

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA



LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA

PROYECTO CURRICULAR

REESTRUCTURACIÓN, FEBRERO 2023

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS
PROFESIONALES



Departamento de Desarrollo Curricular

Proyecto curricular aprobado por el
Honorable Consejo Universitario



Universidad Autónoma del Estado de México
H. Consejo Universitario

H.C.U.081.24.02.23
24 de febrero de 2023

DOCTOR EN MEDICINA
HUGO MENDIETA ZERÓN
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE MEDICINA
P R E S E N T E

Informo a usted que el H. Consejo Universitario, en sesión ordinaria del día 24 de febrero de 2023, acordó aprobar el dictamen que rindiera la Comisión de Planeación y Evaluación Académica e Incorporación de Estudios, con los puntos resolutivos siguientes: **PRIMERO.** Se propone al H. Consejo Universitario que se apruebe la reestructuración del proyecto curricular de la Licenciatura en Bioingeniería Médica para impartirse en la modalidad educativa mixta. **SEGUNDO.** Que la reestructuración del proyecto curricular de la Licenciatura en Bioingeniería Médica inicie su operación a partir del Ciclo Escolar 2023-2024 en la Facultad de Medicina.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
“2023, Conmemoración de los 195 Años de la Fundación del Instituto Literario del Estado de México”



DOCTOR EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MARCO AURELIO CIENFUEGOS TERRÓN
SECRETARIO DEL H. CONSEJO UNIVERSITARIO

- c.c.p. Dr. en C. I. Amb. Carlos Eduardo Barrera Díaz - Rector
- c.c.p. Dr. en C. Comp. José Raymundo Marcial Romero - Secretario de Docencia
- c.c.p. Dra. en C. S. Martha Patricia Zarza Delgado - Secretaria de Investigación y Estudios Avanzados
- c.c.p. Dra. en Hum. María de las Mercedes Portilla Luja - Secretaria de Difusión Cultural
- c.c.p. Dr. en C. A. Francisco Zepeda Mondragón - Secretario de Extensión y Vinculación
- c.c.p. Dr. en Ed. Octavio C. Bernal Ramos - Secretario de Finanzas
- c.c.p. Dra. en C. E. A. Eréndira Fierro Moreno - Secretaria de Administración
- c.c.p. Dra. en C. A. María Esther Aurora Contreras Lara Vega- Secretaria de Planeación y Desarrollo Institucional
- c.c.p. Dra. en D. Luz María Consuelo Jaimes Legorreta - Abogada General
- c.c.p. Dra. en C. Ed. Yolanda Eugenia Ballesteros Senties - Secretaria Técnica del Gabinete Universitario
- c.c.p. Lic. en Com. Ginarely Valencia Alcántara - Directora General de Comunicación Universitaria
- c.c.p. Dr. en D. Luis Raúl Ortiz Ramírez - Director de Centros Universitarios y Unidades Académicas Profesionales Región A
- c.c.p. Dra. en C. Ed. Sandra Chávez Marín – Directora de Centros Universitarios y Unidades Académicas Profesionales Región B
- c.c.p. M. en D. F. Jorge Rogelio Zenteno Domínguez – Director General de Evaluación y Control de la Gestión Universitaria
- c.c.p. Archivo

MA
LEPA/aco



Universidad Autónoma del Estado de México

Oficio No. FM/286/2022
Toluca, Estado de México a 09 de diciembre del 2022

**DOCTOR EN CIENCIAS COMPUTACIONALES
JOSÉ RAYMUNDO MARCIAL ROMERO
SECRETARIO DE DOCENCIA**

PRESENTE

Con el envío de un cordial saludo, me permito informar a usted que se ha concluido con el proceso de evaluación y reestructuración del Proyecto Curricular de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, por parte del Comité De Currículo y bajo la asesoría del Departamento de Desarrollo Curricular de la Dirección De Estudios Profesionales; asimismo, le comento que dicho proyecto ya ha sido aprobado por nuestros H.H. Consejos Académico y de Gobierno de este Organismo Académico en su sesión extraordinaria conjunta celebrada el día de hoy 9 de diciembre del presente año, por lo que al mismo tiempo solicito sea tan amable de someter ante el H. Consejo Universitario la propuesta Proyecto Curricular de la Licenciatura en Bioingeniería Médica para su análisis y aprobación.

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para manifestarle mi más alta consideración y estima, agradeciendo su apoyo y disposición.

**ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO**

"2022, Celebración de los 195 Años de la Apertura de las Clases en el Instituto Literario"

**DOCTOR EN MEDICINA
HUGO MENDIETA ZERÓN
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE MEDICINA**

c.c.p. Archivo/ADBA
c.c.p.

Jesús Carranza, esq. Paseo Toluca s/n
Col. Moderna de la Cruz, C.P. 50180,
Toluca, Estado de México. Tel: 722 217 35 52
medicina.uaemex.mx



En la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de México, siendo las **9:00 a.m.** del día **09 de DICIEMBRE de 2022**, se reunieron en el Auditorio "**Generación 74**", a los integrantes del **H. Consejo Académico y de Gobierno**, a fin de celebrar su **sesión extraordinaria conjunta**, presidiendo la sesión el **Dr. en Med. Hugo Mendieta Zerón** como Presidente y la **Dra. en Biomedicina Alejandra Donají Benítez Arciniega** como Secretaria y los Consejeros Académicos y de Gobierno (lista anexa).

Por tratarse de sesión extraordinaria, el Presidente del Consejo declara quórum legal para sesionar, siendo válidos y obligatorios los acuerdos que de ella emanen, conforme al siguiente:

ORDEN DEL DÍA

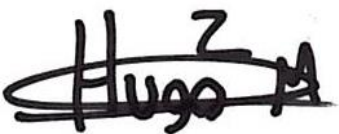
- **PUNTO ÚNICO: REESTRUCTURACIÓN DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE LA LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA**

Se pasó lista de presentes
(Se anexa relación con firmas)


El **Dr. En C. José Javier Reyes Lagos**, Coordinador de Docencia de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, somete para **aprobación** de los H.H. Consejos Académico y de Gobierno el "**Proyecto curricular de la Licenciatura en Bioingeniería Médica**"; que presenta el comité de currículo como resultado de la evaluación integral y bajo la asesoría del Departamento de Desarrollo Curricular se establece en el oficio DEP/871/2022 que la **Dra. en C. de M. Sandra Luz Martínez Vargas**, **directora de estudios profesionales**; otorgó con fundamento en el Reglamento de Estudios Profesionales la **opinión técnica favorable a la reestructuración del programa educativo**, ya que cuenta con los análisis suficientes que justifican y fundamentan los cambios al plan de estudios.

DICTAMEN: Se aprueba por unanimidad de votos.

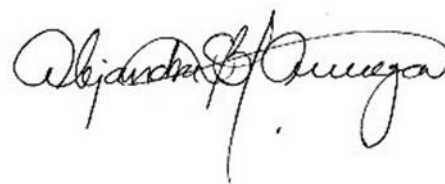
Se da por concluida la sesión a las 9:30 a.m.



FACULTAD DE MEDICINA
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
H. CONSEJO ACADÉMICO Y DE GOBIERNO



ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2022, Celebración de los 195 años de la apertura de clases en el Instituto Literario"



Dr. en Med. Hugo Mendieta Zerón
PRESIDENTE DE LOS HH. CONSEJOS
ACADÉMICO Y DE GOBIERNO

Dra. en B. Alejandra Donají Benítez Arciniega
SECRETARIA DE LOS HH. CONSEJOS
ACADÉMICO Y DE GOBIERNO

H.H. CONSEJOS



Universidad Autónoma del Estado de México

Oficio DEP/871/2022

Toluca, México a 22 de noviembre de 2022

Doctor en Endocrinología
Hugo Mendieta Zerón
Director de la Facultad de Medicina

P R E S E N T E

Con un cordial saludo, y una vez revisado el documento “Proyecto curricular de la Licenciatura en Bioingeniería Médica” que presenta el comité de currículo como resultado de la evaluación integral y bajo la asesoría del Departamento de Desarrollo Curricular, me permito otorgar, con fundamento en el Reglamento de Estudios Profesionales, la **opinión técnica favorable a la reestructuración del programa educativo**, ya que cuenta con los análisis suficientes que justifican y fundamentan los cambios al plan de estudios.

Dicho lo anterior, se le pide de la manera más atenta continuar con el procedimiento siguiente:

1. Dictamen y aprobación de sus HH. Consejos Académico y Gobierno.
2. Informar y solicitar a la Secretaría de Docencia el registro de la propuesta dictaminada para el análisis y aprobación del Consejo Universitario.
3. Exposición de la iniciativa por representantes del comité de currículo y autoridades de la Facultad ante de la Comisión de Planeación y Evaluación Académica e Incorporación de Estudios, del Consejo Universitario.
4. En su caso, atender las observaciones y recomendaciones de la Comisión.
5. Dictamen de la Comisión antes mencionada.
6. Análisis, discusión y aprobación de la propuesta por el Consejo Universitario.





Universidad Autónoma del Estado de México

Sin más, le agradezco el esfuerzo y el apoyo que brindó para que la culminación de este trabajo haya sido eficiente y oportuno.

Atentamente
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO

“2022, Celebración de los 195 años de la Apertura de las Clases en el Instituto Literario”

**Doctora en Ciencia de Materiales
Sandra Luz Martínez Vargas
Directora de Estudios Profesionales**

C.c.p. Consecutivo.
SLMV/ACMD/iad*





DIRECTORIO INSTITUCIONAL

Doctor en Ciencias e Ingeniería Ambientales Carlos Eduardo Barrera Díaz
Rector

Doctor en Ciencias de la Educación Marco Aurelio Cienfuegos Terrón
Secretario de Rectoría

Doctor en Ciencias Computacionales José Raymundo Marcial Romero
Secretario de Docencia

Doctora en Ciencias Sociales Martha Patricia Zarza Delgado
Secretaria de Investigación y Estudios Avanzados

Doctora en Humanidades María de las Mercedes Portilla Luja
Secretaria de Difusión Cultural

Doctor en Ciencias del Agua Francisco Zepeda Mondragón
Secretario de Extensión y Vinculación

Doctor en Educación Octavio Crisóforo Bernal Ramos
Secretario de Finanzas

Doctora en Ciencias Económico-Administrativas Eréndira Fierro Moreno
Secretaria de Administración

Doctora en Ciencias Administrativas María Esther Aurora Contreras Lara Vega
Secretaria de Planeación y Desarrollo Institucional

Doctora en Derecho Luz María Consuelo Jaimes Legorreta
Abogada General

Licenciada en Comunicación Ginarely Valencia Alcántara
Directora General de Comunicación Universitaria

Doctora en Ciencias de la Educación Yolanda Eugenia Ballesteros Senties
Secretaria Técnica de la Rectoría

Doctor en Ciencias Sociales Luis Raúl Ortiz Ramírez
**Director General de Centros Universitarios y Unidades Académicas
Profesionales Región A**

Doctora en Ciencias de la Educación Sandra Chávez Marín
**Directora General de Centros Universitarios y Unidades Académicas
Profesionales Región B**





DIRECTORIO DE LA FACULTAD DE MEDICINA

Doctor en Medicina Hugo Mendieta Zerón
Director

Doctora en Biomedicina Alejandra Donají Benítez Arciniega
Subdirectora Académica

Licenciada en Administración de Empresas Gabriela García Rodea
Subdirectora Administrativa

Maestro en Administración Pública Gabriel Pantoja Soto
Coordinador del Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Ciencias de la Salud

Maestra en Ciencias de la Salud Fátima García Espino
Coordinadora de Difusión Cultural

Maestra en Ciencias de la Salud Itzel Fabela Montes de Oca
Coordinadora de Extensión y Vinculación

Doctora en Investigación en Medicina Beatriz Elina Martínez Carrillo
Coordinadora de Planeación

Doctor en Ciencias (Ingeniería Biomédica) José Javier Reyes Lagos
Coordinador de Docencia de la Licenciatura de Bioingeniería Médica



COMITÉ DE CURRÍCULO

Responsable

M. en C. Claudia Ivette Ledesma Ramírez

Colaboradores

Dr. en C. José Javier Reyes Lagos
Dra. en I.V.R. Adriana Herlinda Vilchis González
Dra. en C. Araceli Consuelo Hinojosa Juárez
Dra. en I. M. Beatriz Elina Martínez Carrillo
Dra. en C.S. Liliana Aranda Lara
Dra. en C. F. Adriana Cristina Pliego Carrillo
Dra. en A.D. Gloria Ortega Santillán
Dr. en Hum. Arturo García Rillo
Dr. en I.A.M. Juan Carlos Ávila Vilchis
Dr. en C. y T. Luis Adrián Zúñiga Avilés
Dr. en I. I. Jorge Rodríguez Arce
Dr. en C. y T. Otniel Portillo Rodríguez
M. en Ing. Mariana Álvarez Carvajal
M. en A.F. Elizabeth Vilchis Salazar
M. en C. Laura Mercedes Santiago Fuentes
M. en C. C. Guillermo García Lambert

Asesoría curricular

Lic. en Ed. María Guadalupe Roque Gil
Lic. en Ed. Mayra Karina Laureano Avilés
Mtra. en Ed. Alicia Celen Macedo Delgado



PRESENTACIÓN

La Bioingeniería Médica es un campo multidisciplinario que integra principios de la ingeniería, las ciencias físicas, las matemáticas y la informática para el estudio de la biología y la medicina, con el objetivo final de mejorar la calidad de vida de los seres humanos. La bioingeniería médica no es un concepto nuevo; sin embargo, fue hasta la década de 1900 cuando los rápidos avances tecnológicos en las ciencias químicas, físicas y de la vida influyeron en los avances en la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades. La invención del electrocardiógrafo, el concepto de imágenes de rayos X, el microscopio electrónico, la válvula cardíaca mecánica y la secuenciación del genoma humano son solo algunos ejemplos de innovaciones tecnológicas que revolucionaron la ciencia y la medicina y cambiaron el enfoque de la atención médica humana. Las tecnologías para la salud actuales son una parte cada vez mayor de la toma de decisiones clínicas, dado que estas se conciben como la aplicación de conocimientos teóricos y prácticos estructurados en forma de dispositivos, medicamentos, vacunas, procedimientos y sistemas elaborados para resolver problemas sanitarios y mejorar la calidad de vida. Hoy en día, la necesidad de innovación en tecnologías para la salud es cada vez más prominente. El gasto mundial anual en atención médica ha experimentado un crecimiento continuo y se prevé este siga aumentando en los años subsecuentes. Los desafíos de la salud global son cada vez más complejos, generalizados y difíciles de controlar. Los recursos son escasos y con una población en crecimiento, nuestra sociedad necesita soluciones asequibles, portátiles y sostenibles. La Organización Mundial de la Salud se ha comprometido a hacer que mil millones de vidas sean más saludables, un objetivo que requerirá un compromiso generalizado por parte de los gobiernos, las empresas, los investigadores y los profesionales de las ciencias de la salud. Los profesionales en la bioingeniería médica estarán en el centro de este movimiento y enfrentarán la responsabilidad de la innovación continua de las diversas tecnologías para la salud. Se espera que la investigación en ingeniería biomédica cree tecnologías sanitarias que mejoren drásticamente la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades, así como la rehabilitación de diversos tipos de padecimientos.

Los desarrollos continuos en ciencia y tecnología están aumentando la disponibilidad de miles de dispositivos médicos, los cuales deben ser de buena calidad y usarse adecuadamente para abordar los desafíos de salud global.



Se reconoce que los dispositivos médicos son cada vez más indispensables en la prestación de atención médica y entre los especialistas clave responsables de su diseño, desarrollo, regulación, evaluación y capacitación en su uso, se encuentran los profesionales de la bioingeniería médica. Ante dicho escenario, la Universidad Autónoma del Estado de México asume el reto de la formación de profesionales capaces de abordar, con responsabilidad ética, social, ciudadana y medioambiental, los desafíos de una realidad cada vez más compleja y dinámica entorno a las tecnologías para la salud, y orientar sus funciones sustantivas al cumplimiento de metas institucionales, entre ellas, la de contar con programas educativos de estudios profesionales que respondan y contribuyan a la solución de los problemas referidos, a través de la formación integral de sus estudiantes, la equidad en la atención de la demanda, la eficiencia terminal, el fortalecimiento de los procesos de enseñanza y de aprendizaje y de la práctica profesional, articulada desde una perspectiva de formación epistemológica, teórica, metodológica, instrumental, ética, y ciudadana.

Dados los avances referentes en materia de las tecnologías para la salud, la Facultad de Medicina atiende la necesidad apremiante de la actualización curricular de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, al integrar el Comité de Currículo para iniciar los trabajos de reestructuración curricular, dando prioridad a la Agenda 2030, la Organización Mundial de la Salud, el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, la Ley General de Salud, el Plan de Desarrollo del Estado de México 2013-2023, las recomendaciones derivadas de los procesos de evaluación externa, y con estricto apego al Reglamento de Estudios Profesionales (2007). Lo anterior derivó en los análisis correspondientes a las categorías de Pertinencia, Congruencia, Trascendencia, Equidad, Eficiencia, Eficacia y Gestión, mismos que sustentan, fundamentan y justifican cada uno de los cambios que articulan la propuesta de reestructuración del curricular de la Licenciatura en Bioingeniería Médica (2023) que se presenta, el Modelo de formación profesional, el Plan de estudios, Modelo educativo y la Metodología de rediseño curricular.

A casi siete décadas de vida institucional, la Facultad de Medicina, a partir de esta propuesta, reafirma su compromiso universitario con el fortalecimiento institucional, como un proceso continuo, permanente y de cara a la sociedad.

Doctor en Medicina Hugo Mendieta Zerón

Director





ÍNDICE

	Pág.
I. DIAGNÓSTICO CURRICULAR	15
1.1 Pertinencia	15
1.2 Congruencia	57
1.3 Trascendencia	93
1.4 Equidad	115
1.5 Eficacia	127
1.6 Eficiencia	145
1.7 Gestión	177
II. MODELO DE FORMACIÓN PROFESIONAL	193
2.1 Características del currículo profesional	193
2.2 Conceptuación de la profesión	195
2.3 Perfil de ingreso	215
2.4 Perfil de egreso	217
2.4.1 Funciones y tareas profesionales que desarrollará el egresado	217
2.4.2 Competencias requeridas para el desempeño de las funciones y tareas como profesional universitario	219
2.4.3 Instrumentos y equipo que utilizará en el desempeño profesional	222
2.4.4 Sectores sociales y productivos donde se inserta el ejercicio profesional	223
2.4.5 Necesidades o problemas que contribuirá a satisfacer o resolver	223
2.4.6 Ámbitos de intervención profesional	223
2.5 Objetivos del programa educativo	225
III. PLAN DE ESTUDIOS	227
3.1 Objetivos de aprendizaje	227
3.2 Contenidos de aprendizaje	249
3.3 Estructura y organización del plan de estudios	253
3.3.1 Resumen de la estructura y organización del plan de estudios	260
3.4 Seriación	263



	Pág.
3.5 Distribución en períodos escolares	265
3.6 Reglas de operación para administrar el plan de estudios	271
3.7 Formación común	275
3.8 Mapa curricular	277
3.9 Tabla de equivalencia para desplazamiento	279
IV. MODELO EDUCATIVO	287
4.1 Modalidad educativa y sistema de administración de la enseñanza	289
4.2 Principios del aprendizaje, métodos de enseñanza y estrategias de aprendizaje	293
4.3 Competencias, docentes y disciplinarias, como profesores, tutores, asesores y diseñadores de materiales didácticos	299
4.3.1 Perfil académico del profesor y asesor	303
4.4 Recursos didácticos, bibliográficos y de información más adecuados	311
4.5 Instalaciones y equipamiento necesarios para la formación teórico-práctica	313
4.6 Otros escenarios de aprendizaje de necesaria previsión por convenio institucional	317
V. METODOLOGÍA DE REDISEÑO CURRICULAR	319
VI. DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS	325
6.1 Fuentes consultadas	325
6.2 Programa de instrumentación	335
6.3 Documentos de programación pedagógica de los dos primeros periodos	341
6.3.1 Programas de estudio	341



Índice de cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Aprendizajes que promueven los objetivos del plan de estudios de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, 2010	17
Cuadro 2. Congruencia entre las necesidades sociales actuales con el plan de estudios	19
Cuadro 3. Conocimientos, habilidades y actitudes que requieren los empleadores y su congruencia con el plan de estudios	27
Cuadro 4. Teorías y conocimientos, métodos y técnicas, principios y valores	36
Cuadro 5. Unidades de aprendizaje que no se imparten en el plan de estudios UAEMéx	43
Cuadro 6. Opinión de los egresados y su relación con el plan de estudios	52
Cuadro 7. Requerimientos de los egresados	55
Cuadro 8. Congruencia del perfil de egreso respecto a los objetivos generales y de áreas curriculares	58
Cuadro 9. Nivel cognitivo, afectivo y psicomotor de los verbos enunciados en los objetivos del programa educativo	69
Cuadro 10. Contribución de las unidades de aprendizaje del núcleo básico	76
Cuadro 11. Contribución de las unidades de aprendizaje del núcleo integral	78
Cuadro 12. Propuesta de cambio de denominación	80
Cuadro 13. Propuesta de cambio de tipo	82
Cuadro 14. Propuesta de cambio de núcleo	84
Cuadro 15. Aportación de las UUAA del núcleo básico e integral a la vida de los alumnos	96
Cuadro 16. UUAA, tipos y métodos pedagógicos	100
Cuadro 17. Principales instancias y sus funciones	178
Cuadro 18. Recomendaciones emitidas por los CIEES	187



Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Áreas curriculares y unidades de aprendizaje del plan de estudios	16
Tabla 2. Demanda de aspirantes por formarse en el programa educativo	33
Tabla 3. Análisis de los programas educativos de IES Internacionales	39
Tabla 4. Análisis de los programas educativos de IES Nacionales	44
Tabla 5. Actividades de aprendizaje de las unidades de aprendizaje	87
Tabla 6. Frecuencia relativa de métodos, técnicas o estrategias de enseñanza-aprendizaje reportadas por los profesores	88
Tabla 7. Ajuste de ubicación de las UUAA	90
Tabla 8. Resumen de la estructura y organización del plan de estudios, 2010	92
Tabla 9. Principales métodos pedagógicos empleados en la Licenciatura en Bioingeniería Médica	93
Tabla 10. Apreciación estudiantil	109
Tabla 11. Número de aceptados por formarse en el programa educativo	128
Tabla 12. Forma de evaluación de las unidades de aprendizaje	129
Tabla 13. Índice de deserción por generación	141
Tabla 14. Índice de eficiencia terminal	142
Tabla 15. Modalidad de titulación	143
Tabla 16. Índice de titulación por cohorte	144
Tabla 17. Indicadores recomendados ANUIES/PROMEP*	145
Tabla 18. Planta académica de la Licenciatura en Bioingeniería Médica	146
Tabla 19. Indicadores para el periodo 2021B	147
Tabla 20. Congruencia entre el perfil académico actual del personal académico respecto a las UUAA	149
Tabla 21. Cursos que habilitan a cada profesor para una enseñanza reconocida en su disciplina	160
Tabla 22. Perfil académico de los responsables y corresponsables de laboratorio	163
Tabla 23. Número de equipos, promedio de alumnos y horas por semana de uso por laboratorio	164
Tabla 24. Participación de profesores en programas de estímulos	166



	Pág.
Tabla 25. Porcentaje de cursos y el rango de calificaciones	167
Tabla 26. Capacidad, equipamiento y materiales	168
Tabla 27. Unidades de aprendizaje que utilizan espacios adicionales a las aulas	172
Tabla 28. Presupuesto ordinario asignado a la Facultad de Medicina durante el periodo 2017 a 2021	175
Tabla 29. Costo directo por alumno por año	176

Índice de gráficas

	Pág.
Gráfica 1. Resultados de la encuesta de estilos de aprendizaje por periodo	112





I. DIAGNÓSTICO CURRICULAR

1.1 Pertinencia

Valorará los fundamentos del programa educativo

Congruencia de los objetivos y contenidos del plan de estudios, con las necesidades del mercado de trabajo, las expectativas de la sociedad y de los estudiantes

Descripción de la carrera

La Licenciatura en Bioingeniería Médica como opción educativa se crea en el año 2010 y se oferta a partir del ciclo escolar 2011-2012 en la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Es una carrera perteneciente al área de conocimiento de las Ciencias de la Salud, y se considera como Programa Científico Práctico (CP) de acuerdo con el Programa del Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), y es evaluada por los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación (CIEES).

