o en otros planteles de la UNAM, conforme a los artículos 58 al 60 del *Reglamento General de Estudios Universitarios*, al *Acuerdo por el que se establece el Programa de Movilidad Estudiantil de la Universidad Nacional Autónoma de México* y al *Programa de movilidad estudiantil para alumnos de licenciatura* aprobado por el Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería, y que, en su caso, dichas asignaturas puedan ser revalidadas, todo ello atendiendo a que los contenidos sean dictaminados como equivalentes por el Coordinador de Carrera y se cumplan los requisitos establecidos por la administración escolar para su

validación. El *Programa de movilidad estudiantil para alumnos de licenciatura* de la Facultad de Ingeniería se incluye en el Anexo 3 de este documento.

Titulación

La Facultad de Ingeniería ofrece las siguientes opciones de titulación:

1. Titulación mediante tesis o tesina 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 totalidad de créditos y alto nivel académico.
6. Titulación por trabajo profesional.
7. Titulación por estudios de posgrado.
8. Titulación por ampliación y profundización de conocimientos.
9. Titulación por Servicio Social.

La descripción de cada una de estas opciones de titulación se incluye en el *Reglamento de opciones de titulación para las licenciaturas de la Facultad de Ingeniería*, aprobado por el Consejo Técnico.

4.6 Seriación

El plan de estudios contempla seriación obligatoria entre algunas asignaturas, con la finalidad de asegurar que el estudiante tenga los conocimientos antecedentes necesarios al momento de cursar asignaturas que así lo requieren. La seriación obligatoria, en su caso, se indica en el mapa curricular del plan de estudios propuesto, en los programas de cada una de sus asignaturas.

En cuanto a la seriación indicativa, es la estructura propia del plan la que marca el orden sugerido para cursar las asignaturas, de acuerdo con el semestre en que se ubican, según el mapa curricular.

Bloque móvil

Es el mecanismo que, junto con la seriación obligatoria entre asignaturas, permite regular el avance escolar ordenado de los estudiantes. El bloque móvil acota el conjunto de las materias a las que un estudiante puede inscribirse semestralmente.

El alumno podrá cursar asignaturas comprendidas dentro de tres semestres consecutivos, contados a partir del semestre en que se ubique la asignatura más rezagada; así, por ejemplo, un alumno podrá cursar asignaturas hasta del cuarto semestre cuando haya aprobado completamente las del primero; hasta del quinto semestre cuando haya aprobado completamente todas las asignaturas del primero y el segundo; y así sucesivamente. La movilidad de los alumnos al interior del bloque deberá respetar, si es el caso, la seriación

obligatoria entre asignaturas que se indica en los mapas curriculares, es decir, el alumno no podrá cursar asignaturas seriadas sin haber aprobado las materias antecedentes.

4.7 Mapa curricular

A continuación se presenta el mapa curricular del plan propuesto para la licenciatura de Ingeniería en Sistemas Biomédicos.