El objeto de estudio de nuestra profesión son las tecnologías para la salud las cuales son concebidas como la aplicación de conocimientos teóricos y prácticos estructurados en forma de equipos y dispositivos médicos, procedimientos clínicos y quirúrgicos y sistemas de organización y apoyo para proveer herramientas de atención a la salud.

El Licenciado en Bioingeniería Médica es el profesional capacitado para colaborar con un equipo multidisciplinario en el área de la salud, para intervenir en el diseño, desarrollo, manejo, aplicación, gestión, evaluación, investigación e innovación de tecnologías para la salud. El profesional desempeña las siguientes funciones: impulsar el diseño innovador de las tecnologías para la salud; coordinar la gestión de la tecnología en los centros de salud; evaluar el diseño y la operación de las tecnologías de acuerdo con el contexto sanitario del país; y promover programas de seguridad para el manejo de riesgos en la implementación y operación de las tecnologías para la salud, con la finalidad mejorar la calidad en la atención a los pacientes y en la vida del ser humano.

El plan de estudios está diseñado para que se curse en 9 periodos (4.5 años) más un año de servicio social hospitalario o de investigación, tiene un total de 444 créditos, de los cuales 426 corresponden a unidades de aprendizaje de carácter obligatorio y 18 a unidades de aprendizaje de carácter optativo.

La organización del plan de estudios se establece por núcleos de formación básico, sustantivo e integral. El núcleo básico comprende 12 unidades de aprendizaje con un valor de 110 créditos que están ligados al aprendizaje de las bases contextuales teóricas y filosóficas de las ciencias básicas para la formación de nuestro profesional; el núcleo sustantivo comprende 32 unidades de aprendizaje (29 obligatorias y 3 optativas) con un valor de 221 créditos que están referidos al dominio teórico, metodológico y axiológico del campo de conocimiento donde se inserta nuestro profesional; finalmente, el núcleo integral cuenta con 17 unidades de aprendizaje con un valor de 113 créditos que engloban los escenarios educativos para la integración, aplicación y desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permiten a nuestro profesional el desempeño de las funciones ligadas a su ámbito de intervención.





La estructura curricular de las unidades de aprendizaje se agrupa en 10 áreas curriculares, mismas que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Áreas curriculares y unidades de aprendizaje del plan de estudios

Área	Unidades de aprendizaje	
	Obligatorias	Optativas
Tecnología e Instrumentación Médica	11	0
Morfofuncional	9	2
Imágenes Médicas	4	3
Robótica Médica	8	0
Ingeniería Clínica	7	1
Matemáticas	5	0
Filosofía	4	0
Idiomas	4	0
Física	3	0
Programación	3	0

Fuente: Elaboración propia a partir del Proyecto Curricular de la Licenciatura en Bioingeniería, 2010.

Como se muestra en la Tabla 1, el área de Tecnología e Instrumentación Médica predomina con un mayor número de UUAA (11) mismas que cuentan con un enfoque sobre las bases tecnológicas aplicando los principios y métodos de la ingeniería y la tecnología para la comprensión, definición y resolución de los problemas fisiológicos y biomédicos.

No obstante, las áreas curriculares denominadas Morfofuncional, Robótica Médica e Ingeniería Clínica cuentan con 9, 8 y 7 UUAA respectivamente, que consideran el estudio de la estructura y movimiento del cuerpo humano, las bases científicas que fundamentan el análisis cinemático de mecanismos, los fundamentos de robótica y la tecnología de rehabilitación, así como los fundamentos para el cuidado de la salud aplicando la ingeniería y gestión tecnológica en las instituciones de salud.

El área de Matemáticas cuenta con 5 UUAA que consolidan las teorías y métodos matemáticos que son utilizados como herramienta para la demostración y fundamentación de distintos procesos en la aplicación de la bioingeniería.

De igual manera se encuentran las áreas de Imágenes Médicas, Filosofía e Idiomas con 4 UUAA cada una que corresponden a contenidos del modelado, adquisición, análisis, procesamiento y utilización de las imágenes médicas; los problemas éticos que se presentan en la atención de los problemas de salud de los pacientes en las instituciones de salud y el dominio del idioma inglés.

Finalmente, se encuentran las áreas curriculares de Física y Programación con 3 UUAA cada una, sus contenidos se orientan a conocimientos básicos de la física aplicados a las ciencias de la vida y programas para el diseño de algoritmos enfocados a resolver problemas enfocados a la bioingeniería.



Por tanto, los grandes aprendizajes que promueven los objetivos del plan de estudios son los que se muestran a continuación en el Cuadro 1:

Cuadro 1. Aprendizajes que promueven los objetivos del plan de estudios de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, 2010

- Estudiar problemas en las actividades motoras del cuerpo humano como marcha, movimiento, fuerzas, músculos, articulaciones y huesos.
- Desarrollar equipos y sistemas tecnológicos para la rehabilitación integral de personas con discapacidad.
- Analizar principios clínicos implícitos en el diseño y funcionamiento de equipos médicos más representativos del monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.
- Establecer requisitos de diseño y construcción de áreas blancas, grises y negras, de blindaje radiológico en hospitales.
- Generar tecnología para solucionar problemas y necesidades específicas en los campos de intervención e investigación médica.
- Utilizar aparatos para medir variables fisiológicas y analizar la información proveniente del mismo
- Estudiar las normas, reglamentos y estándares para el diseño, producción y uso de la tecnología utilizada en el sector salud.
- Elaborar estrategias nacionales sobre evaluación, planificación, adquisición y gestión de tecnologías sanitarias.

Fuente: Elaboración propia a partir del Proyecto Curricular de la Licenciatura en Bioingeniería, 2010.



Expectativas de la sociedad

El Comité de Currículo, como primer análisis para determinar la pertinencia del plan de estudios, consultó la Agenda 2030, la Organización Mundial de la Salud, el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, la Ley General de Salud, el Plan de Desarrollo del Estado de México 2013-2023, los Retos de la Seguridad Social en el Siglo XXI, recomendaciones del Comité Interinstitucional para la Evaluación de la Educación Superior y los lineamientos institucionales para la reestructuración de los planes de estudio, e identificó las necesidades sociales actuales que justifican la formación del profesional en Bioingeniería Médica, estas se enlistan a continuación:

1. Conocer los procedimientos vigentes para uso, regulación, mantenimiento, importación, exportación y disposición final de equipos y dispositivos médicos.
2. Elaborar directrices nacionales o regionales sobre prácticas adecuadas de fabricación y reglamentación, que instituyan sistemas de vigilancia y otras medidas para garantizar la calidad, seguridad y eficacia de los dispositivos médicos y, cuando corresponda, participen en la armonización internacional.
3. Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología en el área de la salud del país.
4. Formular estrategias para la incorporación, uso y aprovechamiento de las TIC, así como de sistemas de evaluación, planificación, adquisición y gestión de tecnologías sanitarias, en particular de dispositivos médicos; asegurando que éstas respondan a las necesidades de salud de la población.
5. Diseño y desarrollo de dispositivos de calidad y efectivos para garantizar su seguridad y accesibilidad.
6. Evaluar y administrar desde el ámbito clínico y tecnológico el área de ingeniería biomédica de hospitales e industrias públicas y privadas.
7. Evaluar las tecnologías para la salud con el fin de que sean de alta calidad, efectivas, accesibles, de precio justo, apropiadas, disponibles y socialmente aceptables.
8. Promover el desarrollo sostenible, los derechos humanos, la igualdad de género, una cultura de paz y no violencia y la valoración de la diversidad cultural mediante la educación.
9. Fortalecer la enseñanza de un segundo idioma.

Con base en las necesidades anteriores se procedió a analizar la congruencia que guardan con respecto al plan de estudios, objetivos del programa educativo y perfil de egreso, a continuación, se muestran los resultados:



Cuadro 2. Congruencia entre las necesidades sociales actuales con el plan de estudios

Necesidad social actual/Ámbito	Unidades de Aprendizaje	
	Obligatorias	Optativas
<p>1. Manejo: Conocer los procedimientos vigentes para uso, regulación, mantenimiento, importación, exportación y disposición final de equipos y dispositivos médicos.</p>	<p>Sistema de salud Metrología de variables biomédicas Tecnología médica por aparato y sistema 1 Tecnología médica por aparato y sistema 2 Temas selectos de bioingeniería 2 Adquisición de imágenes médicas</p>	<p>Calidad en los servicios de salud</p>
<p>2. Gestión: Elaborar directrices nacionales o regionales sobre prácticas adecuadas de fabricación y reglamentación, que instituyan sistemas de vigilancia y otras medidas para garantizar la calidad, seguridad y eficacia de los dispositivos médicos y, cuando corresponda, participen en la armonización internacional.</p>	<p>Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería Ergonomía y factores humanos Seguridad e higiene en el trabajo Sistemas informáticos de administración hospitalaria Telemedicina Temas selectos de bioingeniería 2 Sistemas de asistencia y rehabilitación Bioética Ética y humanismo Epistemología general Epistemología de las ciencias naturales</p>	<p>Calidad en los servicios de salud</p>



Continuación...

Necesidad social actual/Ámbito	Unidades de Aprendizaje	
	Obligatorias	Optativas
3. Investigación: Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología en el área de la salud del país.	Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería	
	Ergonomía y factores humanos	
	Sistema de salud	
	Sistemas informáticos de administración hospitalaria	
	Telemedicina	
	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas	
	Análisis de sistemas y señales biomédicas discretas	
	Comunicación persona máquina	
	Electrónica analógica	
	Electrónica digital y procesadores de señales	
	Introducción a la instrumentación biomédica	
	Metrología de variables biomédicas	Inteligencia artificial/vida artificial
	Tecnología médica por aparato y sistema 1	Modelado de objetos en 3 Dimensiones
	Tecnología médica por aparato y sistema 2	Realidad virtual
	Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza	Bioquímica médica
	Anatomía del aparato musculoesquelético	Biología molecular y celular
	Anatomía por aparatos y sistemas	
	Fisiología del aparato musculoesquelético	
	Fisiología por aparatos y sistemas	
	Patología general	
	Adquisición de imágenes médicas	
	Análisis de imágenes médicas	
	Tratamiento de imágenes médicas	
	Análisis y síntesis de mecanismos	
	Biomecánica	
	Dibujo por computadora	
	Mecánica de materiales	
Proyecto terminal de bioingeniería		
Robótica médica		
Sistemas de asistencia y rehabilitación		



Continuación...

Necesidad social actual/Ámbito	Unidades de Aprendizaje	
	Obligatorias	Optativas
	Temas selectos de bioingeniería 1 Álgebra lineal para bioingeniería Análisis de sistemas y señales biomédicas continuas Cálculo diferencial e integral para bioingeniería Ecuaciones diferenciales para bioingeniería Probabilidad y estadística para bioingeniería Epistemología general Epistemología de las ciencias naturales Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería Fluidos y termodinámica Algoritmos y programación básica Métodos numéricos Programación avanzada	
4. Gestión y evaluación: Formular estrategias para la incorporación, uso y aprovechamiento de las TIC, así como de sistemas de evaluación, planificación, adquisición y gestión de tecnologías sanitarias, en particular de dispositivos médicos; asegurando que éstas respondan a las necesidades de salud de la población.	Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería Ergonomía y factores humanos Seguridad e higiene en el trabajo Sistema de salud Sistemas informáticos de administración hospitalaria Telemedicina Tecnología médica por aparato y sistema 1 Tecnología médica por aparato y sistema 2 Temas selectos de bioingeniería 2 Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza Ética y humanismo	



Continuación...

Necesidad social actual/Ámbito	Unidades de Aprendizaje	
	Obligatorias	Optativas
5. Diseño: Diseño y desarrollo de dispositivos de calidad, efectivos para garantizar su seguridad y accesibilidad.	Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería	
	Ergonomía y factores humanos	
	Sistemas informáticos de administración hospitalaria	
	Telemedicina	
	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas	
	Comunicación persona máquina	
	Electrónica analógica	
	Electrónica digital y procesadores de señales	
	Introducción a la instrumentación biomédica	
	Temas selectos de bioingeniería 2	
	Anatomía del aparato musculoesquelético	
	Anatomía por aparatos y sistemas fisiología del aparato musculoesquelético	Calidad en los servicios de salud
	Fisiología por aparatos y sistemas	Inteligencia artificial/vida artificial
	Patología general	Modelado de objetos en 3 Dimensiones
	Adquisición de imágenes médicas	Realidad virtual
	Análisis y síntesis de mecanismos	
	Biomecánica	
	Dibujo por computadora	
	Mecánica de materiales	
	Robótica médica	
	Sistemas de asistencia y rehabilitación	
	Temas selectos de bioingeniería 1	
	Cálculo diferencial e integral para bioingeniería	
	Bioética	
	Ética y humanismo	
	Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería	
	Circuitos eléctricos	
Fluidos y termodinámica		
Algoritmos y programación básica		
Programación avanzada		



Continuación...

Necesidad social actual/Ámbito	Unidades de Aprendizaje	
	Obligatorias	Optativas
6. Gestión, Evaluación e Innovación: Evaluar y administrar desde el ámbito clínico y tecnológico en el área biomédica de hospitales e industrias públicas y privadas.	Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería	
	Ergonomía y factores humanos	
	Seguridad e higiene en el trabajo	
	Sistema de salud	
	Sistemas informáticos de administración hospitalaria	
	Telemedicina	
	Tecnología médica por aparato y sistema 1	Calidad en los servicios de salud
	Tecnología médica por aparato y sistema 2	
	Temas selectos de bioingeniería 2	
	Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza	
	Adquisición de imágenes médicas	
	Epistemología general	
	Epistemología de las ciencias naturales	
	Bioética	
Ética y humanismo		
7. Manejo, Aplicación y Evaluación: Evaluar las tecnologías para la salud con el fin de que sean de alta calidad, efectiva, accesible, de precio justo, apropiada, disponible y socialmente aceptable.	Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería	
	Ergonomía y factores humanos	
	Electrónica analógica	
	Tecnología médica por aparato y sistema 1	Calidad en los servicios de salud
	Tecnología médica por aparato y sistema 2	
	Temas selectos de bioingeniería 2	
	Bioética	
	Ética y humanismo	



Continuación...

Necesidad social actual/Ámbito	Unidades de Aprendizaje	
	Obligatorias	Optativas
8. Desarrollo e Innovación: Promover el desarrollo sostenible, los derechos humanos, la igualdad de género, una cultura de paz y no violencia y la valoración de la diversidad cultural mediante la educación.	Seguridad e higiene en el trabajo	Inteligencia artificial/vida artificial
	Sistema de salud	Modelado de objetos en 3 Dimensiones
	Tanatología	Realidad virtual
	Telemedicina	
	Epistemología general	
	Epistemología de las ciencias naturales	
	Bioética	
	Ética y humanismo	
	Sistemas informáticos de administración hospitalaria	
	Telemedicina	
	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas	
	Análisis de sistemas y señales biomédicas discretas	
	Comunicación persona máquina	
	Electrónica analógica	
	Electrónica digital y procesadores de señales	
	Introducción a la instrumentación biomédica	
	Metrología de variables biomédicas	
	Tecnología médica por aparato y sistema 1	
	Tecnología médica por aparato y sistema 2	
	Temas selectos de bioingeniería 2	
	Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza	
	Adquisición de imágenes médicas	
	Análisis de imágenes médicas	
Tratamiento de imágenes médicas		
Robótica médica		
Temas selectos de bioingeniería 1		
Métodos numéricos		
Programación avanzada		
9. Idioma: Fortalecer la enseñanza de un segundo idioma	Inglés C1	
	Inglés C2	
	Inglés D1	
	Inglés D2	

Fuente: Elaboración propia con base en el plan de estudios 2010.



Respecto a la necesidad 1, las UUAA del plan de estudios son pertinentes porque abordan de manera general los conocimientos de procedimientos vigentes para uso, regulación y mantenimiento de tecnología médica, es necesario revisar los contenidos de la UA de Temas selectos de Bioingeniería Médica 2 para enfatizar aspectos de tecnología médica. Respecto a la UA optativa Calidad en los servicios de salud debe cambiar a obligatoria y revisar sus contenidos para que estén dirigidos a la enseñanza de procesos relacionados con la distribución y almacenamiento de dispositivos médicos.

Para la necesidad 2, las UUAA del plan de estudios son pertinentes porque abarcan la revisión actualizada de la normatividad nacional e internacional, así como los niveles de prevención, lo que posibilita comprender la necesidad de garantizar el acceso a los servicios de salud y a la tecnología médica. Es necesario revisar los contenidos de la UA de Temas selectos de bioingeniería 2 para incluir aspectos de elaboración de directrices nacionales sobre prácticas adecuadas de fabricación y reglamentación de la tecnología médica.

En la necesidad 3, las UUAA son pertinentes en el ámbito de la investigación, innovación y desarrollo de la tecnología en salud, sin embargo, es necesario que se mantengan actualizadas. Es necesario considerar UUAA que traten aspectos de innovación, desarrollo tecnológico e investigación, como generación de patentes, evaluación del nivel de madurez de la tecnología y el estudio de desarrollos recientes. Se debería considerar una UA para la realización de un proyecto integrador. Por ello se recomienda incorporar una unidad de aprendizaje de teoría de control con el propósito de que puedan aplicarse los conocimientos adquiridos en proyectos de los alumnos. Faltan UUAA que se orienten a la programación de dispositivos móviles y el internet de las cosas para el desarrollo de aplicaciones en el área de la ingeniería biomédica.

Para cubrir la necesidad 4, es deseable que se revisen los contenidos de las UUAA de Tecnología médica por aparato y sistema 1 y 2, Temas selectos de bioingeniería 2, para fortalecer tópicos de Ingeniería Clínica como sistemas automatizados de gestión tecnológica y su regulación. Se sugiere incorporar UUAA con contenidos sobre gestión de la tecnología médica.

Para la necesidad 5 se sugiere revisar los contenidos de las UUAA Comunicación persona máquina y Temas selectos de bioingeniería 2 para que aborden tópicos vinculados a la calidad, seguridad y accesibilidad de la tecnología médica y enfocarlos al diseño y desarrollo de dispositivos médicos con base en los TRLs, la propiedad intelectual, la transferencia tecnológica, regulación en el diseño y la manufactura. También se sugiere incluir en estas UUAA temas de usabilidad, eficiencia y eficacia de los dispositivos. Se sugiere que el plan de estudios contenga cuando menos tres UUAA de Electrónica analógica, incorporando electrónica de potencia. Igualmente, se recomienda que el plan de estudios contenga al menos dos UUAA de Electrónica Digital. Es importante revisar los contenidos de las UUAA de Ética y humanismo, así como la de Bioética, para hacer explícito el análisis temático de la seguridad del paciente.



En la necesidad 6 se sugiere que se revisen los contenidos programáticos de las UUAA de Tecnología médica por aparato y sistema 1 y Tecnología médica por aparato y sistema 2 de ambas UUAA para enfatizar el proceso de administración y evaluación de las tecnologías médicas, los procesos mediante los cuales se forman las imágenes médicas, las normativas y reglamentos nacionales y/o internacionales de uso de los dispositivos. Se sugiere revisar los contenidos de la UA Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería e incluir temas de gestión, herramientas de negocios, evaluación de costos y desarrollo de productos e innovación, así como el desarrollo de habilidades directivas enfocados a la industria biomédica. Se puede incorporar una UA temas sobre el manejo de proyectos y evaluación de tecnologías que incluya el aspecto financiero/económico.

En la necesidad 7 se sugiere revisar los contenidos de las UUAA Temas selectos de bioingeniería 2 y Tecnología médica por aparato y sistema 1 y 2 para incluir temas relacionados a la calidad y la economía de las tecnologías médicas. Para la UA de Calidad en los servicios de salud, se sugiere ajustar el contenido y cambiar el carácter optativo a obligatorio.

En la necesidad 8 los contenidos de la UA de Tanatología pueden incorporarse en otras UUAA que cubran esta necesidad, además de incorporar UUAA de Ética de la persona y la comunidad y Ética de la confianza como responsabilidad.

Finalmente, para la necesidad 9 se deberá promover que se curse y acredite al menos una UA totalmente en un segundo idioma.

También es importante resaltar que el perfil de egreso es congruente con las necesidades sociales actuales, además, existe congruencia entre los objetivos del plan de estudios con las necesidades sociales, sin embargo, son insuficientes y es necesario reforzarlos.



Mercado laboral

Para conocer la pertinencia de los objetivos, perfil de egreso y plan de estudios del programa educativo de la Licenciatura de Bioingeniería Médica desde la perspectiva del mercado laboral y qué contenidos o aspectos son necesarios incorporar o adecuar para mejorar su pertinencia, el Comité de Currículo aplicó una encuesta a 14 empleadores de egresados de la licenciatura, de los cuales su mayoría pertenece al sector público. Los empleadores entrevistados pertenecen a los siguientes espacios de trabajo públicos como la Secretaría de Salud, Centro Médico y Centro Oncológico del Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMyM), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Hospital Materno Infantil Mónica Pretelini, Hospital General Nicolás San Juan y Centro Médico Adolfo López Mateos; respecto a los privados se encuentran: BIOAPCO, Reina Madre, Tesi de México y Casa Plarre.

La mayoría de los empleadores coincidió en que los profesionistas pueden desarrollarse como jefes de departamento o ingenieros de servicio (88.9 % de selección), dejando en últimos lugares puestos como ingeniería clínica, analista o auxiliar. Ocho empleadores indicaron que han tenido que capacitar a los profesionistas en los temas referentes a: capacitación técnica y administrativa, capacitación especializada sobre productos y mantenimiento preventivo de equipo médico.

En el Cuadro 3 se presentan los conocimientos, habilidades y actitudes que requieren los empleadores de nuestros profesionistas, y además la relación o unidades de aprendizaje que atienden parcial o totalmente dicho requerimiento.

Cuadro 3. Conocimientos, habilidades y actitudes que requieren los empleadores y su congruencia con el plan de estudios

Aspecto	Requerimiento	Plan de estudios (UAA obligatorias y optativas)	
Conocimientos	Electrónica	Electrónica analógica Circuitos eléctricos Introducción a la instrumentación biomédica Álgebra lineal para bioingeniería Análisis de sistemas y señales biomédicas continuas Análisis de sistemas y señales biomédicas discretas Cálculo diferencial e integral para bioingeniería Ecuaciones diferenciales para bioingeniería	
		Electrónica de potencia	No se tiene como contenido
		Internet de las Cosas	Telemedicina
		Circuitos lógicos	Electrónica digital y procesadores de señales



Continuación...

Aspecto	Requerimiento	Plan de estudios (UAAA obligatorias y optativas)
Conocimientos	Programación	Programación avanzada Algoritmos y programación básica Métodos numéricos Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza
	Mecánica práctica	Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería
	Normatividad y cuestiones legales sobre licitaciones, contratos, fallos, etc.	Temas selectos de bioingeniería 2 Calidad en los servicios de salud (Opt.)
	Fisiología	Fisiología del aparato musculoesquelético Fisiología por aparatos y sistemas Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas Neurociencias Bioquímica médica Biología molecular y celular (Opt.)
	Ventilación mecánica	Tecnología médica por aparato y sistema 1 Tecnología médica por aparato y sistema 2
	Manejo de bases de datos	Sistemas informáticos de administración hospitalaria Telemedicina
	Anestesia y/o rayos X	Tecnología médica por aparato y sistema 1 Tecnología médica por aparato y sistema 2 Imagenología Adquisición de imágenes médicas
	Sensores Bioeléctricos	Introducción a la instrumentación biomédica Telemedicina
	Seguridad e higiene en el ambiente hospitalario e infraestructura	Seguridad e higiene en el trabajo Sistema de salud Ergonomía y factores humanos



Continuación...

Aspecto	Requerimiento	Plan de estudios (UAA obligatorias y optativas)
Habilidades	Habilidades practicas con equipos reales	Tecnología médica por aparato y sistema 1 Tecnología médica por aparato y sistema 2
	Capacidad analítica, resolución de problemas, y manejo del tiempo	Calidad en los servicios de salud (Opt.) Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería
	Capacidad para reconocer circuitos eléctricos y bloques de equipo médico.	Electrónica analógica Circuitos eléctricos Introducción a la instrumentación biomédica Análisis de sistemas y señales biomédicas continuas Análisis de sistemas y señales biomédicas discretas Tecnología médica por aparato y sistema 1 Tecnología médica por aparato y sistema 2
	Utilización de equipo de simulación de paciente y equipo de diagnóstico de equipo médico.	Temas selectos de bioingeniería 2
	Metodología de aplicación de soluciones y pruebas	No se tiene como contenido
	Administración de Proyectos	Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería
	Manejo de equipo de medición especializado	Metrología Temas selectos de bioingeniería 2 Tecnología médica por aparato y sistema 1 Tecnología médica por aparato y sistema 2



Continuación...

Aspecto	Requerimiento	Plan de estudios (UAAA obligatorias y optativas)
Actitudes	Ética, honestidad, responsabilidad, proactividad, autoconfianza, autoconocimiento, reconocimiento de limitaciones, disposición, compromiso, empatía, trabajo en equipo y bajo presión, sentido de la urgencia y actitud de servicio	Ética y humanismo Bioética Tanatología

Fuente: Elaboración propia, con base en las encuestas de los empleadores.

A partir del cuadro anterior, se puede observar que el plan de estudios cumple con los requerimientos actuales del mercado laboral, sin embargo, es necesario reforzarlo con contenidos de electrónica de potencia, métodos para solución de problemas y conceptos básicos de derecho mercantil. Se sugiere incorporar contenidos de programación orientada a objetos, así como lenguajes compatibles con el desarrollo de aplicaciones móviles.

Con respecto al perfil de egreso y objetivos del programa educativo estos cubren los requerimientos, sin embargo, se recomienda incorporar las funciones y habilidades de fisiología y el manejo de datos de gran volumen.

Para complementar el estudio de empleadores, el Comité de Currículo realizó una investigación sobre el comportamiento del mercado laboral de la Bioingeniería Médica, mediante la consulta de organismos internacionales y nacionales de ocupación, mismos que otorgaron la siguiente información:

A nivel internacional, la Oficina de Estadísticas Laborales de EE.UU. (U.S. Bureau of Labor Statistics), prevé un crecimiento del 6% en la demanda de ingenieros biomédicos y bioingenieros para el período de 2020-2030, con una proyección de creación de 1,400 trabajos anualmente en ese país; donde la mayoría de sus ingenieros se desarrollan en la manufactura e investigación. El Estándar Internacional de Clasificación de Ocupaciones clasifica a los ingenieros biomédicos en tres grupos diferentes y las tareas relacionadas en cada grupo se detallan a continuación:



Profesionales de ciencias de la vida

- Realizar investigaciones en los laboratorios para aumentar el conocimiento científico de los organismos vivos, descubrir nueva información, probar hipótesis, resolver problemas en áreas como el medio ambiente, la agricultura y la salud, y desarrollar nuevos productos, procesos y técnicas para uso farmacéutico, agrícola y medioambiental.
- Diseñar y realizar experimentos y pruebas.
- Recoger especímenes y dato de humanos, animales, insectos y plantas, y estudiar su origen, desarrollo, forma química y física, estructura, composición y procesos de vida y reproducción.
- Examinar organismos vivos utilizando diversos equipos, instrumentos, tecnologías y técnicas especializadas, como microscopios electrónicos, telemetría, sistemas de posicionamiento global, biotecnología, imágenes por satélite, ingeniería genética, análisis de imágenes digitales, reacción en cadena de la polimerasa y modelización informática.

Ingenieros profesionales no clasificados en ninguna otra categoría (U.G. 2149)

- Aplicar los conocimientos de ingeniería al diseño, desarrollo y evaluación de sistemas y productos biológicos y sanitarios, como órganos artificiales, prótesis e instrumentación.
- Diseñar dispositivos utilizados en diversos procedimientos médicos y sistemas de imagen, como la resonancia magnética, y dispositivos para automatizar las inyecciones de insulina o controlar las funciones corporales.
- Diseñar componentes de instrumentos ópticos como lentes, microscopios, telescopios, láseres, sistemas de discos ópticos y otros equipos que utilizan las proporciones de la luz.
- Identificación de riesgos potenciales e introducción de procedimientos y dispositivos de seguridad

Profesionales de la salud no clasificados en ninguna otra categoría (U.G. 2269)

- Recomendar adaptaciones ambientales en el hogar, trabajo, ocio y escuela de un individuo o grupo de individuos con limitaciones funcionales para desempeñar sus actividades y ocupaciones diarias.

En cuanto a los organismos nacionales, de acuerdo con la información reportada en la base de datos “Recursos en Salud Sectorial 2020” de la Secretaría de Salud reporta que a nivel central se tienen registrados 473 Ingenieros Biomédicos como parte de los recursos humanos dentro de las Unidades Médicas y Hospitales en el sector salud, los cuales se distribuyen de la siguiente manera: SSA (77%), DIF (0.4%) Hospitales estatales (5.7%), SEMAR (4.2%), SEDENA (0.6%), ISSSTE (4.4%), IMSS (4.7%), y Unidades Médicas relacionadas con alguna Universidad (3%).



En el Observatorio Laboral Mexicano no se encuentra la carrera de Bioingeniería o su término análogo de Ingeniería Biomédica, en el listado de carreras dentro de las áreas de Ingenierías y Ciencias Biológicas. Sin embargo, sí se encuentran carreras con conocimientos afines como son:

- Ciencias de la Computación: con 264,681 puestos ocupados;
- Electrónica y Automatización: con 92,335 puestos ocupados; y
- Diagnóstico médico y tecnología del tratamiento: con 8,190 puestos ocupados.

En la Clasificación Mexicana de Ocupaciones, se encuentra a los Ingenieros Biomédicos en el grupo Unitario 1106, donde se describe que: “Los trabajadores clasificados en este grupo unitario desarrollan y aplican métodos y tecnología para el tratamiento de enfermedades, perfeccionan técnicas terapéuticas o quirúrgicas y llevan a cabo el análisis y diseño de sistemas hospitalarios y programas de seguridad.” Algunas de las actividades que realizan son:

- Desarrollar y aplicar métodos y tecnologías para el tratamiento de enfermedades.
- Perfeccionar técnicas terapéuticas o quirúrgicas.
- Investigar el funcionamiento celular, normal y patológico en sus aspectos estructurales, genéticos, inmunológicos, biofísicos, bioquímicos, para el desarrollo de instrumental quirúrgico, aparatos ortopédicos, equipo de diagnóstico, etc.
- Realizar otras tareas afines.

En el SINCO-2019 se clasifica a los ingenieros biomédicos en la categoría 2431, dentro del subgrupo 243 Otros especialistas en salud. En este documento se señala que el trabajo de estos profesionistas es:

- Desarrollar y aplicar métodos y tecnología para el tratamiento de enfermedades,
- Perfeccionar técnicas terapéuticas o quirúrgicas y
- Llevar a cabo el análisis y diseño de sistemas hospitalarios y programas de seguridad en salud.

En esta categoría también se comprende a los supervisores de trabajadores en actividades de investigación biomédica que deberán cumplir con las mismas actividades antes mencionadas, así como tareas afines.

Considerando lo anterior, el plan de estudios, perfil de egreso y objetivos del programa de la Licenciatura en Bioingeniería Médica corresponden de manera general con lo que mencionan los organismos internacionales y nacionales de ocupación laboral. También se recomienda puntualizar en los objetivos del programa educativo el desarrollo y vigilancia de tecnología de asistencia y explicitar acciones encaminadas a desarrollo de instrumental quirúrgico.



Demanda de aspirantes

El Comité de Currículo realizó una investigación del número de aspirantes que desean formarse en el programa educativo en los últimos seis años, a través de la recuperación de los datos que se establecen en las Agendas Estadísticas de la UAEMéx, para identificar si la licenciatura sigue siendo una opción de interés para los jóvenes que aspiran a una formación profesional, los resultados se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 2. Demanda de aspirantes por formarse en el programa educativo

Año	Aspirantes	Presentaron Examen	Aceptados
2015	271	258	53
2016	309	298	59
2017	440	425	50
2018	334	320	68
2019	422	411	93
2020	478	457	78

Fuente: Agenda Estadística de la UAEMéx (2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020).

Como puede observarse en la Tabla 2, tanto la demanda de aspirantes como el número de aceptados al programa de Licenciatura en Bioingeniería Médica muestran una tendencia al alza. Se puede observar que el año 2017 es el que presenta menor número de aceptados, a pesar de haber registrado el segundo mayor número de aspirantes. Sin embargo, la relación promedio entre la cantidad de alumnos aceptados en comparación con la cantidad de alumnos que presentaron examen es un poco superior al 18%, de esta forma a partir de 2018, la tendencia al alza ha implicado la apertura de un mayor número de grupos y, por consecuencia, la necesidad de una cantidad mayor de profesores. Un comportamiento invariante que se observa en la Tabla 2 está relacionado con el hecho de que el número de personas que presenta examen es menor al número de aspirantes y mayor al número de aceptados. Se observa también que el mayor número de aspirantes se presentó en 2020 mientras que el de aceptados fue en 2019.

Por otro lado, al realizar una comparación entre los alumnos que presentaron examen de ingreso a la Licenciatura de Bioingeniería Médica en comparación con otros programas educativos afines de la UAEMéx, se puede concluir que el programa educativo supera en cantidad de candidatos a otras licenciaturas como Licenciatura en Ingeniería en Computación, Ingeniería en Electrónica, Licenciatura en Biotecnología, Licenciatura en Matemáticas, y tiene una demanda similar a la Licenciatura en Nutrición que se imparte en el mismo espacio académico (Agenda Estadística UAEMéx 2020).

Dicho lo anterior se puede concluir que el programa educativo sigue siendo de interés para la formación profesional.



Servicio social

Para conocer las expectativas de los estudiantes que realizan servicio social y la congruencia que tiene este con los objetivos, perfil de egreso y plan de estudios y qué contenidos o aspectos sería necesario adecuar o incorporar para mejorar la pertinencia del programa, se aplicó una encuesta a 92 alumnos que habían concluido el servicio social (72%) o que se encontraban en proceso de terminarlo (28%) entre los años 2015-2020. Los resultados de esta encuesta indican que el 90% de los encuestados reportó haber realizado servicio social en hospitales públicos y privados, 8% lo realizó en el área de investigación y el 2% en otras sedes no especificadas. Aunado a esto, el 87% indicó que las actividades que realizaron (o estaban realizando) en su servicio social fueron adecuadas de acuerdo con su formación en Bioingeniería Médica, el 8% reportaron parcialmente adecuadas y únicamente el 5% que no fueron adecuadas.

Entre las funciones más reportadas destacan:

- Promover el uso óptimo de la tecnológica para ofrecer la mejor calidad de atención a los pacientes.
- Formular estrategias y planes para el desarrollo de sistemas de evaluación, planificación, adquisición y gestión de tecnologías de uso sanitarias.
- Desarrollar evaluaciones sobre la utilidad técnica, funcional y económica de las tecnologías y difundir la información correspondiente.

Aunado a lo anterior las actividades que realizan en cada una de las funciones son: mantenimiento preventivo, correctivo y reparaciones (32%), capacitación (9.5%), trabajo administrativo (9%), inspección de equipo (9%), gestión de equipo (8.6%), inventarios o control de insumos (7.6%), investigación y desarrollo (5.2%), atención a proveedores (3.8%), actividades en el quirófano (3%), apoyo en realización de estudios (3%), instalación de equipos (3%), trabajo informático y de imagenología (3%) y atención a usuarios (2%).

Por lo tanto, de acuerdo con las funciones y actividades que los alumnos realizan en el servicio social y su congruencia con el perfil de egreso, se identifica que todas las tareas que se realizan son adecuadas y están contempladas en su perfil de egreso, como profesional especializado en procesos de gestión, evaluación, diseño e innovación para el desarrollo de la tecnología para la salud. Sin embargo, es necesario reforzar el perfil de egreso con aspectos relacionados a la investigación y desarrollo tecnológico.

Así mismo, los estudiantes encuestados consideran que los conocimientos a fortalecer para un mejor desempeño en el servicio social son: tecnología e instrumentación (30%), electrónica (24%), ingeniería clínica, considerando la gestión de la tecnología, mantenimiento, normatividad, licitaciones (19%), administración (8%), habilidades blandas como las habilidades de negociación, trabajo en equipo, inteligencia emocional, etc. (7%), programación (3%), mecánica (3%), imagenología (3%), metrología (2%), seguridad (2%), patentes (1%), redacción de artículos (1%) y herramientas de procesamiento de datos (1%).

Referente a las áreas curriculares del plan de estudios que consideraron que les sirvieron para el desarrollo de su servicio social son el área de tecnología e instrumentación, ingeniería clínica, idiomas, imágenes médicas, programación y morfofuncional.



De acuerdo con los conocimientos que alumnos requieren para mejorar su desempeño en el servicio social y su congruencia con el plan de estudios, se identifica que en su mayoría son atendidos con UUAA del plan de estudios, sin embargo, es necesario reforzar los contenidos de las UUAA de Temas selectos de bioingeniería 2 (gestión de la tecnología médica), Introducción a la instrumentación biomédica, Programación avanzada, Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería, Mecánica de materiales, Imagenología, Metrología de variables biomédicas, Seguridad e higiene en el trabajo. La UUAA de Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería deberá actualizarse para enfocarse a aspectos vinculados a la administración hospitalaria.

Con respecto a las actitudes que aplicaron o están aplicando en el servicio social destacan de mayor a menor: 1) disposición para trabajar en situaciones críticas con equipos multidisciplinarios en el área de la salud, 2) iniciativa, 3) actitud favorable, 4) trabajo en equipo, 5) ser propositivo, 6) ser prudente y 7) innovación. Referente a los valores que aplicaron o están aplicando se posicionan de mayor a menor: 1) responsabilidad, 2) vocación de servicio, 3) ética, 4) respeto a sus semejantes, 5) sociales y 6) culturales.

Por lo tanto, si bien los objetivos del programa educativo son congruentes con los requerimientos de los alumnos en el servicio social con las funciones que realizan, así como los conocimientos que requieren, es necesario que incorporen conocimientos axiológicos de actitud propositiva, respeto a sus semejantes, trabajo en equipo, vocación de servicio, ética, etc.



Capacidad para incorporar teorías y conocimientos vigentes, principios y valores legítimos, estrategias y métodos factibles

Con la finalidad de valorar la pertinencia de las teorías y conocimientos, así como los métodos, técnicas, principios y valores que promueve el programa educativo de Bioingeniería Médica respecto a la opinión de expertos en la enseñanza de la profesión, se aplicó una encuesta a 16 expertos en los meses de junio a septiembre de 2021 pertenecientes a las instituciones públicas y privadas como: el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Dräger Medical México S.A de C.V, Instituto Nacional de Perinatología, Johnson & Johnson, Siemens Healthineers, Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), Universidad de Guadalajara, Universidad Politécnica de Pachuca, Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Autónoma de San Luis Potosí y profesionistas independientes. Las teorías, conocimientos, metodologías y valores que según los expertos son pertinentes para la Licenciatura en Bioingeniería Médica, así como la relación que existe con los que están en el programa educativo se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Teorías y conocimientos, métodos y técnicas, principios y valores

Aspecto	Opinión de expertos	Programa educativo
Teorías y conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Electrónica analógica y digital, análisis de circuitos • Programación • Procesamiento de señales • Imágenes y de datos biomédicos (informática biomédica) • Instrumentación • Modelado y control de sistemas lineales • Biomecánica • Metrología • Fisiología y anatomía • Bioquímica • Administración de proyectos y recursos • Normatividad y regulación sanitaria, administración de servicios de salud / salud pública / hospitalaria, gestión de tecnologías para la salud, ingeniería clínica y hospitalaria, fundamentos de equipo médico • Matemáticas aplicadas a bioingeniería • Mecatrónica, electrónica de potencia • Bioestadística 	<ul style="list-style-type: none"> • Principios de la teoría celular y tisular • Fundamentos de anatomía y fisiología • Fundamentos bioquímicos y metabólicos • Principios y teorías de neurociencias • Teorías sobre el pensamiento computacional. • Principios farmacológicos • Fundamentos de fisiopatología • Fundamentos de algoritmos y programación • Principios y teorías fisicomatemáticas • Teorías y fundamentos de circuitos electrónicos e instrumentación • Teoría de la probabilidad y estadística • Fundamentos de tecnología médica • Fundamentos de análisis de señales, imágenes médicas e identificación de patrones



Continuación...

Aspecto	Opinión de expertos	Programa educativo
Teorías y conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje máquinal y clasificadores • Fisiopatología de enfermedades infecciosas y crónico degenerativas, fisiología celular • Principios de diagnóstico clínico 	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos de administración y evaluación de proyectos y sistemas de salud • Principios y fundamentos de epistemología
Métodos y técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas informáticos para la gestión y administración de tecnología y equipo médico • Administración de recursos hospitalarios • Técnicas de diseño e instrumentación para equipo médico • Software de simulación, análisis y modelado • Software de análisis estadístico (distinto a Excel) • Software CAD de diseño especializado (PCB e impresión en 3D) • Diversos lenguajes de programación • Simuladores médicos • Herramientas para el diseño y planeación de proyectos • Herramientas de calibración y mantenimiento de equipo médico • Sistemas para la calidad en las empresas 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos fisiopatológicos • Métodos de procesamiento, análisis y visualización de imágenes y señales médicas. • Métodos de análisis y medición de circuitos electrónicos. • Técnicas de instrumentación biomédica y sistemas de procesamiento de señales • Técnicas de modelado y simulación tridimensional de objetos • Métodos numéricos para la resolución de problemas biomédicos • Técnicas de diseño y modelado para el control de sistemas biomédicos • Técnicas de programación para el diseño e implementación de software para el procesamiento de datos • Métodos fisicomatemáticos para la resolución de problemas biomédicos • Técnicas para la administración, evaluación y gestión de equipo médico y sistemas de salud • Técnicas de uso de software para la simulación y diseño CAD • Métodos de programación para la implementación de sistemas inteligentes aplicados a la bioingeniería • Técnicas de evaluación de diseño y usabilidad de sistemas biomédicos



Continuación...

Aspecto	Opinión de expertos	Programa educativo
Principios y valores	• Ética	• Honestidad
	• Compromiso	• Justicia
	• Empatía	• Veracidad
	• Constancia	• Independencia
	• Honestidad	• Tolerancia
	• Responsabilidad	• Compromiso
	• Tolerancia	• Disciplina
	• Sinceridad	• Respeto
	• Disciplina	• Integridad
	• Puntualidad	• Solidaridad
	• Trabajo en equipo	• Ética profesional
	• Comunicación asertiva	• Humanismo
	• Pensamiento crítico	
	• Pensamiento analítico	
	• Solución y análisis de problemas	
	• Autoaprendizaje	
	• Razonamiento lógico	
	• Manejo de clientes	
	• Toma de decisiones	

Fuente: Elaboración propia con base en la opinión de los expertos.

De acuerdo con el análisis realizado de la encuesta a expertos, las teorías, conocimientos, métodos, técnicas, principios y valores del programa educativo son pertinentes, congruentes y suficientes con lo que los expertos mencionan.

En general, el programa educativo cubre los conocimientos relacionados con Fisiología, Anatomía, Patología y Neurociencias en el área médica, así como de Programación, Análisis y Procesamiento de Datos, Señales e Imágenes, Electrónica y Control en el área de Ingeniería. Sin embargo, se identifica como áreas de oportunidad fortalecer los conocimientos de normatividad, salud pública y bioestadística de acuerdo con el quehacer del Bioingeniero Médico, matemáticas con aplicaciones biomédicas, así como la necesidad de incluir conocimientos de mecatrónica y electrónica de potencia, además de fortalecer el modelado y control de sistemas lineales.