FACULTAD DE INGENIERÍA PLAN DE ESTUDIOS PROPUESTO DE LA LICENCIATURA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS						Créditos					
Semestre	ASIGNATURAS CURRICULARES****						Obligatorias	Obligatorias de elección	Opcionales	Opcionales de elección	Totales
1	ÁLGEBRA 8 4.0 0.0 4.0	CÁLCULO Y GEOMETRÍA ANALÍTICA 12 6.0 0.0 6.0	QUÍMICA (L+) 10 4.0 2.0 6.0	FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN (L) 10 4.0 2.0 6.0	REDACCIÓN Y EXPOSICIÓN DE TEMAS DE INGENIERÍA 8 2.0 2.0 4.0		46	0	0	0	46
2	ÁLGEBRA LINEAL 8 4.0 0.0 4.0	CÁLCULO INTEGRAL 8 4.0 0.0 4.0	ESTÁTICA 8 4.0 0.0 4.0	MANUFACTURA I (L+) 8 2 4 0.0	CULTURA Y COMUNICACIÓN 2 0.0 2.0 2.0	INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS (L) 2 0.0 2.0 2.0	36	0	0	0	36
3	ECUACIONES DIFERENCIALES 8 4.0 0.0 4.0	CÁLCULO VECTORIAL 8 4.0 0.0 4.0	CINEMÁTICA Y DINÁMICA 8 4.0 0.0 4.0	INGENIERÍA ECONÓMICA 8 4.0 0.0 4.0	DIBUJO MECÁNICO INDUSTRIAL (L) 8 2 2 4.0	BIOQUÍMICA 8 4.0 0.0 4.0	46	0	0	0	46
4	ANÁLISIS NUMÉRICO 8 4.0 0.0 4.0	PROBABILIDAD 8 4.0 0.0 4.0	TERMODINÁMICA (L+) 10 4.0 2.0 6.0	ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO (L+) 10 4.0 2.0 6.0	OPTATIVA DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES 2 0.0 2.0 2.0	BIOLOGÍA CELULAR Y TISULAR 8 2.0 2.0 4.0	42	0	2	0	44
5	ANÁLISIS DE CIRCUITOS (L) 10 4.0 2.0 6.0	ESTADÍSTICA 8 4.0 0.0 4.0	INGENIERÍA DE MATERIALES (L+) 10 4.0 2.0 6.0	OBLIGATORIA DE ELECCIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS 8 4.0 0.0 4.0	OPTATIVA DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES 2 0.0 2.0 2.0	INTRODUCCIÓN A LA ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA I 8 4.0 2.0 4.0	36	8	2	0	46
6	ELECTRÓNICA BÁSICA (L) 10 4.0 2.0 6.0	MECÁNICA DE SÓLIDOS 8 4.0 0.0 4.0	ESTUDIO DEL TRABAJO (L) 10 4.0 2.0 6.0	OBLIGATORIA DE ELECCIÓN DE CIENCIAS DE LA ISBI 8 4.0 0.0 4.0	OPTATIVA DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES 2 0.0 2.0 2.0	INTRODUCCIÓN A LA ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA II (L) 10 4.0 2.0 6.0	38	8	2	0	48
7	INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL 8 4.0 0.0 4.0	MECÁNICA DEL CUERPO HUMANO (L) 10 4.0 2.0 6.0	ÉTICA PROFESIONAL 6 2.0 2.0 4.0	PSICOLOGÍA MÉDICA 8 4.0 0.0 4.0	OBLIGATORIA DE ELECCIÓN DE CIENCIAS DE LA ISBI 8 4.0 0.0 4.0	OBLIGATORIA DE ELECCIÓN DE CIENCIAS DE LA ISBI 8 4.0 0.0 4.0	32	16	0	0	48
8	ASPECTOS LEGALES EN LAS ORGANIZACIONES DE LA ATENCIÓN MÉDICA 8 4.0 0.0 4.0	INSTALACIONES HOSPITALARIAS 8 4.0 0.0 4.0	OPTATIVA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS 8 4.0 0.0 4.0	OPTATIVA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS 8 4.0 0.0 4.0	OBLIGATORIA DE ELECCIÓN DE CIENCIAS DE LA ISBI 8 4.0 0.0 4.0	OBLIGATORIA DE ELECCIÓN DE CIENCIAS DE LA ISBI 8 4.0 0.0 4.0	16	16	0	16	48
9	ESTANCIA 20 0.0 20.0 20.0						20	0	0	0	20
10	OPTATIVA DE LA INGENIERÍA APLICADA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS 8 4.0 0.0 4.0	OPTATIVA DE LA INGENIERÍA APLICADA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS 8 4.0 0.0 4.0	OPTATIVA DE LA INGENIERÍA APLICADA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS 8 4.0 0.0 4.0	OPTATIVA DE LA INGENIERÍA APLICADA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS 8 4.0 0.0 4.0	OPTATIVA DE LA REA MÉDICO BIOLÓGICA 8 4.0 0.0 4.0	RECURSOS Y NECESIDADES DE MÉXICO 8 4 0 4.0	8	0	40	0	48
						Créditos obligatorios	320				
						Créditos obligatorios de elección	48				
						Créditos optativos (mín.)	46				
						Créditos optativos de elección		16			
						Total				438	
						Horas obligatorias	3008				
						Horas obligatorias de elección	384				
						Horas optativas		416			
						Horas optativas de elección			128		
						Pensum académico total				3936	★