Por otro lado, a pesar de las fortalezas que tiene el plan de estudios respecto al dominio de métodos y técnicas, es necesario reforzar los conocimientos sobre: las técnicas de diseño e instrumentación de equipo médico, el uso de software especializado para el análisis estadístico, el conocimiento y manejo de herramientas para el diseño y construcción de circuitos electrónicos, el dominio de varios lenguajes de programación actuales, el uso de herramientas para el diseño y planeación de proyectos y conocimiento de herramientas de calibración y mantenimiento de equipo médico.



Planes de estudio de escuelas líderes

Para conocer la postura en torno a las teorías y conocimientos, métodos y principios y valores que se promueven en la Licenciatura en Bioingeniería médica de la UAEMéx respecto a las escuelas líderes, el Comité de Currículo realizó una comparación de su plan de estudios con algunas Instituciones de Educación Superior (IES) internacionales y nacionales que imparten licenciaturas o estudios afines. Los resultados se muestran a continuación:

IES Internacionales

En el análisis de programas similares al de la Licenciatura en Bioingeniería Médica que se ofertan en instituciones extranjeras, se utilizó la clasificación de Shangai (*Shangai Rankings, 2021*) para seleccionar aquellas instituciones mejor clasificadas en el área de *Biomedical Engineering*. Con base en lo anterior, se analizaron los programas educativos de las siguientes instituciones: Harvard University de Estados Unidos de América (*Harvard John A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences, 2021*), Massachusetts Institute of Technology (MIT) de Estados Unidos de América (*School of Engineering MIT, 202*), UCL London's Global University de Reino Unido (*Biomedical Engineering MEng, 2021*) e Instituto Nacional Politécnico / Universidad de Grenoble Alpes de Francia (*School of Biomedical Engineering and Biotechnology, 2021*).

Tabla 3. Análisis de los programas educativos de IES Internacionales

Instituciones de Educación Superior	Programa educativo	Duración (periodos y años)	Enfoque	Análisis
Harvard University	Bachelor of Arts (AB) y Bachelor of Science (SB)	SD	Énfasis en el diseño de dispositivos/prototipos que deben cumplir con la normatividad vigente, para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas teniendo en cuenta la salud pública, la seguridad y el bienestar, así como los factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos, así como identificar, formular y resolver problemas complejos mediante la aplicación de los principios de la ingeniería, la ciencia y las matemáticas.	El plan de estudios se estructura con cursos avanzados, basados en conocimientos de matemáticas, ciencias e introducción a las ciencias de la ingeniería.



Continuación...

Instituciones de Educación Superior	Programa educativo	Duración (periodos y años)	Enfoque	Análisis
Massachusetts Institute of Technology	Especialidad en Bioingeniería Médica	SD	Aplicación de los principios de la ingeniería para resolver problemas desafiantes en biología y medicina.	Los alumnos deben cursar entre 78 y 84 UUAA de las cuales, entre 42 y 48 UUAA se relacionan con las áreas de: Programación y modelado computacional (12 UUAA), Matemáticas (6 UUAA mínimo), Fisiología humana (12 UUAA) e Ingeniería biomédica y aplicaciones (30 a 36 UUAA).



Continuación...

Instituciones de Educación Superior	Programa educativo	Duración (periodos y años)	Enfoque	Análisis
UCL London's Global University	1 Biomedical Science	180 ECTS, duración de 3 años	Se orienta más a la parte médica con herramientas ingenieriles para el desarrollo de investigación en el campo clínico.	Tiene una mayoría de UUAA del área de la salud.
	2 Biomedical Engineering-BEng	180 ECTS, duración de 3 años	Se orienta a la aplicación de principios ingenieriles y al diseño para el desarrollo tecnológico en salud.	Se enfoca en proporcionar herramientas a los alumnos para la resolución de problemas complejos en medicina, gracias a una importante carga académica en modelado y análisis matemático.
	3 Biomedical Engineering-Meng	240 ECTS, duración de 4 años	Es una extensión del programa BEng con el propósito de especializarse en alguna temática y de realizar un proyecto de fin de estudios relacionado con el tema elegido.	En el cuarto año, los alumnos pueden elegir UUAA complementarias en dispositivos y materiales para ortopedia, en imágenes médicas o en dispositivos biomédicos, además de módulos del área médica.



Continuación...

Instituciones de Educación Superior	Programa educativo	Duración (periodos y años)	Enfoque	Análisis
Instituto Nacional Politécnico – Universidad de Grenoble, Alpes	Ingeniero Biomédico	180 ECTS, duración de 3 años e impartido 100% en el idioma inglés	El enfoque del programa está en el desarrollo de tecnología, busca que sus egresados se inserten en empresas de desarrollo tecnológico, en laboratorios de investigación o que impulsen la creación de empresas para el desarrollo de tecnología en el área de la salud.	<p>El primer año es común a todas las formaciones de ingeniería semejantes con UUAA como Electrónica, Tratamiento de señales, Control y Programación, entre otras. Sin embargo, también pueden incluirse UUAA enfocadas en la Física, la Termodinámica y los Materiales. A partir del segundo año, las UUAA se enfocan en la formación del ingeniero biomédico y se proponen dos especialidades: 1) <i>Medical Imaging and Nanomedicine</i> y 2) <i>Nanobiology and Medical Devices</i>.</p> <p>En el tercer año de formación, se eligen UUAA dependiendo de la especialización seleccionada. La formación incluye movilidad obligatoria y el tercer año puede combinarse con un primer año de nivel maestría. El último semestre se enfoca en la realización de un proyecto integrador en empresa o en laboratorio.</p>

Nota: Es importante resaltar que 1 crédito académico europeo (ECTS) equivale a una intensidad horaria de 25 a 30 horas de trabajo académico y personal por parte del estudiante, por lo que un menor número de UA o una menor duración en años de un programa europeo, no significa un menor tiempo de formación con respecto a la de la UAEMéx.

Fuente: Elaboración propia con base en las Instituciones de Educación Superior.



De manera general, se observa que los programas se enfocan al desarrollo de dispositivos para la medicina. No consideran aspectos del manejo de equipos médicos (mantenimiento, adquisición, selección, etc.) ni la organización o administración de estos, además se observa que las UUAA de formación del área de la salud están orientadas al paradigma de modelado de sistemas y no se presentan UUAA de orientación humanista. Este es un punto de diferencia muy marcado con respecto al programa de Bioingeniería Médica de la UAEMéx, que sí contempla estos aspectos, sin embargo, el programa de la UAEMéx proporciona pocas herramientas para el desarrollo de nuevas tecnologías.

Dentro de las unidades de aprendizaje que no se imparten en el plan de estudios se encuentran las mostradas en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Unidades de aprendizaje que no se imparten en el plan de estudios UAEMéx

Harvard	Massachusetts Institute of Technology	UCL London's Global University	Instituto Nacional Politécnico – Universidad de Grenoble Alpes
Análisis de Sistemas Fisiológicos, Fisiología Cuantitativa como Fundamento para la Bioingeniería, Ingeniería de Tejidos, Introducción a la Neuroingeniería, Ingeniería Termodinámica, Ingeniería Celular, Diseño de Dispositivos Médicos, Entrega de Fármacos, Introducción a los Biomateriales, Sistemas Microfisiológicos, Resolución de Problemas y Proyecto de Diseño	Ingeniería en Salud Ambiental, Biomateriales, Fisiología Clínica y Cuantitativa, Diseño de Dispositivos Médicos e Implantes, Control Neural de Movimiento, Computación Biomédica, Tecnología de asistencia, Neuroingeniería y Neurotecnología, Computación Neural, Medicina Futura (Suministro de Medicamentos, Terapéutica y Diagnóstico), Biomecánica Molecular, Celular y de Tejidos, así como aspectos relacionados con Investigación.	Modelado Matemático y Análisis, Ingeniería Cardíaca, Física del Cuerpo Humano, y Biofluidos Mecánicos.	Proyecto de investigación en el grupo de Ingeniería Biomédica, Electroquímica, Transferencia de Calor, Introducción a la Administración de Negocios, Electromagnetismo para Ingeniería Biomédica, Fisiología y Bioenergética, Creación de Empresas, Administración, Proyecto final, Intercambio Académico Obligatorio.

Fuente: Elaboración propia con base en los planes de estudios internacionales.



A partir del cuadro anterior, se identificaron algunas de las unidades de aprendizaje que al ser incorporadas pueden fortalecer el programa educativo de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, estas UUAA son las relacionadas al diseño de dispositivos médicos, proyectos de diseño y modelado matemático de sistemas fisiológicos.

IES Nacionales

Con respecto al panorama nacional la Licenciatura en Bioingeniería Médica, es el único programa con dicha denominación que se oferta en México y que se ubica en el Área de Ciencias de la Salud. El programa educativo, tiene estrecha relación con programas similares orientados a la Ingeniería Biomédica (ver Tabla 4) que se encuentran ubicados en el Área de Ingeniería y Tecnología. La elección de los programas educativos se fundamenta en que son los programas educativos con mayor antigüedad en la impartición de licenciaturas similares y que han mostrado mayor demanda a lo largo de los años u ofrecen doble titulación.

Tabla 4. Análisis de los programas educativos de IES Nacionales

Institución	Programa educativo	Duración (periodos y años) y créditos	Enfoque	Análisis
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (Licenciatura en Ingeniería Biomédica UAM, 2021)	Licenciatura en Ingeniería Biomédica	4 años (12 trimestres) 521 a 544 créditos	Se orienta al diseño y desarrollo de instrumentación electrónica y métodos de medición que apoyan el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.	La similitud de contenidos con UUAA de la UAEMéx es de 57.81%. Las diferencias son en el área médica, humanística y de ciencias sociales, destacando las siguientes UUAA: Fisiología Cuantitativa, Prácticas Hospitalarias y Prácticas Profesionales.



Continuación...

Institución	Programa educativo	Duración (periodos y años) y créditos	Enfoque	Análisis
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI) – Instituto Politécnico Nacional (Instituto Politécnico Nacional Ingeniería Biomédica, 2021)	Licenciatura en Ingeniería Biomédica	4 años. (8 semestres) 438 créditos	Se orienta a integrar las ciencias médicas con las ciencias exactas, la administración y la conservación hospitalaria para incrementar la eficiencia de la atención a la salud.	La similitud de contenidos con UUAA de la UAEMéx es de 67.19%. Las diferencias son, fundamentalmente, en el área médica, humanística y de ciencias sociales, destacando las siguientes UUAA: Biomateriales, Álgebra Vectorial, Electroquímica, Procesos de Manufactura, Arquitectura de Hospitales, Métodos de Instrumentación Automatizada y Tecnología Clínica Ambiental.
Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional Autónoma de México (Facultad de Ingeniería UNAM / Ingeniería en Sistemas Biomédicos, 2021)	Ingeniería en Sistemas Biomédicos	5 años 10 semestres 430 créditos	Su finalidad es diseñar, implantar, mantener y desarrollar nuevas tecnologías en el ambiente médico-hospitalario.	La similitud de contenidos con UUAA de la UAEMéx es de 51.56%. Las diferencias fundamentalmente están en el área médica, humanística y la de ciencias sociales; destacando las siguientes UUAA: Estancia, Biomateriales, Biotermofluidos, Cálculo vectorial, Manufactura, Acústica y Óptica, Mecánica de Sólidos, Diseño de Elementos de Máquinas, Creatividad, Liderazgo, Ciencias, Tecnología y Sociedad, Seminarios Sociohumanísticos, entre otras.



Continuación...

Institución	Programa educativo	Duración (periodos y años) y créditos	Enfoque	Análisis
Facultad de ingeniería- Facultad de Medicina – Universidad Autónoma de Nuevo León – Plan doble Diploma con Universidad de Grenoble, Francia (Facultad de Ingeniería UANL / Ingeniería en Sistemas Biomédicos, 2021)	Ingeniería Biomédica	5 años. (10 semestres) 226 créditos		El porcentaje de similitud con la carrera ofertada en la UAEMéx es del 52%, el cual está asociado prácticamente con las UUAA básicas. La carrera de Ingeniero Biomédico propone 6 UUAA optativas que permiten que los alumnos elijan un perfil ya sea administrativo, clínico, ingeniería de tejidos, entre otros. La diferencia más importante es que no se imparten un número considerable de UUAA del área de ciencias de la salud ni humanísticas. Otra ventaja que ofrece esta carrera con respecto a la de la UAEMéx es que considera tanto las prácticas profesionales y el servicio social como parte de su plan de estudios, incluyendo carga académica.



Continuación...

Institución	Programa educativo	Duración (periodos y años) y créditos	Enfoque	Análisis
Universidad Iberoamericana (privada) (Ibero Ingeniería Biomédica, 2021)	Ingeniería Biomédica	4 años (8 periodos) 388 créditos	Se orienta al diseño, desarrollo y evaluación de dispositivos y tecnología que permita atender y solucionar eficientemente e innovadoramente problemas médicos en instituciones de salud públicas y privadas.	La similitud de contenidos con UUAA de la UAEMéx es de 43.75%. Las UUAA que se imparten en esta licenciatura que marcan la diferencia con la UAEMéx y son relevantes para la formación, incluyen las siguientes: Introducción a la Ingeniería Biomédica, Fundamentos de Física, Estática y Laboratorio, Desarrollo de Dispositivos biomédicos, Diseño Digital y Laboratorio, Diseño en Ingeniería Biomédica, Diseño Avanzado en Ingeniería Biomédica, Procesos de Manufactura y Laboratorio y Estancia Industrial.



Continuación...

Institución	Programa educativo	Duración (periodos y años) y créditos	Enfoque	Análisis
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (privada) (ITESM Ingeniería Biomédica, 2021)	Ingeniería Biomédica	4.5 años (9 semestres) 180 créditos	El programa integra la formación en ciencias médicas y biológicas orientadas al desarrollo de dispositivos, sistemas y servicios tecnológicos para atender las necesidades de salud. El modelo educativo permite personalizar el perfil de egreso en tres áreas: Ingeniería tisular y medicina regenerativa, Procesamiento avanzado de señales e imágenes biomédicas, Kinesiología e ingeniería de rehabilitación.	La similitud de contenidos con UUAA de la UAEMéx es de 42.19%. Las UUAA que se imparten en esta licenciatura que marcan la diferencia con la UAEMéx y son relevantes para la formación, incluyen las siguientes: Introducción a la Ingeniería Biomédica, Física, Electricidad y Magnetismo, Microcontroladores, Biomateriales, Neuroingeniería y Diseño en Ingeniería Biomédica.



Continuación...

Institución	Programa educativo	Duración (periodos y años) y créditos	Enfoque	Análisis
Facultad de Ingeniería – Universidad Anáhuac (privada) (Norte, U. A. M. C., 2021)	Ingeniería Biomédica	4.5 años (9 semestres) 422 créditos	El programa integra las ciencias de la ingeniería para implementar dispositivos y desarrollar sistemas tecnológicos que permitan solucionar problemas de salud a nivel de la industria médica, instituciones asistenciales, instituciones de educación superior y centros de investigación. Destaca por situar la dignidad de la persona en el centro de la innovación tecnológica.	La similitud de contenidos con UUAA de la UAEMéx es de 42.19%. Las UUAA que se imparten en esta licenciatura que marcan la diferencia con la UAEMéx y son relevantes para la formación, incluyen las siguientes: Introducción a la Ingeniería Biomédica, Física General, Física Moderna, Física Médica, Fundamento de Semiconductores, Cálculo Multivariado, Transformadas Integrales, Biología general, Biomateriales, Diseño de Sistemas Biomédicos, Sistemas Embebidos para Ingeniería Biomédica, BioMEMS y BioNEMS.

Fuente: Elaboración propia con base en los planes de estudios nacionales.

La duración reportada de las carreras que se ofrecen en instituciones nacionales comprende 12 trimestres, o bien, de 8 a 10 semestres, de manera que la Licenciatura en Bioingeniería Médica cuenta con una duración adecuada (9 periodos) para los estándares nacionales. El valor en créditos del programa educativo es de 444, situándose en el rango nacional que oscila de 180 a 544. Es importante señalar, que la carrera que oferta la UAEMéx, es el único programa educativo donde el servicio social es regulado por la Secretaría de Salud a través de la Comisión Interinstitucional para la Formación de Recursos Humanos para la Salud.

Dentro de las similitudes en cuanto a los objetivos y perfil de egreso entre las IES y la UAEMéx se encuentra el diseño, desarrollo, aplicación, mantenimiento y optimización de tecnologías aplicadas a las ciencias de la salud, además de gestionar y evaluar el uso clínico de los sistemas tecnológicos, así como la aplicación de conocimientos, técnicas y herramientas como las matemáticas, computación, ingeniería, humanidades, ciencias sociales y la ingeniería clínica.



Al realizar el análisis de los contenidos de las IES públicas a través de las UUAA se identificó una similitud de contenidos en un rango del 51 al 67%. Las diferencias con el programa de la UAEMéx están situadas, principalmente con UUAA del ámbito de las ciencias médicas, ingeniería clínica, tecnología médica, filosofía y ciencias sociales (económico-administrativas).

Las UUAA impartidas en la UAEMéx y que no son consideradas en otros programas nacionales son: Metrología de variables biomédicas, Patología general, Mecánica de materiales, Comunicación persona máquina, Sistema de salud, Inglés C1, C2, D1 y D2, Patología clínica, Seguridad e higiene en el trabajo, Tanatología, Epistemología general, Epistemología de las ciencias naturales, Análisis de imágenes médicas, Telemedicina, Biología molecular y celular, Calidad en los servicios de salud, Farmacología general, Inteligencia artificial, Realidad virtual, Modelado de objetos en 3 Dimensiones y Robótica médica. Este conjunto de UUAA hace al programa que oferta la UAEMéx único, con un componente en el área de salud sustancial con respecto a los otros programas.

Entre los contenidos que se imparten en las IES nacionales de carácter público y que representarían un aporte significativo a la formación de la UAEMéx, destacan los siguientes: Biomateriales, Biotermofluidos, Regulación de Dispositivos Médicos, Bioestadística, Física y Magnetismo, Prácticas Profesionales, Prácticas Hospitalarias y Estancia.

Respecto al análisis de los contenidos a través de las UUAA con IES nacionales de carácter privado, se identificó una similitud de contenidos en un rango del 42 al 44%. Las diferencias con el programa de la UAEMéx están situadas, principalmente con UUAA del ámbito de las Ciencias Médicas, Ingeniería Clínica, Tecnología Médica, Filosofía y Ciencias Sociales (económico-administrativas).

Las UUAA impartidas en la UAEMéx y que no son consideradas en otros programas nacionales de IES privadas son: Anatomía por aparatos y sistemas, Metrología de variables biomédicas, Patología general, Mecánica de materiales, Comunicación persona máquina, Sistema de salud, Patología clínica, Seguridad e higiene en el trabajo, Tratamiento de imágenes médicas, Tanatología, Epistemología general, Análisis de imágenes médicas, Epistemología de las ciencias naturales, Telemedicina, Biología molecular y celular, Calidad en los servicios de salud, Farmacología general, Inteligencia artificial, Realidad virtual, Modelado de objetos en 3 Dimensiones y Robótica médica. Entre los contenidos que se imparten en las IES nacionales de carácter privado y que representarían un aporte significativo a la formación de la UAEMéx, destacan los siguientes: Biomateriales, Desarrollo de dispositivos biomédicos, Procesos de Manufactura, Neuroingeniería, Estancias y prácticas profesionales.

Finalmente se puede concluir que, a través de la comparación de semejanzas y diferencias curriculares del plan de estudios de la Licenciatura en Bioingeniería Médica con los diferentes planes de estudios similares a nivel nacional, muestra que el programa de la UAEMéx es único en su tipo. A nivel nacional, la formación está fuertemente sustentada en el ámbito de las Ingenierías, marcando una diferencia con el programa de la UAEMéx que está orientado a una formación más integral y centrada en escenarios laborales, por lo que busca el equilibrio entre los contenidos del área de las Ciencias Médicas, del Área Social y Humanística.



Incorporación y evolución de los egresados en el mercado laboral

Para conocer el grado de integración de los egresados en el mercado de trabajo y en qué medida su formación profesional responde a los requerimientos de este, así como los aspectos que habría modificar o incorporar para mejorar la pertinencia del programa educativo, el Comité de Currículo aplicó una encuesta a 80 egresados en los meses de junio a noviembre de 2021. El 68 % de los egresados reportaron estar insertos en el ámbito laboral, de los cuales el 87% tienen un trabajo relacionado con su profesión. El 27% tienen un sueldo superior a los \$20,000 pesos mensuales. Otro 27% tiene un sueldo entre \$15,000 y \$20,000 pesos mensuales. Más del 35% de los egresados tienen un sueldo entre \$10,000 y \$15,000 pesos mensuales y aproximadamente el 15% tiene un sueldo inferior a los \$10,000 pesos mensuales. Algunas de las instituciones o empresas donde trabajan son: Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Instituto de Salud del Estado de México (ISEM), Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMyM), Instituto Materno Infantil del Estado de México (IMIEM), Hospital General Dr. Nicolás San Juan, Hospital Pediátrico San Juan de Aragón, Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica (SOMIB), Medtronic, Comsalud, Grupo Ángeles Levbeth Medical, Premium systems, Arsa, Siemens Healthineers, Grupo SIM, Medical Imaging Group, GE Healthcare, Biossmann, Philips, entre otros.

De aquellos que no se encuentran insertos en el ámbito laboral reportaron entre sus motivos principales: falta de experiencia profesional, exigencias de contratación que no cumplen, se encuentran estudiando un posgrado de tiempo completo, así como bajos salarios, falta de oportunidades y asuntos familiares.

Más del 25% de los egresados están muy satisfechos con la formación recibida en la UAEMéx y más del 62% están satisfechos, solamente alrededor del 10% se sienten poco satisfechos.

De los datos recabados en cuanto a las actividades que realizan los egresados, se reportaron las siguientes: administrar y coordinar servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de equipo médico, reacondicionamiento de equipo médico, venta y soporte técnico, instalación, capacitación, puesta en marcha y asesoramiento de equipo médico, supervisor del departamento de servicio, gestión tecnológica, participación en procesos de licitación, control de calidad, especialista de producto, supervisor de equipo médico, capacitador del uso de equipo médico, soporte y gestión de sistemas de administración hospitalaria. En general, las actividades que realizan los egresados en el campo laboral son congruentes y pertinentes con el perfil de egreso del Licenciado en Bioingeniería Médica. De esta forma, las funciones descritas en el perfil de egreso tienen una relación muy estrecha con la práctica general, ya que, de acuerdo con la encuesta de egresados, el área en la que se desempeñan laboralmente o las actividades que realizan coinciden con las funciones y tareas descritas en el perfil de egreso. Con base en estos resultados se puede constatar que la formación que recibieron los egresados de este programa educativo durante su estancia en la UAEMéx favoreció a su incorporación al mercado laboral.



Dentro de los conocimientos, métodos, instrumentos y valores que aplican en su ejercicio profesional, así como la relación con el plan de estudios se muestra a continuación en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Opinión de los egresados y su relación con el plan de estudios

Aspecto	Opinión de egresados	UUA del plan de estudios (obligatorias y optativas) que cubren parcial o totalmente
Conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Anatomía • Fisiología • Física y química • Ingeniería clínica • Mecanismos • Termodinámica • Tecnología biomédica • Electrónica y circuitos • Instrumentación • Señales fisiológicas • Programación • Tratamiento y procesamiento de imágenes • Administración • Seguridad e higiene 	<ul style="list-style-type: none"> • Anatomía del aparato musculoesquelético • Fisiología del aparato musculoesquelético • Anatomía por aparatos y sistemas • Fisiología por aparatos y sistemas • Neurociencias • Bioquímica médica • Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería • Fluidos y termodinámica • Análisis y síntesis de mecanismos • Biomecánica • Circuitos eléctricos • Electrónica analógica • Electrónica digital y procesadores de señales • Introducción a la instrumentación biomédica • Algoritmos y programación básica • Programación avanzada • Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas • Tecnología médica por aparato y sistema 1 y 2 • Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería • Seguridad e higiene en el trabajo • Adquisición de imágenes médicas • Análisis de imágenes médicas • Tratamiento de imágenes médicas • Biología molecular



Continuación...

Aspecto	Opinión de egresados	UUA del plan de estudios (obligatorias y optativas) que cubren parcial o totalmente
Métodos y herramientas	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de circuitos • Administración de sistema informáticos • Análisis de señales fisiológicas • Análisis de datos • Modelado y simulación de mecanismos • Modelado y simulación de sistemas electrónicos • Aplicación de normas • Administración de proyectos • Manejo de bases de datos • Normas (ISO y NOM) y reglamentos (CENETEC) de equipo médico • Equipo de laboratorio específico para la medición de flujo y volumen • Instrumentos para la calibración de equipo médico • Instrumentos para medir la seguridad eléctrica • Simulador de paciente • Fundamentos de equipo médico • Software ofimático (Microsoft Office), MATLAB, Microsoft SQL, SolidWorks, Ansys, Maya, Sistemas SAP y CRM, software para planos (CAD), software para el análisis de imágenes, software de simulación de circuitos 	<ul style="list-style-type: none"> • Circuitos eléctricos • Electrónica analógica • Electrónica digital y procesadores de señales • Introducción a la instrumentación biomédica • Sistemas informáticos de administración hospitalaria • Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas • Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza • Inteligencia artificial / vida artificial (Opt.) • Análisis y síntesis de mecanismos • Biomecánica • Modelado de objetos en 3 Dimensiones (Opt.) • Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería • Calidad en los servicios de salud (Opt.) • Ergonomía y factores humanos • Seguridad e higiene en el trabajo • Sistema de salud • Temas selectos de bioingeniería 2 • Metrología de variables biomédicas • Tecnología médica por aparato y sistema 1 y 2



Continuación...

Aspecto	Opinión de egresados	UUA del plan de estudios (obligatorias y optativas) que cubren parcial o totalmente
Valores	<ul style="list-style-type: none">• Respeto• Honestidad• Responsabilidad• Compromiso• Puntualidad• Confianza• Flexibilidad• Profesionalismo• Ética• Trabajo en equipo	<ul style="list-style-type: none">• Bioética• Ética y humanismo• Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de egresados.

Al realizar la comparación de los conocimientos que aplican los egresados con las UUA del plan de estudios, se puede constatar que la mayoría de estos está presente en el plan de estudios. Sin embargo, respecto a los métodos y herramientas se han identificado áreas de oportunidad que son necesarias, por ejemplo: incorporar contenidos relacionados con el manejo de bases de datos, equipo de laboratorio específico para la medición de flujo y volumen, uso de instrumentos para la calibración de equipo médico, interpretación de planos y uso de software para sistemas SAP y CRM. Además, es necesario fortalecer la enseñanza e interpretación de normas y reglamentos. Así, se considera que éstas son algunas áreas de oportunidad para mejorar y considerar en la reestructuración de la licenciatura y de esta manera el programa de estudios pueda ser congruente y pertinente con los conocimientos, métodos, instrumentos y valores que aplican en su ejercicio profesional los egresados.



Dentro de la solicitud de conocimientos que les demandan en su trabajo, según las respuestas en la encuesta realizada a los egresados se encuentran:

Cuadro 7. Requerimientos de los egresados

Requerimientos	UUAA del plan de estudios (obligatorias y optativas) que cubren parcial o totalmente
<ul style="list-style-type: none">• Marketing• Normatividad y regulación• Mantenimiento de circuitos impresos• Habilidades de comunicación• Administración y negocios• Bases de temas contables (SAT, impuestos, prestaciones de ley, etc.).• Estimación de costos y beneficio.• Desarrollo de planos de instalaciones hospitalarias• Administración hospitalaria• Gestión de tecnología profundizar en la parte técnica y uso de herramientas• Procedimientos de licitación y contratos.• Neumática e hidráulica.• Más conocimientos de electrónica (electrónica de potencia) y tecnología médica.	<ul style="list-style-type: none">• Calidad en los servicios de salud (Opt.)• Temas selectos de bioingeniería 2• Seguridad e higiene en el trabajo• Sistema de salud• Ergonomía y factores humanos• Proyecto terminal de bioingeniería• Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería• Sistemas informáticos de administración hospitalaria• Telemedicina

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de egresados.

Respecto a los conocimientos que demandan los egresados en el desempeño de la carrera algunos de ellos son cubiertos por distintas unidades de aprendizaje del plan de estudios actual, sin embargo, es necesario considerar en la reestructuración la modificación e incorporación de contenido en algunas UUAA, por ejemplo: fundamentos de Marketing, principios de neumática e hidráulica, bases de electrónica de potencia, diseño y mantenimiento de circuitos impresos, fundamentos de administración y negocios, contabilidad, procesos de licitación y desarrollo e interpretación de planos de instalaciones hospitalarias. Además, es necesario fortalecer las habilidades de comunicación, el conocimiento de tecnología médica y la interpretación de normas y reglamentos. De esta forma, la reestructuración favorecerá que el programa cumpla con las demandas de conocimientos requeridos por los egresados en su ámbito laboral.



1.2 Congruencia

Juzgará el modelo curricular y el plan de estudios

Coherencia entre los objetivos del programa y las competencias profesionales del perfil del egresado

Mediante el principio de congruencia es posible dilucidar si un currículo está bien integrado a los contenidos que deben prevalecer en la Licenciatura en Bioingeniería Médica, así como elucidar la lógica de la estructura que sustenta a las UUAA. El plan de estudios estructura, organiza y detalla los contenidos y objetivos de aprendizaje, cuyo estudio y conocimientos son necesarios para alcanzar los objetivos del programa educativo, la interrelación y organización disciplinar de las UUAA que dan lugar a una agrupación pedagógica de aprendizaje por niveles de complejidad que representa el aprendizaje de sus contenidos además estructura el grado de integración disciplinar.

El perfil de egreso considera al Licenciado en Bioingeniería Médica como un profesional que colabora con equipos multidisciplinarios, situación que, en el cuidado de la salud, genera una perspectiva integral y desarrolla tecnologías para la salud que coadyuvan a la toma de decisiones clínicas y a mejorar la calidad de vida de los seres humanos.

Asimismo, se contempla la gestión, evaluación, desarrollo e innovación de tecnología; factores relevantes en el contexto actual que cambia constantemente.

Dentro de las funciones, cabe destacar el desarrollo e innovación, así como el manejo, mantenimiento y capacitación de la tecnología biomédica como parte de las funciones del egresado que son fundamentales para contrarrestar los efectos y mejorar la calidad de vida.

En el Cuadro 8 se presenta el análisis realizado sobre la congruencia entre las competencias profesionales, objetivos del programa educativo y de las áreas curriculares.



Cuadro 8. Congruencia del perfil de egreso respecto a los objetivos generales y de áreas curriculares

Perfil de egreso		Objetivos
Competencias Profesionales	Programa Educativo	Estructura (Área Curricular) y Unidades de Aprendizaje
Colaborar en el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de la salud humana, con el empleo de tecnología médica e interpretación de sus resultados.	Aplicar las principales normas relacionadas con uso de equipamiento médico.	<p>Tecnología e Instrumentación Médica Tecnología médica por aparato y sistema 1 Tecnología médica por aparato y sistema 2 Temas selectos de bioingeniería 2</p> <hr/> <p>Ingeniería Clínica Calidad en los servicios de salud Seguridad e higiene en el trabajo Sistema de salud Sistemas informáticos de administración hospitalaria Telemedicina</p> <hr/> <p>Filosofía Bioética Ética y humanismo</p>



Continuación...

Perfil de egreso		Objetivos
Competencias Profesionales	Programa Educativo	Estructura (Área Curricular) y Unidades de Aprendizaje
Innovar y desarrollar tecnología para el área de la salud humana.	<p>Analizar y resolver problemas sobre actividades motoras del cuerpo humano como marcha, movimiento, fuerzas, músculos, articulaciones y huesos.</p> <p>Analizar, diseñar, instalar y dar mantenimiento a la tecnología para diagnóstico y terapia.</p> <p>Aplicar los requisitos de diseño y construcción de áreas blancas, grises y negras, de blindaje radiológico en hospitales, y de instalaciones especiales como calderas, aire acondicionado, electricidad e iluminación.</p>	<p>Morfofuncional</p> <p>Anatomía del aparato musculoesquelético Anatomía por aparatos y sistemas Biología molecular y celular Bioquímica médica Farmacología general Fisiología del aparato musculoesquelético Fisiología por aparatos y sistemas Histología Neurociencias Patología clínica Patología general</p> <p>Idiomas</p> <p>Inglés C1 Inglés C2 Inglés D1 Inglés D2</p> <p>Física</p> <p>Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería. Circuitos eléctricos. Fluidos y termodinámica</p> <p>Programación</p> <p>Algoritmos y programación básica Métodos numéricos Programación avanzada</p>



Continuación...

Perfil de egreso		Objetivos
Competencias Profesionales	Programa Educativo	Estructura (Área Curricular) y Unidades de Aprendizaje
		<p>Filosofía Epistemología general Epistemología de las ciencias naturales</p> <p>Tecnología e Instrumentación Médica Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas Tecnología médica por aparato y sistema 1 Tecnología médica por aparato y sistema 2 Temas selectos de bioingeniería 2 Introducción a la instrumentación biomédica Electrónica analógica Electrónica digital y procesadores de señales</p> <p>Ingeniería Clínica Calidad en los servicios de salud. Seguridad e higiene en el trabajo. Sistema de salud. Administración y Evaluación de Proyecto de Bioingeniería</p> <p>Robótica Médica Análisis y síntesis de mecanismos Biomecánica Dibujo por computadora Mecánica de materiales Proyecto terminal de bioingeniería Robótica médica Sistemas de asistencia y rehabilitación Temas selectos de bioingeniería 1</p>





Continuación...

Perfil de egreso		Objetivos
Competencias Profesionales	Programa Educativo	Estructura (Área Curricular) y Unidades de Aprendizaje
<p>Evaluar y gestionar tecnología médica para una mayor cobertura y efectividad.</p>	<p>Aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con soporte tecnológico, libres de riegos sanitarios.</p> <p>Comprender los principios clínicos implícitos en el diseño y funcionamiento del equipo médico más representativo del monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.</p>	<p>Imágenes Médicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Adquisición de imágenes médicas Análisis de imágenes médicas Imagenología Inteligencia artificial/vida Artificial Modelado de objetos en 3 Dimensiones Realidad virtual Tratamiento de imágenes médicas <p>Tecnología e Instrumentación Médica</p> <ul style="list-style-type: none"> Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas Tecnología médica por aparato y sistema 1 Tecnología médica por aparato y sistema 2 Temas selectos de bioingeniería 2 Introducción a la instrumentación biomédica Electrónica analógica Electrónica digital y procesadores de señales Comunicación persona máquina <p>Ingeniería Clínica</p> <ul style="list-style-type: none"> Calidad en los servicios de salud Sistema de salud Sistemas informáticos de administración hospitalaria Telemedicina Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería



Continuación...

Perfil de egreso		Objetivos
Competencias Profesionales	Programa Educativo	Estructura (Área Curricular) y Unidades de Aprendizaje
		Morfofuncional Patología clínica Patología general
		Robótica Médica Robótica médica Sistemas de asistencia y rehabilitación
		Física Circuitos eléctricos
		Filosofía: Bioética Ética y humanismo



Continuación...

Perfil de egreso		Objetivos
Competencias Profesionales	Programa Educativo	Estructura (Área Curricular) y Unidades de Aprendizaje
Administrar tecnología médica e instalaciones hospitalarias seguras.	<p>Coordinar u operar el mantenimiento, instalación y buen funcionamiento del equipo médico.</p> <p>Diseñar y adaptar equipos y sistemas tecnológicos para la rehabilitación integral de personas con discapacidad.</p> <p>Diseñar y construir tecnología para solucionar problemas y necesidades específicas en los campos de intervención e investigación médica.</p>	<p>Robótica Médica Análisis y síntesis de mecanismos Biomecánica Dibujo por computadora Mecánica de materiales Proyecto terminal de bioingeniería Robótica médica Sistemas de asistencia y rehabilitación Temas selectos de bioingeniería 1</p> <p>Filosofía Bioética Ética y humanismo</p> <p>Tecnología e Instrumentación Médica Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas Tecnología médica por aparato y sistema 1 Tecnología médica por aparato y sistema 2 Temas selectos de bioingeniería 2 Introducción a la instrumentación biomédica Electrónica analógica Electrónica digital y procesadores de señales Comunicación persona máquina Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza Metrología de variables biomédicas</p>



Continuación...

Perfil de egreso		Objetivos
Competencias Profesionales	Programa Educativo	Estructura (Área Curricular) y Unidades de Aprendizaje
		Imágenes Médicas Adquisición de imágenes médicas Análisis de imágenes médicas Inteligencia artificial/vida Artificial Modelado de objetos en 3 Dimensiones Realidad virtual Tratamiento de imágenes médicas
		Ingeniería Clínica Calidad en los servicios de salud Sistema de salud Sistemas informáticos de administración hospitalaria Telemedicina Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería Ergonomía y factores humanos Tanatología
		Matemáticas Probabilidad y estadística para bioingeniería Álgebra lineal para bioingeniería Cálculo diferencial e integral para bioingeniería Ecuaciones diferenciales para bioingeniería
		Física Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería



Continuación...

Perfil de egreso		Objetivos
Competencias Profesionales	Programa Educativo	Estructura (Área Curricular) y Unidades de Aprendizaje
Promover el uso óptimo de la tecnológica para ofrecer la mejor calidad de atención a los pacientes.	Operar estrategias nacionales sobre evaluación, planificación, adquisición y gestión de tecnologías sanitarias. Operar y administrar la tecnología en clínicas y hospitales.	<p>Ingeniería Clínica Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería Calidad en los servicios de salud Ergonomía y factores humanos Seguridad e higiene en el trabajo Sistema de salud Sistemas informáticos de administración hospitalaria Tanatología Telemedicina</p> <p>Tecnología e Instrumentación Médica Temas selectos de bioingeniería 2</p> <p>Filosofía Bioética Ética y humanismo</p> <p>Matemáticas Álgebra lineal para bioingeniería Análisis de sistemas y señales biomédicas continuas Cálculo diferencial e integral para bioingeniería Ecuaciones diferenciales para bioingeniería Probabilidad y estadística para bioingeniería</p>



Continuación...

Perfil de egreso		Objetivos
Competencias Profesionales	Programa Educativo	Estructura (Área Curricular) y Unidades de Aprendizaje
Investigar problemas en el campo de la salud con alternativas de solución desde la Ingeniería.	<p>Diseñar y utilizar aparatos para medir variables biológicas y analizar la información proveniente del mismo.</p> <p>Evaluar el desempeño y la inversión en tecnología.</p> <p>Formular normas, reglamentos y estándares para el diseño, producción y uso de la tecnología utilizada en el sector salud.</p>	<p>Tecnología e Instrumentación Médica</p> <p>Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas</p> <p>Tecnología médica por aparato y sistema 1</p> <p>Tecnología médica por aparato y sistema 2</p> <p>Temas selectos de bioingeniería 2</p> <p>Introducción a la instrumentación biomédica</p> <p>Electrónica analógica</p> <p>Electrónica digital y procesadores de señales</p> <p>Comunicación persona máquina</p> <p>Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza</p> <p>Metrología de variables biomédicas</p> <p>Análisis de sistemas y señales biomédicas discretas</p> <p>Ingeniería Clínica</p> <p>Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería</p> <p>Calidad en los servicios de salud</p> <p>Ergonomía y factores humanos</p> <p>Seguridad e higiene en el trabajo</p> <p>Sistema de salud</p> <p>Sistemas informáticos de administración hospitalaria</p> <p>Telemedicina</p>



Continuación...

Perfil de egreso		Objetivos
Competencias Profesionales	Programa Educativo	Estructura (Área Curricular) y Unidades de Aprendizaje
		Robótica Médica Análisis y síntesis de mecanismos Biomecánica Dibujo por computadora Mecánica de materiales Robótica médica Sistemas de asistencia y rehabilitación Temas selectos de bioingeniería 1
		Imágenes médicas Adquisición de imágenes médicas Análisis de imágenes médicas Inteligencia artificial/vida artificial Modelado de objetos en 3 Dimensiones Realidad virtual Tratamiento de imágenes médicas
		Programación Métodos numéricos
		Filosofía Bioética Epistemología de la Ciencias Naturales Epistemología general Ética y humanismo
	Analizar la biocompatibilidad de los materiales empleados en medicina y odontología, en su interacción con los tejidos que los rodean.	

Fuente: UAEMéx (2010). *Plan de Estudios de la Licenciatura en Bioingeniería Médica*. Recuperado de: <https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/62780>



Departamento de Desarrollo Curricular

Proyecto curricular aprobado por el
Honorable Consejo Universitario



Por tanto, del análisis de congruencia entre las competencias profesionales, objetivos del programa educativo y de áreas curriculares, se concluye que éstos guardan un importante vínculo de coherencia con los fundamentos del currículum; sin embargo, es importante mejorar estos tres componentes del proyecto curricular, de manera que, por un lado, el perfil de egreso establezca las competencias que desarrollará en congruencia con las necesidades sociales que justifican la formación de este programa educativo y, por otro lado, los objetivos del programa educativo así como los objetivos de las áreas curriculares impliquen con claridad los aprendizajes teóricos, metodológicos y axiológicos, así como revisar la pertinencia del objetivo de *“Analizar la biocompatibilidad de los materiales empleados en medicina y odontología, en su interacción con los tejidos que los rodean”* en función de las demandas del mercado laboral, ya que no se relacionan con las competencias profesionales y con áreas curriculares.



Claridad y relevancia de los objetivos del programa, y de los niveles en que se dominarán

Con base en el Cuadro 9, se analizó la claridad y relevancia de los objetivos del programa educativo y de los niveles en que se dominarán, cognitivo, psicomotor o afectivo de acuerdo con la Taxonomía de Bloom. A continuación, se muestran las observaciones a cada uno de ellos.

Cuadro 9. Nivel cognitivo, afectivo y psicomotor de los verbos enunciados en los objetivos del programa educativo

No.	Objetivo	Verbo	Taxonomía de Bloom		
			Nivel Cognitivo	Nivel Afectivo	Psicomotor
1	Analizar la biocompatibilidad de los materiales empleados en medicina y odontología, en su interacción con los tejidos que los rodean.	Analizar	Nivel 4: Análisis	Nivel 3: Valoración	
		Analizar	Nivel 4: Análisis	Nivel 3: Valoración	
2	Analizar y resolver problemas sobre actividades motoras del cuerpo humano como marcha, movimiento, fuerzas, músculos, articulaciones y huesos.	Resolver	Nivel 5: Síntesis	Nivel 5: Caracterización	
		Analizar	Nivel 4: Análisis	Nivel 3: Valoración	
3	Analizar, diseñar, instalar y dar mantenimiento a la tecnología para diagnóstico y terapia.	Diseñar	Nivel 5: Síntesis		
		Instalar	No ubicado	No ubicado	
		Dar	Nivel 1: Conocimiento	Nivel 1: Recepción	
			Nivel 4: Análisis	Nivel 3: Valoración	
4	Aplicar las principales normas relacionadas con uso de equipamiento médico.	Aplicar	Nivel 3: Aplicación		



Continuación...

No.	Objetivo	Verbo	Taxonomía de Bloom		
			Nivel Cognitivo	Nivel Afectivo	Psicomotor
5	Aplicar los requisitos de diseño y construcción de áreas blancas, grises y negras, de blindaje radiológico en hospitales, y de instalaciones especiales como calderas, aire acondicionado, electricidad e iluminación.	Aplicar	Nivel 3: Aplicación		
6	Aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con soporte tecnológico, libres de riegos sanitarios.	Aportar	Nivel 6: Evaluación		
7	Comprender los principios clínicos implícitos en el diseño y funcionamiento del equipo médico más representativo del monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.	Comprender	Nivel 2: Comprensión		
8	Coordinar u operar el mantenimiento, instalación y buen funcionamiento del equipo médico.	Coordinar	No ubicado	No ubicado	
		Operar	Nivel 3: Aplicación		Nivel 4: Ejecución/control



Continuación...

No.	Objetivo	Verbo	Taxonomía de Bloom		
			Nivel Cognitivo	Nivel Afectivo	Psicomotor
9	Diseñar y adaptar equipos y sistemas tecnológicos para la rehabilitación integral de personas con discapacidad.	Diseñar	Nivel 5: Síntesis		
		Adaptar	Nivel 5: Síntesis	Nivel 2: Respuestas	
10	Diseñar y construir tecnología para solucionar problemas y necesidades específicas en los campos de intervención e investigación médica.	Diseñar	Nivel 5: Síntesis		
		Construir	Nivel 5: Síntesis		
11	Diseñar y utilizar aparatos para medir variables biológicas y analizar la información proveniente del mismo.	Diseñar	Nivel 5: Síntesis		
		Utilizar	Nivel 3: Aplicación		
12	Evaluar el desempeño y la inversión en tecnología.	Evaluar	Nivel 6: Evaluación	Nivel 3: Valoración	
13	Formular normas, reglamentos y estándares para el diseño, producción y uso de la tecnología utilizada en el sector salud.	Formular	Nivel 5: Síntesis		
14	Operar estrategias nacionales sobre evaluación, planificación, adquisición y gestión de tecnologías sanitarias.	Operar	Nivel 3: Aplicación		Nivel 4: Ejecución/control
15	Operar y administrar la tecnología en clínicas y hospitales.	Operar	Nivel 3: Aplicación		Nivel 4: Ejecución/control
		Administrar	No ubicado	No ubicado	

Fuente: Elaboración propia con base en la taxonomía de Bloom y los objetivos del programa educativo.



Atendiendo al cuadro anterior, se expone el análisis por cada uno de los objetivos del programa.