- Asignaturas de ciencias básicas (138 créditos)
- Asignaturas de ciencias de la ingeniería (129 créditos)
- Asignaturas de ingeniería aplicada (60 créditos)
- Asignaturas de ciencias sociales y humanidades (28 créditos)
- Otras asignaturas conexas (18 créditos)
- Específicas de Sistemas Biomédicos (74 créditos)

ASIGNATURAS OBLIGATORIAS DE ELECCIÓN Y OPTATIVAS DEL PLAN DE ESTUDIOS

MÓDULO DE INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA

Obligatoria de elección de Ciencias Básicas	
MATEMÁTICAS AVANZADAS	8
Obligatorias de elección de Ciencias de la Ingeniería en Sistemas Biomédicos	
AMPLIFICACIÓN Y FILTRADO DE SEÑALES MÉDICAS (L)	10
ANÁLISIS DE BIOSEÑALES (L)	10
CIRCUITOS DIGITALES (L)	10
MEDICIONES CLÍNICAS (L)	10
SISTEMAS DE MEDICIÓN Y TRANSDUCTORES MÉDICOS (L)	10
Optativas de Ciencias la Ingeniería en Sistemas Biomédicos	
BIOMATERIALES (L)	10
BIOTERMOFLUIDOS I (L+)	10
CALIDAD	8
DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS	8
ERGONOMÍA	8
EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN	8
INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES I	8
OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES	8
PLANEACIÓN Y CONTROL DE RECURSOS HOSPITALARIOS (L)	10

MÓDULO DE BIOMECÁNICA

Obligatoria de elección de Ciencias Básicas	
ACÚSTICA Y ÓPTICA (L)	10
Obligatorias de elección de Ciencias de la Ingeniería en Sistemas Biomédicos	
BIOMATERIALES (L)	10
BIOTERMOFLUIDOS I (L+)	10
CIRCUITOS DIGITALES (L)	10
DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS	8
ERGONOMÍA	8
Optativas de Ciencias la Ingeniería en Sistemas Biomédicos	
AMPLIFICACIÓN Y FILTRADO DE SEÑALES MÉDICAS (L)	10
ANÁLISIS DE BIOSEÑALES (L)	10
CALIDAD	8
EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN	8
INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES I	8
MEDICIONES CLÍNICAS (L)	10
OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES	8
PLANEACIÓN Y CONTROL DE RECURSOS HOSPITALARIOS (L)	10
SISTEMAS DE MEDICIÓN Y TRANSDUCTORES MÉDICOS (L)	10

MÓDULO DE LOGÍSTICA HOSPITALARIA

Obligatoria de elección de Ciencias Básicas	
ESTADÍSTICA APLICADA	8
Obligatorias de elección de Ciencias de la Ingeniería en Sistemas Biomédicos	
CALIDAD	8
EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN	8
INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES I	8
OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES	8
PLANEACIÓN Y CONTROL DE RECURSOS HOSPITALARIOS (L)	10
Optativas de Ciencias la Ingeniería en Sistemas Biomédicos	
AMPLIFICACIÓN Y FILTRADO DE SEÑALES MÉDICAS (L)	10
ANÁLISIS DE BIOSEÑALES (L)	10
BIOMATERIALES (L)	10
BIOTERMOFLUIDOS I (L+)	10
CIRCUITOS DIGITALES (L)	10
DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS	8
ERGONOMÍA	8
MEDICIONES CLÍNICAS (L)	10
SISTEMAS DE MEDICIÓN Y TRANSDUCTORES MÉDICOS (L)	10

OPTATIVAS DE LA INGENIERÍA APLICADA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS

TEMAS SELECTOS DE INGENIERÍA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS I	8
TEMAS SELECTOS DE INGENIERÍA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS II	8
TEMAS SELECTOS DE INGENIERÍA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS III	8
TEMAS SELECTOS DE INGENIERÍA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS IV	8
TEMAS SELECTOS DE INGENIERÍA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS V	8
TEMAS SELECTOS DE INGENIERÍA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS VI	8
TEMAS SELECTOS DE INGENIERÍA EN SISTEMAS BIOMÉDICOS VII	8

OPTATIVA DEL ÁREA MÉDICO-BIOLÓGICA

TEMAS SELECTOS DEL ÁREA MÉDICO-BIOLÓGICA	8
--	---

OPTATIVAS DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES**

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD	4
INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA	8
INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS ECONÓMICO EMPRESARIAL	4
LITERATURA HISPANOAMERICANA CONTEMPORÁNEA	6
MÉXICO NACIÓN MULTICULTURAL	4
SEMINARIO SOCIOHUMANÍSTICO: HISTORIA Y PROSPECTIVA DE LA INGENIERÍA	2
SEMINARIO SOCIOHUMANÍSTICO: INGENIERÍA Y POLÍTICAS PÚBLICAS	2
SEMINARIO SOCIOHUMANÍSTICO: INGENIERÍA Y SUSTENTABILIDAD	2
TALLER SOCIOHUMANÍSTICO - CREATIVIDAD	2
TALLER SOCIOHUMANÍSTICO- LIDERAZGO	2

OPTATIVAS DE MOVILIDAD ***

MOVILIDAD I	4
MOVILIDAD II	6
MOVILIDAD III	6
MOVILIDAD IV	6
MOVILIDAD V	6
MOVILIDAD VI	6
MOVILIDAD VII	6
MOVILIDAD VIII	6
MOVILIDAD IX	6
MOVILIDAD X	6
MOVILIDAD XI	10

Notas sobre el plan de estudios:

- I. El alumno deberá cursar un mínimo de 42 créditos de asignaturas de Ciencias de la Ingeniería en Sistemas Biomédicos del módulo seleccionado y elegir otras asignaturas de Ciencias de la Ingeniería en Sistemas Biomédicos de cualquiera de los otros dos módulos hasta completar un mínimo de 60 créditos.
- II. El alumno deberá cursar las asignaturas optativas de Ingeniería Aplicada en Sistemas Biomédicos hasta completar un mínimo de 32 créditos
- III. El alumno deberá cursar la asignatura optativa del área Médico-Biológica con un valor mínimo de 8 créditos, en alguno de los programas de la UNAM o universidades nacionales o extranjeras, previa autorización del Coordinador de Carrera de Ingeniería en Sistemas Biomédicos.
- IV. El mapa curricular señala el número mínimo de créditos que el alumno deberá cursar para considerar cubierto su plan de estudios, sin embargo, podrá cursar cualquier asignatura adicional que se encuentre en la Facultad de Ingeniería, en alguno de los programas de la UNAM o universidades nacionales o extranjeras, previa autorización del Coordinador de Carrera.
- V. Algunos grupos de las asignaturas de Temas Selectos de Ingeniería en Sistemas Biomédicos I, Temas Selectos de Ingeniería en Sistemas Biomédicos II, Temas Selectos de Ingeniería en Sistemas Biomédicos III, Temas Selectos de Ingeniería en Sistemas Biomédicos IV, Temas Selectos de Ingeniería en Sistemas Biomédicos V, Temas Selectos de Ingeniería en Sistemas Biomédicos VI y Temas Selectos de Ingeniería en Sistemas Biomédicos VII podrán impartirse parcial o totalmente en el idioma inglés.
- VI. Para facilitar la revalidación de las asignaturas cursadas durante las estancias en otras instituciones de educación superior de prestigio, nacionales y extranjeras, la propuesta del plan de estudios considera la inclusión de las asignaturas Movilidad I, Movilidad II, Movilidad III, Movilidad IV, Movilidad V, Movilidad VI, Movilidad VII, Movilidad VIII, Movilidad IX, Movilidad X y Movilidad XI, las cuales podrán ser utilizadas exclusivamente por aquellos alumnos que realicen algún programa de movilidad en alguna institución de educación ajena a la UNAM. Estas asignaturas deberán solicitarse al momento de iniciar el trámite de movilidad, posteriormente el Coordinador de Carrera analizará cada una de ellas y someterá la solicitud al Comité de Movilidad de la Facultad de Ingeniería
- VII. El mapa curricular señala el número mínimo de créditos que el alumno deberá cursar para considerar cubierto su plan de estudios, sin embargo, podrá cursar créditos adicionales que sean de su interés.
- VIII. Para poder cursar la asignatura de Estancia, el alumno debe de haber cubierto el 80 % de los créditos totales y haber aprobado las asignaturas de Instalaciones Hospitalarias y Aspectos Legales de las Organizaciones de la Atención Médica.
- IX. El alumno deberá cubrir como mínimo 6 créditos de asignaturas optativas sociohumanísticas. Podrá hacerlo cursando tres asignaturas de dos créditos, como lo indica el mapa curricular, o bien, mediante una o dos asignaturas del área (recomendablemente en diferentes semestres) que cubran, al menos, 6 créditos. En este último caso, para efectos de la aplicación del bloque móvil, deberá considerarse la ubicación del semestre en el que se encuentra la primera asignatura optativa sociohumanística.
- X. El alumno podrá cursar semestralmente como máximo 60 créditos, cualquiera que sea la suma de asignaturas.