Objetivo 1. *Analizar la biocompatibilidad de los materiales empleados en medicina y odontología, en su interacción con los tejidos que los rodean.*

Análisis del objetivo: El objetivo es claro y relevante para el perfil del egresado. El verbo **analizar** está en el cuarto nivel de la taxonomía en el dominio cognitivo y en el tercer nivel en el área afectiva, en ambos casos es adecuado para el nivel de licenciatura.

Propuesta de cambio: Incorporar en la redacción la función profesional o necesidad que cubre.

Objetivo 2. *Analizar y resolver problemas sobre actividades motoras del cuerpo humano como marcha, movimiento, fuerzas, músculos, articulaciones y huesos.*

Análisis del objetivo: El objetivo es claro y relevante para el perfil del egresado. El verbo **analizar** está en el cuarto nivel de la taxonomía en el dominio cognitivo y en el tercer nivel en el área afectiva, adecuado para nivel de licenciatura. El verbo **resolver** está en el quinto nivel del dominio cognitivo y afectivo, adecuado para nivel de licenciatura.

Propuesta de cambio: Reducir a un solo verbo e incorporar en la redacción la función profesional o necesidad que cubre.

Objetivo 3. *Analizar, diseñar, instalar y dar mantenimiento a la tecnología para diagnóstico y terapia.*

Análisis del objetivo: El objetivo no es claro, pero sí es relevante para el perfil del egresado. El verbo **analizar** está en el cuarto nivel del dominio cognitivo y en el tercer nivel del área afectiva, adecuado para nivel de licenciatura. El verbo **diseñar** está en el quinto nivel del dominio cognitivo, adecuado para nivel de licenciatura. El verbo **dar**, está en el primer nivel de la taxonomía en el dominio cognitivo y en el primer nivel en el área afectiva, no adecuado para nivel de licenciatura. El verbo **instalar** no está contemplado dentro de la taxonomía.

Propuesta de cambio: Reducir a un solo verbo que tenga nivel licenciatura de acuerdo con la Taxonomía de Bloom. Redactar el objetivo con el propósito de aclararlo. Incorporar en la redacción la función profesional o necesidad que cubre.

Objetivo 4. *Aplicar las principales normas relacionadas con uso de equipamiento médico.*

Análisis del objetivo: El objetivo es claro, y es relevante para el perfil del egresado, sin embargo, está amplio y genera confusión al existir traslape con el rol del profesionalista de Médico Cirujano. El verbo **aplicar** está en el tercer nivel de la taxonomía en el dominio cognitivo, no adecuado para nivel de licenciatura.

Propuesta de cambio: El objetivo debe adecuarse para que el verbo tenga nivel licenciatura de acuerdo con la taxonomía; además de aclarar a cuáles normas se refiere, e incorporar en la redacción la función profesional por su ámbito de aplicación.



Objetivo 5. *Aplicar los requisitos de diseño y construcción de áreas blancas, grises y negras, de blindaje radiológico en hospitales, y de instalaciones especiales como calderas, aire acondicionado, electricidad e iluminación.*

Análisis del objetivo: El objetivo es claro, pero en parte, no es relevante para el perfil del egresado. El verbo **aplicar** está en el tercer nivel de la taxonomía en el dominio cognitivo, no adecuado para nivel de licenciatura.

Propuesta de cambio: El objetivo debe adaptarse cambiando el verbo para que tenga nivel licenciatura de acuerdo con la taxonomía; además de limitarlo a las características del perfil del egresado, eliminando la mención de calderas, aire acondicionado, electricidad e iluminación. Incorporar en la redacción la función profesional o necesidad que cubre dentro del área de ingeniería clínica.

Objetivo 6. *Aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con soporte tecnológico, libres de riegos sanitarios.*

Análisis del objetivo: El objetivo es claro pero redundante, además es relevante para el perfil del egresado. El verbo **aportar** está en el sexto nivel del dominio cognitivo, adecuado para nivel de licenciatura.

Propuesta de cambio: Eliminar la redundancia del término “tecnológico” en el enunciado del objetivo. Aclarar la qué se refiere riesgos sanitarios, y que estos sólo pueden ser reducidos. Incorporar en la redacción la función profesional o necesidad que cubre.

Objetivo 7. *Comprender los principios clínicos implícitos en el diseño y funcionamiento del equipo médico más representativo del monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.*

Análisis del objetivo: El objetivo es claro y relevante para el perfil del egresado. El verbo **comprender** se ubica en el segundo nivel del dominio cognitivo, no adecuado para el nivel de licenciatura.

Propuesta de cambio: Cambiar el verbo con uno que tenga nivel licenciatura de acuerdo con la taxonomía. Incorporar en la redacción la función profesional o necesidad que cubre.

Objetivo 8. *Coordinar u operar el mantenimiento, instalación y buen funcionamiento del equipo médico.*

Análisis del objetivo: El objetivo es ambiguo, pero relevante para el perfil del egresado. El verbo **coordinar** no está contemplado en la taxonomía. El verbo **operar**, está en el tercer nivel de la taxonomía en el dominio cognitivo, no adecuado para nivel licenciatura, pero también se ubica en el cuarto nivel del dominio psicomotriz, adecuado para el nivel de licenciatura.

Propuesta de cambio: El objetivo debe reelaborarse para reducir a un solo verbo que tenga nivel licenciatura de acuerdo con la taxonomía; además de evitar la ambigüedad del término “buen funcionamiento”. Incorporar en la redacción la función profesional o necesidad que cubre.



Objetivo 9. *Diseñar y adaptar equipos y sistemas tecnológicos para la rehabilitación integral de personas con discapacidad.*

Análisis del objetivo: El objetivo es claro y relevante para el perfil del egresado. El verbo **diseñar** está en el quinto nivel de la taxonomía en el dominio cognitivo, adecuado para nivel de licenciatura. El verbo **adaptar** está en el quinto nivel del dominio cognitivo, adecuado para el nivel de licenciatura, pero en el segundo nivel del área afectiva, no adecuado para nivel de licenciatura.

Propuesta de cambio: Reducir a un solo verbo, valorando la idoneidad para el nivel de licenciatura de acuerdo con la taxonomía. Incorporar en la redacción la función profesional o necesidad que cubre.

Objetivo 10. *Diseñar y construir tecnología para solucionar problemas y necesidades específicas en los campos de intervención e investigación médica.*

Análisis del objetivo: El objetivo es ambiguo e inespecífico, pero relevante para el perfil del egresado. Los verbos **diseñar** y **construir** se ubican en el quinto nivel del dominio cognitivo, adecuado para el nivel de licenciatura.

Propuesta de cambio: Redactar el objetivo para reducir a un solo verbo que tenga nivel licenciatura de acuerdo con la taxonomía; además eliminar la ambigüedad del término “necesidades específicas” y diferenciar los “campos de intervención” de las actividades “investigación médica”. Incorporar en la redacción la función profesional o necesidad que cubre.

Objetivo 11. *Diseñar y utilizar aparatos para medir variables biológicas y analizar la información proveniente del mismo.*

Análisis del objetivo: El objetivo es claro y relevante para el perfil del egresado. El verbo **síntesis** se ubica en el quinto nivel del dominio cognitivo, adecuado para el nivel de licenciatura. El verbo **utilizar** se encuentra en el tercer nivel del dominio cognitivo, no adecuado para el nivel de licenciatura.

Propuesta de cambio: Redactar el objetivo para reducir a un solo verbo que tenga nivel licenciatura de acuerdo con la taxonomía. Incorporar en la redacción la función profesional o necesidad que cubre.

Objetivo 12. *Evaluar el desempeño y la inversión en tecnología.*

Análisis del objetivo: El objetivo es ambiguo e inespecífico, pero relevante para el perfil del egresado. El verbo **evaluar** está en el sexto nivel de la taxonomía en el dominio cognitivo, adecuado para nivel de licenciatura.

Propuesta de cambio: Se debe aclarar la ambigüedad con el término “desempeño”. Incorporar en la redacción la función profesional o necesidad que cubre. Aclarar la categoría o las categorías de tecnología.



Objetivo 13. *Formular normas, reglamentos y estándares para el diseño, producción y uso de la tecnología utilizada en el sector salud.*

Análisis del objetivo: El objetivo es claro y relevante para el perfil del egresado. El verbo **formular** está en el quinto nivel de la taxonomía en el dominio cognitivo, adecuado para nivel de licenciatura.

Propuesta de cambio: Incorporar en la redacción la función profesional o necesidad que cubre.

Objetivo 14. *Operar estrategias nacionales sobre evaluación, planificación, adquisición y gestión de tecnologías sanitarias.*

Análisis del objetivo: El objetivo es claro y relevante para el perfil del egresado. El verbo **operar** está en el tercer nivel de la taxonomía en el dominio cognitivo, no adecuado para nivel de licenciatura; pero también se ubica en el cuarto nivel del dominio psicomotriz, adecuado para el nivel de licenciatura.

Propuesta de cambio: Incorporar en la redacción la función profesional o necesidad que cubre.

Objetivo 15. *Operar y administrar la tecnología en clínicas y hospitales.*

Análisis del objetivo: El objetivo es claro y relevante para el perfil del egresado. El verbo **operar** está en el tercer nivel del dominio cognitivo, no adecuado para nivel de licenciatura; pero también se ubica en el cuarto nivel del dominio psicomotriz, adecuado para el nivel de licenciatura. El verbo **administrar** no está contemplado en la taxonomía.

Propuesta de cambio: Reducir a un solo verbo que tenga nivel licenciatura de acuerdo con la taxonomía. Aclarar qué tipo de tecnología es a la que se refiere. Incorporar en la redacción la función profesional o necesidad que cubre.

A partir de los objetivos mencionados, se puede deducir que en su mayoría están adecuados en niveles cognitivos, psicomotores o afectivos de acuerdo con la Taxonomía de Bloom, sin embargo, es necesario que se ajusten y complementen con la función o necesidad profesional a satisfacer.



Incorporación de unidades de aprendizaje para la formación general y especializada

Este apartado valora la contribución de las UUAA del núcleo básico respecto del aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de la profesión; la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades; el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional. También evalúa la contribución de las asignaturas del núcleo integral en el desarrollo de aprendizajes integrales para la aplicación de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan el desempeño de las funciones y tareas profesionales en los diversos ámbitos de intervención profesional y con base en ello, qué cambios en las UUAA se consideran pertinentes para mejorar la formación general y especializada. Los resultados se presentan a continuación en el cuadro 10.

Cuadro 10. Contribución de las unidades de aprendizaje del núcleo básico

Núcleo	Contribución	Unidades de aprendizaje
Básico	El aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de la profesión	Anatomía del aparato musculoesquelético Anatomía por aparatos y sistemas Fisiología del aparato musculoesquelético Fisiología por aparatos y sistemas Histología
	La adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades	Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería Bioquímica médica
	El desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional	Álgebra lineal para bioingeniería Algoritmos y programación básica Cálculo diferencial e integral para bioingeniería Ecuaciones diferenciales para bioingeniería Probabilidad y estadística para bioingeniería

Fuente: Elaboración propia con base en las UUAA del plan de estudios de Bioingeniería médica (2010).



Se puede observar que las UUAA relacionadas con las ciencias médicas y de la salud (Anatomía del aparato musculoesquelético, Anatomía por aparatos y sistemas, Fisiología del aparato musculoesquelético, Fisiología por aparatos y sistemas, Histología), contribuyen al aprendizaje de las bases teóricas relacionadas con la estructura y funcionamiento del cuerpo humano.

Además, se identifican diferentes UUAA del ámbito de las ingenierías que contribuyen al desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional. Estas UUAA son: Álgebra lineal para bioingeniería, Algoritmos y programación básica, Cálculo diferencial e integral para bioingeniería, Ecuaciones diferenciales para bioingeniería, Probabilidad y Estadística para bioingeniería.

Por lo que se corrobora que las UUAA que integran núcleo básico sí atienden los aspectos fundamentales del aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas, con preponderancia de las bases teóricas, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, así como el desarrollo de las capacidades intelectuales para la preparación y ejercicio profesional, mismo que contribuye a los objetivos del núcleo de formación básico.

Por otra parte, la contribución de las UUAA del núcleo integral se refleja en el desarrollo de aprendizajes integrales para la aplicación de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan el desempeño de las funciones y tareas profesionales, en los diversos ámbitos de intervención profesional y en el desarrollo de las competencias que formula el perfil de egreso del Bioingeniero Médico (ver Cuadro 11).



Cuadro 11. Contribución de las unidades de aprendizaje del núcleo integral

Núcleo	Contribución	Unidades de aprendizaje
Integral	En el desarrollo de aprendizajes integrales para la aplicación de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan el desempeño de las funciones y tareas profesionales, en los diversos ámbitos de intervención profesional.	Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería Comunicación persona máquina Ergonomía y factores humanos Imagenología Proyecto terminal de bioingeniería
	En el desarrollo de las competencias que formula el perfil de egreso.	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas Robótica médica Sistemas de asistencia y rehabilitación Telemedicina Temas selectos de bioingeniería 1 Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza

Fuente: Elaboración propia con base en las UUAA del plan de estudios de Bioingeniería médica (2010).

Las UUAA de Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería, Comunicación persona máquina, Ergonomía y factores humanos, imagenología, y Proyecto terminal de bioingeniería contribuyen de manera específica, en el desarrollo de aprendizajes integrales para la aplicación de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan el desempeño de las funciones y tareas profesionales, en los diversos ámbitos de intervención profesional de la Bioingeniería Médica. Por otra parte, las UUAA de Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas, Robótica médica, Sistemas de asistencia y rehabilitación, Telemedicina, Temas selectos de bioingeniería 1 y Tratamiento de Señales Inspirados en la Naturaleza, contribuyen en el desarrollo de las competencias que formula el perfil de egreso.

Del análisis realizado de la contribución de las UUAA del núcleo integral como es el de inglés D1 e Inglés D2 posibilitan la interacción del egresado con el campo profesional a nivel internacional, permiten el desarrollo de capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, por lo cual no contribuyen al objetivo del núcleo de formación integral, si no para el básico. Y respecto a las UUAA de Bioética, Ética y humanismo y Epistemología general se orienta hacia el aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de la profesión que le permiten al profesional intervenir en la relación ética que se gesta en el trinomio médico-tecnología-paciente, por lo que también no contribuye al objetivo del núcleo de formación integral, sino para el básico, dicho esto es necesario que se cambien de núcleo de formación.



Producto de este análisis, se puede constatar que las UUAA que integran el núcleo básico contribuyen de manera significativa a las bases contextuales, teóricas y filosóficas de la Bioingeniería Médica, el desarrollo de capacidades intelectuales así como a la adquisición de una cultura científica y humanística, que convergen en el ejercicio profesional del Bioingeniero Médico; aunque es importante reubicar las UUAA de Inglés D1, Inglés D2, Bioética, Ética y humanismo y Epistemología general, al núcleo básico. El resto de las UUAA del núcleo integral contribuyen significativamente a la integración de aprendizajes y el desarrollo de competencias que requiere el ejercicio profesional del Bioingeniero Médico.



Claridad de los objetivos y contenidos de las unidades de aprendizaje

El plan de estudios de la Licenciatura en Bioingeniería Médica se integra por 64 Unidades de Aprendizaje (UUA), a través de cada programa de estudios los profesores que imparten cada UA analizaron los siguientes aspectos: denominación, carga horaria y créditos, tipo, carácter, organización, estructura curricular, ubicación de la UA en el periodo escolar, objetivos, contenidos o estructura temática y bibliografía, lo anterior a través de cédulas de congruencia, además del formulario aplicado a los alumnos respecto a su plan de estudios, los resultados se muestran a continuación.

Del total de las UUA, el 64% su denominación es congruente con sus contenidos, mientras un 36% no lo es, por lo que sugiere se considere el cuadro 12 para la propuesta de reestructuración.

Cuadro 12. Propuesta de cambio de denominación

Unidad de aprendizaje 2010	Propuesta
Probabilidad y estadística para bioingeniería	Bioestadística
Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería	Mecánica clásica
Metrología de variables biomédicas	Metrología
Fluidos y termodinámica	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos
Análisis de sistemas y señales biomédicas continuas	Sistemas y señales continuas
Mecánica de materiales	Biomateriales
Electrónica analógica	Electrónica I
Inglés C1	Inglés 5
Inglés C2	Inglés 6
Inglés D1	Inglés 7
Inglés D2	Inglés 8
Electrónica digital y procesadores de señales	Electrónica digital y microcontroladores
Seguridad e higiene en el trabajo	Seguridad e higiene en el sector salud



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Propuesta
Análisis de sistemas y señales biomédicas discretas	Sistemas y señales discretas
Imagenología	Adquisición de imágenes médicas
Tratamiento de imágenes médicas	Procesamiento de imágenes médicas
Tecnología médica por aparato y sistema 1	Tecnología Médica I
Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería	Gestión de proyectos
Tecnología médica por aparato y sistema 2	Tecnología Médica II
Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza	Reconocimiento de patrones
Temas selectos de bioingeniería 1	Modelado y análisis de sistemas dinámicos
Temas selectos de bioingeniería 2	Gestión de la tecnología médica
Proyecto terminal de bioingeniería	Proyecto Integral de Bioingeniería
Álgebra lineal para bioingeniería	Álgebra lineal
Cálculo diferencial e integral para bioingeniería	Cálculo diferencial e integral
Ecuaciones diferenciales para bioingeniería	Ecuaciones diferenciales

Fuente: Elaboración propia con base en las cédulas de congruencia.



Del total de las UUAAs, el 57% no es congruente la orientación (tipo) con sus objetivos y contenidos, por lo que es necesario ajustar las siguientes para lograr una mejor coherencia.

Cuadro 13. Propuesta de cambio de tipo

Unidad de Aprendizaje	Tipo actual	Propuesta
Anatomía del aparato musculoesquelético	Curso taller	Curso
Fisiología del aparato musculoesquelético	Curso taller	Curso
Algoritmos y programación básica	Curso taller	Taller
Anatomía por aparatos y sistemas	Curso taller	Curso
Fisiología por aparatos y sistemas	Curso taller	Curso
Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería	Curso taller	Curso
Programación avanzada	Curso taller	Taller
Metrología de variables biomédicas	Laboratorio	Taller
Bioquímica médica	Curso taller	Curso
Circuitos eléctricos	Curso taller	Curso
Métodos numéricos	Curso taller	Taller
Mecánica de materiales	Curso taller	Curso
Electrónica analógica	Curso taller	Curso
Inglés C1	Curso taller	Taller
Patología clínica	Curso taller	Curso
Análisis y síntesis de mecanismos	Curso taller	Curso
Electrónica digital y procesadores de señales	Curso taller	Curso
Inglés C2	Curso taller	Taller
Introducción a la instrumentación biomédica	Curso taller	Curso
Imagenología	Taller	Curso
Tratamiento de imágenes médicas	Curso taller	Taller
Dibujo por computadora	Curso taller	Taller
Tanatología	Curso taller	Taller
Epistemología general	Curso	Seminario
Inglés D1	Curso taller	Taller
Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas	Curso taller	Curso
Análisis de imágenes médicas	Curso taller	Taller



Continuación...

Unidad de Aprendizaje	Tipo actual	Propuesta
Biomecánica	Curso taller	Curso
Inglés D2	Curso taller	Taller
Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza	Curso taller	Curso
Ética y humanismo	Seminario	Taller
Temas selectos de bioingeniería 1	Seminario	Curso
Temas selectos de bioingeniería 2	Seminario	Curso
Robótica médica	Curso taller	Curso
Bioética	Curso	Taller
Biología molecular y celular	Curso taller	Taller
Inteligencia artificial/vida artificial	Curso taller	Taller
Realidad virtual	Curso taller	Taller
Modelado de objetos en 3 Dimensiones	Curso taller	Taller

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de las cédulas de congruencia.

Respecto al carácter de las UUAA sólo el 3.1% no es adecuado, por lo que se sugiere que la UA de Calidad en los servicios de salud cambie de carácter optativo a obligatorio porque sus contenidos son indispensables para la formación profesional, además de que se refirió en los análisis de pertinencia; y la UA de Tanatología cambie de obligatoria a optativa, dado que sus contenidos son complementarios a la formación disciplinaria.

En lo que refiere a las áreas curriculares en las que se estructuran las UUAA, se observó incongruencia entre la interrelación y organización disciplinar de las UUAA con los objetivos y contenidos de estas, por lo que es necesario que se ajuste la ubicación dentro de estas y denominación como se sugiere a continuación: Ciencias Médicas, Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas, Ingeniería en Rehabilitación, Ciencias Exactas, Bioingeniería Médica, Ciencias de la Computación, Ingeniería Clínica y Ciencias Sociales y Humanidades.



De acuerdo con la organización en núcleos de formación de las UAAA, se identificó que el 39% no es congruente en el núcleo que actualmente se ubican, por lo que en el cuadro 14 se sugiere realizar los siguientes ajustes:

Cuadro 14. Propuesta de cambio de núcleo

Unidad de Aprendizaje	Núcleo actual	Propuesta
Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas	Integral	Sustantivo
Análisis de imágenes médicas	Sustantivo	Integral
Biología molecular y celular	Sustantivo	Integral
Calidad en los servicios de salud	Sustantivo	Integral
Epistemología de las ciencias naturales	Sustantivo	Básico
Epistemología general	Integral	Básico
Ergonomía y factores humanos	Integral	Sustantivo
Imagenología	Integral	Sustantivo
Inglés C1	Sustantivo	Básico
Inglés C2	Sustantivo	Básico
Inglés D1	Sustantivo	Básico
Inglés D2	Integral	Básico
Inteligencia artificial/vida artificial	Sustantivo	Integral
Metrología de variables biomédicas	Sustantivo	Básico
Modelado de objetos en 3 Dimensiones	Sustantivo	Integral
Patología clínica	Sustantivo	Básico
Patología general	Sustantivo	Básico
Probabilidad y estadística para bioingeniería	Básico	Sustantivo
Realidad virtual	Sustantivo	Integral
Sistemas de asistencia y rehabilitación	Integral	Sustantivo
Tanatología	Sustantivo	Integral
Tecnología médica por aparato y sistema 1	Sustantivo	Integral
Tecnología médica por aparato y sistema 2	Sustantivo	Integral
Temas selectos de bioingeniería 1	Integral	Sustantivo
Temas selectos de bioingeniería 2	Integral	Sustantivo

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de las cédulas de congruencia.



Posteriormente se analizó la claridad de los objetivos y contenidos de las UUAA, lo que permitió determinar la pertinencia, suficiencia y vigencia, encontrándose lo siguiente:

- Se propone que se revise, ajuste y/o modifique el objetivo de las siguientes UUAA: Seguridad e higiene en el trabajo, Sistemas informáticos de administración hospitalaria; Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas; Temas selectos de bioingeniería 2; Proyecto terminal de bioingeniería, dado que las aplicaciones en bioingeniería médica no están restringidas al área hospitalaria.
- Para el caso de la UA de Ecuaciones diferenciales para bioingeniería, se recomienda actualizar el objetivo general, los objetivos particulares, así como la bibliografía, para enfocar a la resolución de problemas complejos en biología.
- Se propone que se revise, ajuste y/o modifique el objetivo general y los contenidos de las siguientes UUAA: Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería y en Ergonomía y factores humanos se propone revisar el objetivo general y es necesario incorporar contenidos sobre diseño de áreas hospitalarias. En la UA Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza, se recomienda ajustar el objetivo general y revisar la repetición de contenidos con la UA de Inteligencia artificial/vida artificial. En el caso de la UA Álgebra lineal para bioingeniería se sugiere actualizar objetivos y ajustar contenido incluyendo el tema de los números complejos, y realizar una actualización de la bibliografía.
- Se propone que se revisen, ajusten y/o modifiquen los contenidos temáticos de las siguientes UUAA: Calidad en los servicios de salud, Tanatología, y Probabilidad y estadística para bioingeniería, de manera que se realice una actualización de estas.
- Se propone que se revisen, ajusten y/o modifiquen los contenidos temáticos específicos de las siguientes UUAA:
 - Fluidos y termodinámica: Se recomienda que se aborden los principios de la mecánica de los fluidos (hidráulicos y neumáticos) y sus aplicaciones en medicina y dispositivos médicos, así como los fundamentos de sistemas térmicos. Para ambas ramas, se recomienda establecer fundamentos para el modelado y control. No considerar las áreas de hidráulica y neumática industrial.
 - Telemedicina: Revisar los contenidos con Sistemas informáticos de administración hospitalaria, de tal manera, que no repitan con esta UA. Agregar temas relacionados con el internet de las cosas.
 - Análisis de sistemas y señales biomédicas discretas: Trasladar tópicos de control a la UA correspondiente.
 - Comunicación persona máquina: Revisar contenidos repetitivos con UA la Ergonomía y factores humanos.
 - Cálculo diferencial e integral para bioingeniería: Ajustar contenido. Revisar la posible ampliación de contenidos. Actualizar bibliografía considerando el acervo digital.



- Algoritmos y programación básica: Revisar contenidos (agregar lenguaje C) y adecuar con la siguiente UA Programación.
- Métodos numéricos: Ajustar contenidos sobre el lenguaje de programación.
- Programación avanzada: Considerar Python entre los lenguajes de programación en los contenidos.
- Sistemas de asistencia y rehabilitación: Valorar que no se repitan contenidos en esta UA con la UA Ergonomía y factores humanos dado que se estudian estos contenidos en las primeras unidades.



Coherencia entre los objetivos y contenidos de las unidades de aprendizaje, con las actividades de aprendizaje

A partir de los resultados de las cédulas de congruencia de cada unidad de aprendizaje se valoró la coherencia entre los objetivos y contenidos de las UUAA con las actividades de aprendizaje lo que permitió identificar lo siguiente: en el 87% (52 UUAA) los métodos, técnicas y estrategias de enseñanza-aprendizaje, fomentan los objetivos y contenidos de la UA. En tanto que en 6 UUAA (Análisis de sistemas y señales biomédicas discretas, Tecnología médica por aparato y sistema 1, Patología general, Imagenología, Sistemas informáticos de administración hospitalaria, Programación avanzada), los métodos, técnicas o estrategias de enseñanza-aprendizaje fomentan parcialmente los objetivos y contenidos de la UA. También se identificó que, en la UA de Electrónica digital y procesadores de señales y la UA de Calidad en los servicios de salud, los métodos, técnicas o estrategias de enseñanza-aprendizaje no apoyan los objetivos y contenidos de la UA (ver Tabla 5).

Tabla 5. Actividades de aprendizaje de las unidades de aprendizaje

Respuesta	% UA
Los métodos, técnicas o estrategias de enseñanza-aprendizaje no apoyan los objetivo y contenidos de la UA.	3.17
Los métodos, técnicas o estrategias de enseñanza-aprendizaje fomentan parcialmente los objetivo y contenidos de la UA.	9.52
Los métodos, técnicas o estrategias de enseñanza-aprendizaje fomentan los objetivo y contenidos de la UA.	87.31

Fuente: Resultados de las Cédulas aplicadas a profesores de la Licenciatura en Bioingeniería Médica.

Por otra parte, con relación a los métodos, técnicas o estrategias de enseñanza-aprendizaje que utilizan los profesores, se identificó que el método expositivo es el más utilizado en las UUAA, con una frecuencia del 50.79%, seguido del método de casos con el 36.51% de frecuencia, el aprendizaje basado en problemas con el 25.40%, y en un 22.22% se utiliza el aprendizaje basado en proyectos y la simulación. En la Tabla 6 se muestra la proporción de frecuencia de uso que reportaron los profesores.

Entre los métodos, técnicas o estrategias de enseñanza-aprendizaje que únicamente fueron reportadas por una UA se encuentran las siguientes: mesa redonda, modelo de enseñanza por descubrimiento, modelo de enseñanza del cambio conceptual y torneos.



Finalmente destaca que 12 UUAAs no especificaron los métodos, técnicas o estrategias que utilizan para el desarrollo de los contenidos. Estas UUAAs son: Ergonomía y factores humanos, Calidad en los servicios de salud, Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería, Probabilidad y estadística para bioingeniería, Ecuaciones diferenciales para bioingeniería, Dibujo por computadora, Patología general, Patología clínica, Neurociencias, Electrónica digital y procesadores de señales, Tecnología médica por aparato y sistema 1, y Tecnología médica por aparato y sistema 2.

Tabla 6. Frecuencia relativa de métodos, técnicas o estrategias de enseñanza-aprendizaje reportadas por los profesores

Método, técnica o estrategia de enseñanza-aprendizaje	No. de UUAAs	% UA
Aprendizaje basado en problemas	16	25.40
Aprendizaje basado en proyectos	14	22.22
Aprendizaje colaborativo (cooperativo)	8	12.70
Aula invertida	3	4.76
Autoaprendizaje asistido	7	11.11
Cuestionarios y ejercicios	7	11.11
Debate	2	3.17
Demostración	10	15.87
Discusión	10	15.87
Enseñanza por pares	5	7.94
Información estructurada	4	6.34
Modelo de enseñanza por investigación	4	6.34
Lectura dirigida	10	15.87
Lluvia de ideas	5	7.94
Método de casos	23	36.51
Método expositivo	32	50.79
Método socrático o de situaciones problemáticas	2	3.17
Modelaje, prototipos y pensamiento de diseño	10	15.87
Organizadores gráficos	2	3.17
Prácticas de laboratorio	4	6.35



Continuación...

Método, técnica o estrategia de enseñanza-aprendizaje	No. de UAAA	% UA
Resúmenes	2	3.17
Roles y dramatización	3	4.76
Simulación	14	22.22
Tutoría	3	4.76
Utilización de software	2	3.17
Visitas a áreas hospitalarias y empresas	3	4.76
No especificados	12	19.05

Fuente: Resultados de las Cédulas aplicadas a profesores de la Licenciatura en Bioingeniería Médica.

En las cédulas de congruencia se identificó que 25 UAAA (42%) consideran la posibilidad de impartirse totalmente a distancia (100% de los contenidos), 14 UAAA (23%) consideran la posibilidad de impartirse parcialmente a distancia (75% de los contenidos), 15 UAAA (25%) consideran la posibilidad de impartirse parcialmente a distancia en un (50% de los contenidos). Solamente, las UAAA de Análisis de sistemas y señales biomédicas discretas, Electrónica digital y procesadores de señales, Metrología de variables biomédicas, Biomecánica, y Temas selectos de bioingeniería 1, se considera que deben impartirse de manera presencial.

Por otra parte, fueron consideradas 23 UAAA (38%) como aquellas que se pueden impartir totalmente en inglés (100% de los contenidos); 12 UAAA (20%) se pueden impartir en un 75% de los contenidos en el idioma inglés y 14 UAAA (23%) que se pueden impartir en un 50% de los contenidos en el idioma inglés.

A partir de lo anterior, se puede concluir que los objetivos y contenidos de las UAAA y su relación con los métodos, técnicas o estrategias de enseñanza-aprendizaje son coherentes, aunque conviene revisar esta relación, o bien capacitar a los profesores, de las 8 UAAA que reportan que los métodos, técnicas o estrategias de enseñanza-aprendizaje no apoyan en su totalidad los objetivos de aprendizaje. Asimismo, es importante promover entre los profesores la capacitación pedagógica orientada a diferenciar entre método, técnica y estrategia de enseñanza-aprendizaje, así como capacitar sobre el uso de las herramientas didácticas y el diseño de actividades de aprendizaje que apoyen el desarrollo de los contenidos.



Claridad, secuencia y viabilidad pedagógica de las actividades académicas de las unidades de aprendizaje; y su valoración en los créditos

Con base en los resultados de las cédulas de congruencia y los resultados del formulario aplicado a los alumnos respecto a su plan de estudios, se analizó la carga de trabajo de cada UA para determinar si es adecuada, los resultados se presentan a continuación.

Del total de las UUAA, 11 no coinciden con su carga horaria; se requiere que, para el caso de las UUAA de Análisis de sistemas y señales biomédicas discretas, Epistemología general, Metrología de variables biomédicas, Patología general, Sistemas informáticos de administración hospitalaria y Tanatología, se aumente al menos una hora, esto con la finalidad de cubrir la totalidad de los contenidos. Respecto a las UUAA Análisis y síntesis de mecanismos, Bioquímica médica, Dibujo por computadora, Introducción a la instrumentación biomédica y Proyecto terminal de bioingeniería se propone que se disminuya la carga horaria, ya que el contenido se puede analizar en menos tiempo al que actualmente tienen propuesto.

Además, con base en los resultados de la cédula, se analizó la secuencia lógica y psicológica de las UUAA, por su ubicación y seriación. Respecto a su ubicación se identificaron que 29 UUAA no se ubican adecuadamente, por lo que se sugiere que se realicen los siguientes ajustes que se proponen en la tabla 7, para tener una mejor secuencia lógica y psicológica.

Tabla 7. Ajuste de ubicación de las UUAA

Unidad de aprendizaje	Periodo actual	Propuesta
Álgebra lineal para bioingeniería	1	2
Algoritmos y programación básica	1	3
Análisis de sistemas y señales biomédicas continuas	4	5
Análisis y síntesis de mecanismos	5	4
Biomecánica	7	6
Cálculo diferencial e integral para bioingeniería	1	3
Comunicación persona máquina	2	8
Ecuaciones diferenciales para bioingeniería	2	4
Epistemología de las ciencias naturales	7	1



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Periodo actual	Propuesta
Ergonomía y factores humanos	9	6
Imagenología	6	5
Inglés C1	4	2
Inglés C2	5	6
Inglés D1	6	4
Inglés D2	7	5
Inteligencia artificial/vida artificial	8	9
Introducción a la instrumentación biomédica	5	6
Mecánica de materiales	4	5
Métodos numéricos	3	5
Metrología de variables biomédicas	2	1
Modelado de objetos en 3 Dimensiones	7	8
Probabilidad y estadística para bioingeniería	1	7
Programación avanzada	2	4
Seguridad e higiene en el trabajo	5	4
Sistemas de asistencia y rehabilitación	8	6
Sistema de salud	4	3
Tanatología	6	8
Temas selectos de bioingeniería 1	9	7
Temas selectos de bioingeniería 2	9	5

Fuente: Elaboración propia con base en las cédulas de congruencia.

Respecto a la seriación de las UUAA que actualmente se tiene, se considera adecuada, ya que muestran una secuencia lógica, pues están ubicadas de acuerdo con los conocimientos, competencias y habilidades que los alumnos van adquiriendo a lo largo de su trayectoria académica. Sin embargo, es necesario que se incorpore la seriación de Anatomía del aparato musculoesquelético y Anatomía por aparatos y sistemas y la de Fisiología del aparato musculoesquelético con Fisiología por aparatos y sistemas.



A continuación, se muestra el resumen de la estructura y organización del plan de estudios 2010, con la finalidad de valorar la distribución de los créditos obligatorios y optativos conforme a las áreas y núcleos de formación:

Tabla 8. Resumen de la estructura y organización del plan de estudios, 2010

Área	Núcleo Básico						Núcleo Sustantivo						Núcleo Integral					
	Obligatorio			Optativo			Obligatorio			Optativo			Obligatorio			Optativo		
	UA	TH	CR	UA	TH	CR	UA	TH	CR	UA	TH	CR	UA	TH	CR	UA	TH	CR
Tecnología e Instrumentación Médica	0	0	0	0	0	0	7	32	52	0	0	0	4	20	32	0	0	0
Morfofuncional	6	40	66	0	0	0	3	17	30	2	8	12	0	0	0	0	0	0
Imágenes Médicas	0	0	0	0	0	0	3	12	18	3	12	18	1	4	4	0	0	0
Robótica Médica	0	0	0	0	0	0	4	20	30	0	0	0	4	18	24	0	0	0
Ingeniería Clínica	0	0	0	0	0	0	4	13	21	1	4	6	3	12	18	0	0	0
Matemáticas	4	16	32	0	0	0	1	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filosofía	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	3	12	23	0	0	0
Idiomas	0	0	0	0	0	0	2	8	12	0	0	0	2	8	12	0	0	0
Física	1	4	6	0	0	0	2	10	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Programación	1	4	6	0	0	0	2	8	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	12	64	110	0	0	0	29	126	203	6	24	36	17	74	113	0	0	0

Fuente: Plan de Estudios de la Licenciatura en Bioingeniería Médica 2010.

En su momento, la distribución y organización del plan de estudios fue factible para llevarse a cabo; ahora, con el análisis de las cédulas y de cada una de las unidades de aprendizaje para los sectores de egresados, estudiantes, docentes, y empleadores, nos arroja que es necesario su actualización, por lo que es necesario la modificación de las áreas curriculares para que sean más representativas de las UUA que agrupan y que vayan acorde a las nuevas necesidades.



1.3 Trascendencia

Estimará el valor de los métodos pedagógicos y de los aprendizajes que fomenta el currículo.

Métodos y experiencias que fomentan aprendizajes que perduran en el tiempo y con aplicación a un número mayor de situaciones

Con el propósito de identificar los principales métodos pedagógicos que se utilizan en la Licenciatura en Bioingeniería Médica y cómo este impacta o no en los índices de reprobación de las UUAA, se realizó una encuesta virtual a través de un formulario electrónico, el cual se envió a los profesores que actualmente imparten alguna UA de la Licenciatura en Bioingeniería Médica. La encuesta fue respondida por 44 profesores, lo cual presenta el 73% de la totalidad de los profesores. Una vez identificados los principales métodos se realizó la siguiente tabla (tabla 9) que los sintetiza:

Tabla 9. Principales métodos pedagógicos empleados en la Licenciatura en Bioingeniería Médica

Método	Porcentaje en que se utiliza
Autoaprendizaje asistido	9.1%
Demostración	8.9%
Discusión	9.8%
Enseñanza modulada o mediatizada	5.3%
Enseñanza por pares	1.8%
Enseñanza programada	5.3%
Exposición	15.2%
Información estructurada	7.1%
Juegos educativos	1.7%
Lecturas dirigidas	6.2%
Método de casos	7.6%
Método de proyectos	7.6%
Programación televisiva	0.3%
Roles	0.5%
Simulaciones	7.3%
Torneos	0.7%
Tutoría	4%
Otros	1.1%

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la encuesta aplicada a los profesores que imparten cátedra en la Licenciatura en Bioingeniería Médica en el 2022.



El método pedagógico más empleado por profesores es la exposición (15.2%), seguido de discusión (9.8%), autoaprendizaje asistido (9.1%), demostración (8.9%), método de casos (7.6%), método de proyectos (7.6%), simulaciones (7.3%), información estructurada (7.1%) y lecturas dirigidas (6.2%). Dentro de los menos utilizados se encuentran programación televisiva (0.3%), roles (0.5%), torneos (0.7%), otros (1.1%), juegos educativos (1.7%), enseñanza por pares (1.8%), tutoría (4.0%) y enseñanza modulada o mediatizada (5.3%).

Es importante destacar que los métodos pedagógicos utilizados por los profesores son pertinentes para la enseñanza de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, puesto que la mayoría son concordantes con lo propuesto por Brien en el proyecto curricular. No obstante, es necesario diversificar los métodos en las guías pedagógicas, con la finalidad de aumentar la calidad y eficacia de la educación. De igual manera, de acuerdo con la Agenda Estadística de la UAEMéx del 2020, el alumnado de la Licenciatura en Bioingeniería Médica tiene un índice de reprobación total de 5.6%, el cual es considerado bajo, por lo tanto, los métodos de enseñanza que actualmente se imparten parecen impactar positivamente en dicho índice.

Otro aspecto importante para que el programa educativo trascienda, es a través de las experiencias de los alumnos que han participado en programas de movilidad. En este sentido se consultó a 35 alumnos que han formado parte del programa de movilidad estudiantil en las siguientes universidades internacionales: Universidad Nacional Arturo Jauretche (Argentina), Universidad de Málaga (España), Universidad de Vigo (España), Universidad Do Porto (Portugal) y Universidad de Antioquia (Colombia), los cuales cursaron los semestres sexto y séptimo. Para identificar los métodos y experiencias educativas que fomentan aprendizajes valiosos en el alumno, como persona, como ciudadano y como profesional universitario, dentro de los testimonios sobresalientes se resaltan los siguientes:

“Mi movilidad fue muy útil para enriquecer mi experiencia como estudiante universitaria desde una perspectiva diferente. Me ayudó a reconocer los aciertos de nuestra carrera en la UAEMéx y también a contemplar las oportunidades de mejorar. La experiencia me ayudó a aplicar métodos nuevos de aprendizaje y aplicarlos en mi vida de estudiante, así como conocer un panorama diferente de lo que se espera de nosotros una vez que egresamos y observar también otras oportunidades de aplicación de la carrera. Fue interesante estar en planes de estudio con métodos diferentes que ocupaban herramientas que para mí eran nuevas y diferentes a las que se acostumbra en la UAEMéx.”

“Generó nuevas perspectivas de la Bioingeniería médica, y reforzó las habilidades de incorporación a equipos multidisciplinarios/multiculturales.”

“Fue una experiencia que me abrió la visión de la carrera, puesto que pude conocer una perspectiva distinta y pude involucrarme en muchos proyectos bastante interesantes y que me ayudaron a decidir la rama de la bioingeniería que me interesa desempeñar en un futuro. Además, personalmente es un proceso tan retador como satisfactorio.”



“Para mí, una de las experiencias más valiosas fue poder compartir en la UNAJ un taller y exposición sobre la tradición del día de muertos en México, se colocó una ofrenda, se impartió un taller de papel picado y yo expuse sobre las creencias y tradiciones que giran en torno a esa fecha para nosotros los mexicanos. Fue muy especial ver a personas que se interesan y se apasionan por una costumbre que ellos solo han visto a través de programas, películas, videos, etc. Y que además les parezca algo hermoso celebrarlo como lo hacemos aun cuando tiene que ver con un tema complicado que es la muerte. Fue muy gratificante para mí tener un espacio en la UNAJ exclusivamente para el evento y contar con el apoyo de ambas universidades para que fuera una experiencia única tanto para nosotros como organizadores como para los que asistieron.”

“En mi experiencia personal, la movilidad fomentó el liderazgo, ya que en muchas ocasiones tenía que defender o incluir nuevas ideas a círculos de amigos formados años a atrás.”

Los alumnos manifestaron que la experiencia de movilidad fue valiosa para su formación y fomentaron actitudes como respeto, confianza, valentía, sociabilidad, liderazgo, perseverancia, organización, desprendimiento, objetividad, empatía, gratitud y optimismo.

Al ser estas actitudes parte de las consideradas “habilidades blandas” de los perfiles profesionales actuales, se concluye que la experiencia de movilidad estudiantil es favorable y fomenta conocimientos tanto académico-disciplinares como de crecimiento personal.

En ese sentido, se recomienda fortalecer la movilidad estudiantil a partir de estrategias institucionales que conlleven a una mayor vinculación del organismo académico y la administración central.



Aportación de los objetivos y contenidos educativos a la vida de los alumnos

Con la finalidad de analizar la contribución de los objetivos y contenidos de las UUAA del núcleo básico e integral en el desarrollo de aprendizajes valiosos en el alumno como persona, como ciudadano, como profesional universitario y qué aspectos son deseables renovar para mejorar su impacto en los temas mencionados, se identificó de cada UA su contribución. A continuación, en el cuadro 15 se presentan los resultados.

Cuadro 15. Aportación de las UUAA del núcleo básico e integral a la vida de los alumnos

Núcleo de formación	Unidad de Aprendizaje	Contribución
Básico	Anatomía del aparato musculoesquelético	Conocimientos sobre el ser humano. Fomenta la selección de estrategias de estudio y de organización.
Básico	Álgebra lineal para bioingeniería	Facilidad para la resolución de problemas mentales. Paciencia frente a dificultades. Confianza.
Básico	Algoritmos y programación básica	Aporta al conocimiento de la estructura de los pensamientos. Fomenta la organización.
Básico	Anatomía por aparatos y sistemas	Autoconocimiento como ser biológico y como individuo. Reflexión sobre hábitos personales.
Básico	Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería	Análisis de los eventos cotidianos. Aplicación de conocimientos al cuerpo humano.
Básico	Bioquímica médica	Observación. Cuestionamiento. Asociación de conocimientos de diversas áreas.
Básico	Cálculo diferencial e integral para bioingeniería	Fomenta el pensamiento organizado. Selección de estrategias de estudio. Objetividad.
Básico	Ecuaciones diferenciales para bioingeniería	Fomenta el pensamiento abstracto.
Básico	Fisiología del aparato musculoesquelético	Conocimiento sobre el ser humano. Asociación de conocimientos de diferentes áreas. Fomenta la selección de estrategias de estudio.
Básico	Fisiología por aparatos y sistemas	Conocimiento sobre el ser humano. Analiza el impacto de hábitos en la salud. Fomenta la selección de estrategias de estudio.



Continuación...

Núcleo de formación	Unidad de Aprendizaje	Contribución
Básico	Histología	Conocimiento sobre la vida y su organización.
Básico	Probabilidad y estadística para bioingeniería	Pensamiento abstracto. Reflexión sobre la ocurrencia de eventos.
Integral	Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería	Fomenta la confianza, el liderazgo y el ingenio. Pensamiento dirigido a generar propuestas. Proponer estrategias para resolver problemas en salud.
Integral	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas	Organización. Integración de conocimientos de diferentes áreas. Acercamiento a los estudios en seres humanos.
Integral	Bioética	Conocimiento de aspectos éticos en el quehacer profesional. Reflexión sobre dilemas éticos.
Integral	Comunicación persona máquina	Reflexión sobre la interacción con la tecnología. Relacionar conocimiento de varias áreas de la ingeniería. Inventiva. Generación de propuestas de diseño.
Integral	Epistemología general	Reflexión sobre el conocimiento y su origen.
Integral	Ergonomía y factores humanos	Inventiva. Uso del ingenio. Desarrollo de empatía. Pensamiento de diseño.
Integral	Ética y humanismo	Aporta a la integridad del profesionista. Reflexión sobre su profesión en el ámbito de la salud.
Integral	Imagenología	Reconocimiento de la enfermedad. Discute características de la enfermedad.
Integral	Inglés D1	Aporta herramientas para la comunicación y crecimiento profesional.
Integral	Inglés D2	Aporta herramientas para la comunicación y crecimiento profesional.