4.8 Requisitos

4.8.1 De ingreso

El aspirante a ingresar a la licenciatura de Ingeniería en Sistemas Biomédicos debe cumplir con los requisitos estipulados por la Legislación Universitaria, específicamente en el *Reglamento General de Inscripciones*, en los artículos 2º y 4º.

La licenciatura de Ingeniería en Sistemas Biomédicos es de ingreso indirecto, por lo que sólo podrán ingresar los alumnos provenientes del primer semestre de las licenciaturas de la División de Ingeniería Mecánica e Industrial y de la División de Ingeniería Eléctrica Electrónica de la Facultad de Ingeniería, que cubran los siguientes requisitos:

1. Ser alumno regular de las licenciaturas impartidas en la Facultad de Ingeniería.
2. Haber terminado en su totalidad los créditos del primer semestre preferentemente con un promedio mínimo de 8.0 (ocho).
3. Haber obtenido una evaluación aprobatoria en el Seminario de Sistemas Biomédicos. La modalidad de impartición de este seminario será competencia del Comité de Carrera de Ingeniería en Sistemas Biomédicos.
4. La selección y admisión de los aspirantes se lleva a cabo por el Subcomité de Admisión considerando lo siguiente:
 - El alumno debe solicitar por escrito la inscripción a la licenciatura de Ingeniería en Sistemas Biomédicos.
 - El alumno debe presentar un examen psicométrico, con el objetivo de conocer sus habilidades cognitivas, motivación, comportamiento ante la presión y en trabajo sin presión, y así, valorar si es afín a la licenciatura de Ingeniería en Sistemas Biomédicos. El examen será elaborado en colaboración con la Dirección General de Evaluación Educativa de la UNAM.
 - El alumno se debe presentar a una entrevista con los miembros del Subcomité de Admisión.
 - El alumno deberá comprobar que aprobó un examen de comprensión de lectura del idioma inglés, mediante constancia expedida por el Centro de Enseñanza de Lenguas Extranjeras (CELE) de la UNAM, u otro centro de idiomas de las Facultades de Estudios Superiores de la UNAM, o bien, presentar constancia debidamente certificada de una evaluación similar aplicada en otra facultad o escuela de la UNAM, diseñada para cumplir como requisito de egreso a nivel licenciatura. Adicionalmente, se podrá considerar válida una certificación emitida por un organismo externo a la UNAM, mediante constancia de equivalencia expedida por la Dirección de la Facultad, que designará una comisión dedicada a mantener actualizado un

catálogo de organismos certificadores autorizados, con la indicación del nivel requerido en cada caso.

El cupo de esta licenciatura será propuesto por el Comité de Carrera de Ingeniería en Sistemas Biomédicos, en común acuerdo con la Coordinación de Servicio Social de la Facultad de Medicina de la UNAM y será presentado al Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería para su aprobación.

El Subcomité de Admisión estará integrado por cinco profesores del Comité de Carrera de Ingeniería en Sistemas Biomédicos:

4.8.2 Extracurriculares y prerrequisitos

La Facultad de Ingeniería no tiene establecido ningún requisito extracurricular o prerrequisito para el ingreso de los estudiantes a las licenciaturas que ofrece.

4.8.3 De permanencia

Los límites de tiempo que tiene un alumno para cursar el plan de estudios están establecidos en los artículos 22, 23, 24 y 25 del *Reglamento General de Inscripciones* de la UNAM

4.8.4 De egreso

El alumno deberá haber cursado y aprobado el 100 por ciento de créditos y el total de las asignaturas contempladas en el plan de estudios.

4.8.5 De titulación

Con base en los artículos 66, 68 y 69 del *Reglamento General de Estudios Universitarios* y en las disposiciones sobre la materia del Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería, en adición a los requisitos de egreso ya señalados, el alumno deberá presentar la constancia de haber realizado el Servicio Social, de acuerdo con la Legislación Universitaria.

5 CONDICIONES PARA LA IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

5.1 Recursos humanos

La Facultad de Ingeniería dispone de la planta académica suficiente y competente para impartir las asignaturas del plan de estudios y con el personal administrativo necesario para apoyar sus actividades. En adición a los académicos adscritos formalmente a la Facultad, las labores docentes inherentes a este plan de estudios serán apoyadas por un

número importante de investigadores de institutos y centros universitarios que impartirán asignaturas de sus áreas de especialidad.

Para la impartición de esta licenciatura se firmó un acuerdo de colaboración entre la Facultad de Ingeniería y la Facultad de Medicina, en la que se establece la participación que brindará la segunda en los siguientes aspectos:

- a) Designar a un responsable como enlace con “LA FACULTAD DE INGENIERÍA” para la ejecución de las actividades en cumplimiento del objeto del presente instrumento.
- b) Seleccionar a los académicos para impartir las asignaturas de Biología Celular y Tisular, Bioquímica, Introducción a la Anatomía y Fisiología I e Introducción a la Anatomía y Fisiología II y Psicología Médica
- c) Programación del uso del laboratorio de fisiología de la Facultad de Medicina para su uso por los alumnos de la asignatura Introducción a la Anatomía y Fisiología II
- d) Apoyo en la programación y seguimiento de la asignatura Estancia, la que los alumnos realizarán en un hospital de tercer nivel o instituto nacional de salud, en el marco de los convenios con los que cuenta la Facultad de Medicina con dichas instituciones
- e) Apoyo en la definición del cupo de la carrera, conforme al número de alumnos que puedan ser atendidos en la asignatura Estancia
- f) Participación en el Comité de Carrera de la Ingeniería en Sistemas Biomédicos para el seguimiento, evaluación y actualización del Plan y Programa de Estudio de la carrera.

5.2 Infraestructura

En la División de Ciencias Básicas, que da servicio a todas las licenciaturas de la Facultad, operan diez laboratorios, con capacidades conjuntas para atender 400 alumnos por sesión, y cinco aulas de cómputo para 160 alumnos en total.

Actualmente se cuenta con laboratorios que proporcionarían servicio directamente a la licenciatura de Ingeniería en Sistemas Biomédicos, tales como: el Laboratorio de Ingeniería Mecánica Asistida por Computadora (LIMAC), el laboratorio de Pruebas de Mecánicas, el laboratorio de Diseño Mecatrónico y el laboratorio de Termofluidos, entre otros, los cuales cuentan con equipos adecuados para la enseñanza.

También se cuenta con el apoyo de los laboratorios de otras Divisiones, como es el caso de la División de Ciencias Básicas con los de: Química, Computación, Termodinámica, Dibujo, Electricidad y Magnetismo, laboratorio abierto de Física Experimental y Mecánica; también de la División de Ingeniería Eléctrica con los de: Análisis de Circuitos Eléctricos, Electrónica Básica, Electrónica Analógica, Instrumentación Virtual y Control Digital y Amplificadores Electrónicos.

Se integrará la participación del Laboratorio de Fisiología de la Facultad de Medicina.

Actualmente se está creando la infraestructura correspondiente al Centro de Ingeniería Avanzada, que integrará entre otras unidades de investigación y docencia, al Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica (CDMIT), y a la Unidad de Investigación y Asistencia Técnica en Materiales (UDIATEM), que tienen una amplia experiencia en proyectos vinculados con empresas.

En adición a lo anterior y conforme el programa académico lo vaya requiriendo, está considerada la necesidad de creación de laboratorios de enseñanza para las áreas: Instrumentación Biomédica, Biomecánica y Análisis de Marcha; ya se dispone actualmente de algunos equipos de medición y caracterización que serán incorporados a estos laboratorios.

6 EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

La evaluación de un plan de estudios es un proceso continuo y dinámico, basado en necesidades que pueden ser cambiantes y en avances de las disciplinas. Por ello, resulta imprescindible actualizarlo de manera permanente. Por otra parte, será de primordial importancia determinar los logros obtenidos, así como las deficiencias detectadas en el plan de estudios, una vez que esté en vigor.

Por tales motivos se debe contemplar la evaluación externa, la cual estará en función del impacto social que pueda tener el egresado de la licenciatura; es decir, que cumpla con el perfil adecuado para solucionar los problemas propios de su área y, en consecuencia, cubra las necesidades que el ámbito social le demanda. En paralelo debe efectuarse una evaluación interna, la cual estará en función de los logros académicos de los objetivos del plan propuesto, así como de los programas de estudio, y del análisis profundo de la estructura curricular.

Está previsto llevar a cabo las siguientes actividades:

- Análisis de la vigencia de los objetivos con respecto a los avances de la disciplina y los cambios tecnológicos y sociales
- Actualización de contenidos y bibliografía de las diferentes asignaturas
- Análisis de la secuencia e interrelación de las asignaturas
- Evaluación de los alumnos
- Evaluación de los profesores
- Evaluación de la infraestructura institucional

Para realizar la evaluación y promover la actualización del currículum, se propone lo siguiente:

- Plan de evaluación interna
- Plan de evaluación externa
- Reestructuración del currículum, en su caso

REFERENCIAS

1. Universidad Nacional Autónoma de México (2012). UNAM. Plan de Desarrollo [Versión electrónica]. Extraído el 20 de abril de 2012 de:
http://www.planeacion.unam.mx/consulta/Plan_desarrollo.pdf
2. Presidencia de la República (2012). Programa Nacional de Desarrollo [Versión electrónica], Extraído el 20 de abril de 2012 de:
<http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/igualdad-de-oportunidades/salud.html>
3. Secretaría de Salud (2007). Programa Nacional de Salud, PRONASA 2007-2012. Por un México sano: construyendo alianzas para una mejor salud [Versión electrónica], Extraído el 20 de abril de 2012 de:
<http://portal.salud.gob.mx/descargas/pdf/pnscap1.pdf>
4. Presidencia de la República (2013). Programa Nacional de Desarrollo [Versión electrónica], Extraído el 5 de octubre del 2013 de:
<http://pnd.gob.mx/>
5. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (2007). CENETEC. *Programa de acción específico 2007-2012, Desarrollo de guías de práctica clínica, gestión de equipo médico*. Página Web consultada el 20 de abril de 2012
<http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/PAES/gpc.pdf>
6. Diario Oficial de la Federación (2013). *Norma Oficial Mexicana NOM-240-SSA1-2012, Instalación y operación de la tecnovigilancia*. Página Web consultada y extraída el 5 de agosto del 2013, disponible en:
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5275834&fecha=30/10/2012
7. Facultad de Ingeniería (2007). *Plan de desarrollo 2011-2014*. Página Web consultada y extraída el 20 de abril de 2012, disponible en:
http://www.ingenieria.unam.mx/planeacion/documentos/documentos11_14/Plande_desarrollo_2011-2014.pdf
8. Estévez E., Fimbres P. *Cómo diseñar y reestructurar un plan de estudios, Guía metodológica*. Dirección de Desarrollo Académico Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, 1998.
9. Peter S. *Systems approach to engineering design*. Artech House, Inc. Boston London, USA. 2004.
10. Universidad Nacional Autónoma de México. *Guía Operativa para la elaboración, presentación y aprobación de proyectos de creación y modificación de planes y programas de estudio de licenciatura*. Secretaría General, Unidad de Apoyo a los Consejos Académicos de Área, México. 2006.