Continuación...

Núcleo de formación	Unidad de Aprendizaje	Contribución
Integral	Proyecto terminal de bioingeniería	Integración de conocimientos de varias áreas de la bioingeniería. Dirigir el pensamiento hacia un objetivo. Forma del método científico. Identificación de problemas en el ámbito de la salud.
Integral	Robótica médica	Integración de conocimiento de varias áreas de la ingeniería. Reflexión sobre estructura del pensamiento. Ingenio e inventiva. Generación de propuestas tecnológicas.
Integral	Sistemas de asistencia y rehabilitación	Integración de conocimiento de varias áreas de la ingeniería. Reflexión sobre la sustitución de funciones en el cuerpo humano. Observación. Empatía.
Integral	Telemedicina	Integración de conocimiento de varias áreas de la ingeniería. Reflexión sobre el impacto de las telecomunicaciones en la sociedad. Planteamiento de propuestas tecnológicas.
Integral	Temas selectos de bioingeniería 1	Integración de conocimiento de varias áreas de la ingeniería. Conocimiento sobre sistemas. Ingenio e inventiva. Generación de propuestas tecnológicas.
Integral	Temas selectos de bioingeniería 2	Reflexión sobre la bioingeniería médica en el ámbito hospitalario y de la salud. Conocimiento sobre los aspectos comerciales y regulatorios de los dispositivos médicos. Identificación con un sector profesional.
Integral	Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza	Conocimiento sobre métodos de análisis computacionales. Organización. Planeación. Identificación de problemas en datos computacionales. Generación de propuestas de análisis computacional.

Fuente: Elaboración propia con base en los programas de estudio.



A partir del cuadro 15, se detecta que las UUAA del núcleo básico aportan a los alumnos los conocimientos elementales para iniciar la formación de ideas complejas enfocadas a la solución de problemas en el área médico-biológica. Además, aportan al autoconocimiento de los alumnos como entidades biológicas capaces de alimentarse, moverse y caer en la enfermedad. Asimismo, preparan al alumno para estructurar su pensamiento al propio de los medios electrónicos permitiendo su comunicación e interacción.

Con respecto a las UUAA del núcleo integral, involucran a diversas áreas de la bioingeniería médica, relacionándose desde los aspectos técnico, metodológico, comercial y regulatorio, con los dispositivos médicos de actualidad. Asimismo, propician el ingenio y la inventiva, aportan los pasos generales para la materialización de ideas que potencialmente representan soluciones en el campo de la salud, conduciéndose con ética y en favor de las sociedades.

Para complementar el análisis, el valor de aprender el idioma inglés para un profesionalista en Bioingeniería Médica está en contar con la capacidad de comunicarse en situaciones diversas. El profesionalista que puede expresar su experiencia y sus conocimientos a sus colegas tiene la oportunidad de colaborar e integrarse a equipos multinacionales; además, el inglés es la segunda lengua más hablada a nivel mundial. La demanda actual de expertos en Bioingeniería Médica a nivel mundial no reconoce fronteras; por esta razón, aprender este idioma es una actividad de carácter obligatorio, pues es una lengua con la que se tendrá contacto de manera cotidiana, incluso laborando en el ámbito nacional. La contribución a la vida de los alumnos del idioma inglés es la posibilidad de crecer de manera continua y permanente como profesionalista y como ser humano.

Dicho lo anterior, se puede concluir que los objetivos y contenidos de las UUAA del núcleo básico e integral forman a personas sensibles a problemáticas involucradas con la pérdida de la salud y aprenden a generar propuestas para mejorar su calidad de vida. En este tránsito fomentan valores como empatía, generosidad, paciencia y objetividad. Desarrollan un pensamiento científico, basado en los conocimientos adquiridos y en los principios de su formación, en acompañamiento con los valores humanistas universitarios. No obstante, es deseable fortalecer los objetivos de estas UUAA mediante estrategias de enseñanza-aprendizaje que promuevan estos valores y actitudes, como lo son: el trabajo en equipo, grupos de estudio, dinámicas de comunicación, actividad de campo, entre otros.



Pertinencia de los métodos pedagógicos respecto a la naturaleza de las unidades de aprendizaje

De los métodos pedagógicos que se emplean, mencionados en el criterio 3.1, es necesario que se relacionen con el tipo de las UUAA, para valorar su pertinencia y congruencia y, con base en ello, establecer mejoras. A continuación, se muestran las UUAA, el tipo y los métodos pedagógicos que se emplean (Cuadro 16).

Cuadro 16. UUAA, tipos y métodos pedagógicos

UA	Tipo	Método pedagógico
Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería	Curso taller	Exposición Método de proyectos Torneos Tutoría Discusión Enseñanza programada Lecturas dirigidas Método de casos
Adquisición de imágenes médicas	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Discusión Enseñanza modulada o mediatizada Exposición Información estructurada Lecturas dirigidas Método de proyectos
Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas	Curso taller	Discusión Enseñanza programada Exposición Juegos educativos Lecturas dirigidas Demostración Método de casos Método de proyectos Roles Simulaciones
Álgebra lineal para bioingeniería	Curso	Autoaprendizaje asistido Demostración Discusión Exposición Simulaciones Tutoría Enseñanza programada



Continuación...

UA	Tipo	Método pedagógico
Algoritmos y programación básica	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Demostración Enseñanza programada Exposición Método de casos Método de proyectos Tutorías Simulaciones Discusión
Análisis de imágenes médicas	Curso taller	Demostración Enseñanza por pares Enseñanza programada Lecturas dirigidas Método de casos Simulaciones
Análisis de sistemas y señales biomédicas continuas	Curso	Autoaprendizaje asistido Demostración Discusión Enseñanza programada Exposición Información estructurada Lecturas dirigidas Método de casos Simulaciones Tutoría Enseñanza por pares
Análisis de sistemas y señales biomédicas discretas	Curso	Discusión Enseñanza modulada o mediatizada Información estructurada Método de casos Demostración Exposición Simulaciones
Análisis y síntesis de mecanismos	Curso taller	Demostración Enseñanza programada Exposición Método de proyectos Autoaprendizaje asistido Demostración Discusión Exposición



Continuación...

UA	Tipo	Método pedagógico
Anatomía del aparato musculoesquelético	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Exposición Método de casos Discusión Tutorías Lecturas dirigidas
Anatomía por aparatos y sistemas	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Exposición Información estructurada Método de casos Demostración Discusión Enseñanza modulada o mediatizada Lecturas dirigidas Programación televisiva Simulaciones
Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería	Curso taller	Discusión Enseñanza modulada o mediatizada Exposición Información estructurada Método de proyectos Simulaciones
Bioética	Curso	Autoaprendizaje asistido Discusión Exposición Información estructurada Lecturas dirigidas Método de casos
Biología molecular y celular (Optativa, Núcleo Sustantivo)	Curso taller	ND
Biomecánica	Curso taller	Demostración Discusión Enseñanza programada Exposición
Bioquímica médica	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Demostración Discusión Enseñanza modulada o mediatizada Enseñanza por pares Enseñanza programada Exposición Juegos educativos Lecturas dirigidas Método de casos Método de proyectos Simulaciones Torneos Tutoría



Continuación...

UA	Tipo	Método pedagógico
Cálculo diferencial e integral para bioingeniería	Curso	Demostración Discusión Enseñanza modulada o mediatizada Exposición Información estructurada Método de casos Método de proyectos Simulaciones Tutoría
Calidad en los servicios de salud (Optativa, Núcleo Sustantivo)	Curso taller	ND
Circuitos eléctricos	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Enseñanza por pares Exposición Información estructurada Simulaciones Método de casos Enseñanza programada Tutoría Demostración
Comunicación persona máquina	Curso taller	Demostración Discusión Exposición Información estructurada Lecturas dirigidas Método de casos Método de proyectos Simulaciones
Dibujo por computadora	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Demostración Exposición Tutoría
Ecuaciones diferenciales para bioingeniería	Curso	Demostración Discusión Exposición Información estructurada Método de casos Método de proyectos Simulaciones Tutoría
Electrónica analógica	Curso taller	Discusión Enseñanza modulada o mediatizada Exposición Lecturas dirigidas Método de casos Simulaciones



Continuación...

UA	Tipo	Método pedagógico
Electrónica digital y procesadores de señales	Curso taller	Demostración Discusión Enseñanza modulada o mediatizada Enseñanza programada Lecturas dirigidas Método de proyectos Simulaciones
Epistemología de la Ciencias Naturales	Seminario	Autoaprendizaje asistido Discusión Exposición Información estructurada Lecturas dirigidas Método de caso
Epistemología general	Curso	Autoaprendizaje asistido Discusión Exposición Información estructurada Lecturas dirigidas
Ergonomía y factores humanos	Curso taller	Exposición Método de casos Método de proyecto
Ética y humanismo	Seminario	Autoaprendizaje asistido Discusión Exposición Lecturas dirigidas Método de casos
Farmacología general (Optativa, Núcleo Sustantivo)	Curso taller	ND
Fisiología del aparato musculoesquelético	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Enseñanza modulada o mediatizada Lecturas dirigidas Exposición Información estructurada Método de proyectos
Fisiología por aparatos y sistemas	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Discusión Exposición Información estructurada Lecturas dirigidas Método de casos
Fluidos y termodinámica	Curso	Autoaprendizaje asistido Demostración Discusión Exposición Información estructurada Lecturas dirigidas Enseñanza programada



Continuación...

UA	Tipo	Método pedagógico
Histología	Curso taller	ND
Imagenología	Taller	ND
Inglés C1	Curso taller	ND
Inglés C2	Curso taller	ND
Inglés D1	Curso taller	ND
Inglés D2	Curso taller	ND
Inteligencia artificial/vida artificial (Optativa, Núcleo Sustantivo)	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Discusión Enseñanza modulada o mediatizada Enseñanza por pares Exposición Lecturas dirigidas Simulaciones
Introducción a la instrumentación biomédica	Curso taller	Demostración Enseñanza modulada o mediatizada Enseñanza por pares Exposición Método de casos Simulaciones Autoaprendizaje asistido Discusión Lecturas dirigidas
Mecánica de materiales	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Demostración Discusión Enseñanza modulada o mediatizada Exposición Información estructurada Lecturas dirigidas Método de casos Método de proyectos
Métodos numéricos	Curso taller	Lecturas dirigidas Método de casos Método de proyectos Simulaciones Tutoría
Metrología de variables biomédicas	Laboratorio	Autoaprendizaje asistido Demostración Discusión Exposición Método de casos Simulaciones



Continuación...

UA	Tipo	Método pedagógico
Modelado de objetos en 3 Dimensiones (Optativa, Núcleo Sustantivo)	Curso taller	Juegos educativos Método de proyectos Tutoría
Neurociencias	Curso taller	Enseñanza programada Exposición
Patología clínica	Curso taller	Exposición Información estructurada Tutoría Método de proyectos Método de casos
Patología general	Curso	Enseñanza modulada o mediatizada Exposición Información estructurada
Probabilidad y estadística para bioingeniería	Curso	Enseñanza programada Información estructurada Demostración Discusión Exposición Lecturas dirigidas Método de casos Método de proyectos Simulaciones
Programación avanzada	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Demostración Enseñanza modulada o mediatizada Enseñanza programada Exposición Juegos educativos Método de casos Método de protocolos Método de proyectos Tutoría
Proyecto terminal de bioingeniería	Taller	Autoaprendizaje asistido Demostración Discusión Exposición Método de casos Método de proyectos
Realidad virtual (Optativa, Núcleo Sustantivo)	Curso taller	ND



Continuación...

UA	Tipo	Método pedagógico
Robótica médica	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Demostración Discusión Enseñanza modulada o mediatizada Exposición Información estructurada Lecturas dirigidas Método de proyectos Simulaciones Tutoría
Seguridad e higiene en el trabajo	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Demostración Discusión Enseñanza programada Exposición Información estructurada Lecturas dirigidas Método de casos Método de protocolos Método de proyectos Roles Simulaciones Torneos Tutoría
Sistema de salud	Curso taller	Demostración Exposición Método de casos Método de proyectos
Sistemas de asistencia y rehabilitación	Curso taller	ND
Sistemas informáticos de administración hospitalaria	Curso	Discusión Enseñanza programada Exposición Método de proyectos
Tanatología	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Demostración Discusión Enseñanza modulada o mediatizada Exposición Método de casos Método de proyectos
Tecnología médica por aparato y sistema 1	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Método de proyectos Tutoría Demostración Enseñanza programada Método de protocolos



Continuación...

UA	Tipo	Método pedagógico
Tecnología médica por aparato y sistema 2	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Demostración Método de proyectos Exposición Método de casos Programación televisiva Simulaciones Discusión
Telemedicina*	Curso taller	Enseñanza programada Exposición Método de proyectos
Temas selectos de bioingeniería 1	Seminario	Discusión Exposición Información estructurada Juegos educativos Método de proyectos Simulaciones Tutoría
Temas selectos de bioingeniería 2	Seminario	Discusión Exposición Lecturas dirigidas Método de casos
Tratamiento de imágenes médicas	Curso taller	Enseñanza por pares Enseñanza programada Exposición Lecturas dirigidas Información estructurada Simulaciones
Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza	Curso taller	Autoaprendizaje asistido Discusión Exposición Lecturas dirigidas Método de casos Método de proyectos Simulaciones Tutoría

ND. No Disponible

Fuente: Elaboración propia con base en las guías pedagógicas de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, 2010.



Se identifica que en todas las UUAA se utiliza una diversidad de métodos pedagógicos que son pertinentes en función de su orientación. La orientación de la mayoría de las UUAA corresponde al tipo curso-taller (83%), por lo que es indispensable que se sigan promoviendo diversos métodos, por un lado, para fomentar la adquisición y comprensión de conocimientos y por otro para la ejercitación de habilidades y la aplicación de conocimientos, métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos que estimulen al alumno a lograr los objetivos particulares planteados en cada una de las UUAA.

No obstante, para mejorar la pertinencia de los métodos pedagógicos respecto a la naturaleza de las UUAA se plantea, como estrategia, que un mayor número de personal docente utilice el método de simulaciones cuando sea posible, ya que es un método de enseñanza que propone acercar a los alumnos a situaciones y elementos similares a la realidad, pero en forma artificial, a fin de entrenarlos en habilidades prácticas y operativas cuando las encaran en el mundo real.

Con base en los métodos pedagógicos reportados en las encuestas aplicadas a los profesores, se concluye que son pertinentes con los objetivos del programa educativo, pues la mayoría de ellos facilita la discusión de temas actuales relacionados con la práctica del Bioingeniero Médico, ya que permiten llevar los conocimientos teóricos a situaciones prácticas o situadas en la realidad. Además, incentivan la capacidad de análisis, síntesis y aplicación práctica de los conocimientos adquiridos al utilizar la discusión, el auto aprendizaje asistido, la demostración y el método de casos y proyectos. Sin embargo, falta incluir métodos pedagógicos o UUAA que motiven al alumno a diseñar y construir nuevas tecnologías.

Por otra parte, en cuanto a la apreciación que tienen los alumnos sobre la planeación, conocimientos, atención, preparación y evaluación de los docentes, se obtuvieron algunos resultados de la prueba *Apreciación Estudiantil (2016-2021 A)*, la cual registró lo siguiente (ver tabla 10):

Tabla 10. Apreciación estudiantil

Áreas	Año									
	2021 A	2020 B	2020 A	2019 B	2019 A	2018 B	2018 A	2017 B	2017 A	2016
Planeación	9.4	9.4	8.9	9.3	9.1	9.3	9.2	9.1	9	9.2
Conocimiento	9.2	9.1	8.9	9.3	9.1	9.3	9.2	9.1	9.1	9.2
Atención	9.2	9.2	8.9	9	8.8	9.1	9.1	8.9	9	9
Preparación	9.1	9.1	8.9	9	9	9.3	9.2	9.0	9.1	9.2
Evaluación	9.0	9.0	8.9	9.1	9.1	9.3	9.2	9.1	9.1	9.2

Fuente: Elaboración propia con base en los datos del repositorio de la Dirección de Estudios Profesionales.



A partir de la tabla 10, se puede observar que la apreciación por parte de los alumnos ha sido muy buena (calificaciones en el semestre 2021A) superiores a 9.0, en donde el rubro más alto es la planeación, seguida de conocimiento y atención, preparación y finalmente evaluación. En general, la apreciación se mantiene por arriba de 9.0 en la mayoría de los periodos escolares. En este tenor, se analizaron los principios pedagógicos que se encuentran en el proyecto curricular de la Licenciatura en Bioingeniería Médica para valorar cuáles se aplican en la práctica educativa. Los principios pedagógicos que se identificaron se muestran a continuación:

- **Aprender haciendo** permite la integración de los contenidos de la ciencia aplicada y del saber, aflora y adquiere sentido en el marco de situaciones que implican aprender haciendo. Los estudiantes sólo aprenderán mediante la práctica de hacer o ejecutar aquello en lo que se busca sean expertos.
- **No se puede enseñar al estudiante lo que necesita saber, pero puede guiársele.** El estudiante tiene que ver por sí mismo y a su propia manera las relaciones entre los medios, los métodos empleados y los resultados conseguidos. Nadie puede verlo por él, y no puede verlo simplemente porque alguien «se lo diga».
- **El aprendizaje de las formas de arte profesional requiere de libertad para aprender haciendo en un contexto de riesgo relativamente bajo y con acceso a una buena acción tutorial.**
- **El aprendizaje colaborativo que permite aplicar las teorías aprendidas** desarrolla la habilidad para el análisis y síntesis mediante la búsqueda y análisis de la información, discusiones en grupo para proponer hipótesis a través del aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos.

Se estima que la mayoría de los principios previamente indicados se encuentra presente en la práctica educativa que se brinda al alumnado. Por ejemplo, el principio de aprender haciendo se fomenta principalmente en la elaboración de prácticas e informes de laboratorios en las UUAA que tienen orientación tipo curso-taller. De igual manera, el alumno tiene la libertad para aprender en el contexto práctico, siempre bajo la supervisión o tutoría de un profesional docente, en los laboratorios o campos clínicos. Aunado a lo anterior, el aprendizaje colaborativo se promueve mediante el trabajo en equipo para proponer una solución a algún caso o proyecto en particular, referente con el objetivo general de la UA específica. Por lo anterior, se sugiere que dichos principios se sigan empleando y promoviendo en la reestructuración, esto con la finalidad de fomentar un aprendizaje reflexivo, crítico, argumentativo y constructivo.

Otro de los puntos a analizar dentro de trascendencia es el uso de las tecnologías como recursos didácticos.



Debido a la pandemia por COVID-19 y a la modalidad de enseñanza virtual que se siguió por casi aproximadamente dos años en la Facultad de Medicina, el 100% de los profesores ha usado tecnologías de la información para el desarrollo de sus clases. Específicamente, se ha utilizado la herramienta institucional de Microsoft TEAMS y la elaboración de formularios como exámenes. De manera presencial, la mayoría de los profesores ha hecho uso de proyectores y computadoras. Específicamente, en UUAA que tienen una orientación de tipo curso-taller se hace uso de los laboratorios de modelado, instrumentación y electrónica. En estos laboratorios, se cuenta con tecnología que provee a los alumnos con recursos didácticos para el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que se encuentran equipados con computadoras, software especializado, equipo biomédico, equipo electrónico, tarjetas de instrumentación, etc.

Otra manera en que los alumnos tienen contacto con el uso de la tecnología es mediante los campos clínicos, ya que en ciertas UUAA con componente práctico se requiere que el alumno realice visitas a algún hospital para observar el funcionamiento y operación de tecnología biomédica.

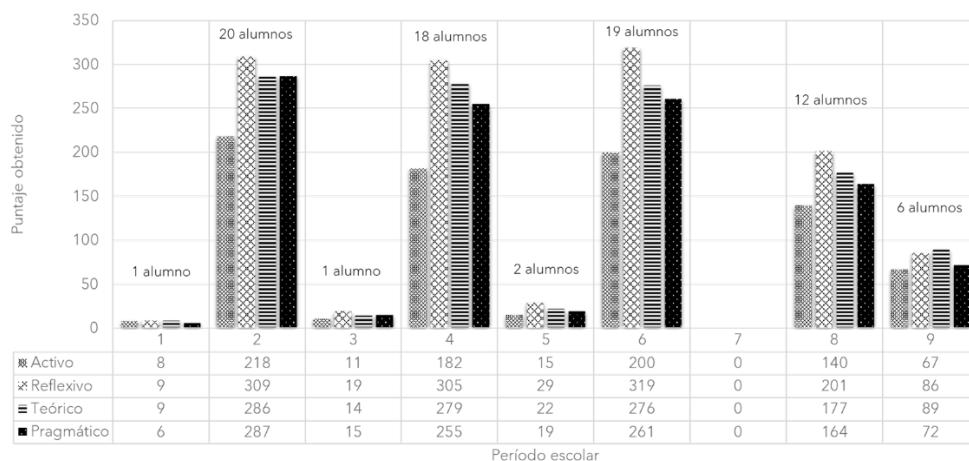


Adaptación de los métodos pedagógicos a los objetivos del programa de estudios y las características de los alumnos

Con el propósito de identificar las características, necesidades e intereses de los alumnos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, se realizó una encuesta virtual a través de un formulario electrónico, el cual se envió a los alumnos que actualmente se encuentran inscritos. La encuesta fue respondida por 79 alumnos, lo cual representa aproximadamente el 33.2% de la totalidad de los estudiantes matriculados que actualmente toman clases en la Licenciatura en Bioingeniería Médica. Los alumnos entrevistados se distribuyen de la siguiente forma: primer período (1), segundo período (20), tercer período (1), cuarto período (18), quinto período (2), sexto período (19), octavo período (12), y noveno período (6), donde se señala en paréntesis el número de alumnos.

La encuesta aplicada fue el cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA) el cual establece cuatro estilos: activo, reflexivo, teórico y pragmático. Una vez identificados los principales estilos se realizó la siguiente gráfica que los sintetiza:

Gráfica 1. Resultados de la encuesta de estilos de aprendizaje por periodo



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la encuesta aplicada a los alumnos inscritos en el año 2022.

De acuerdo con los resultados presentados en la gráfica 1, los estilos de aprendizaje que predominan en la población entrevistada son el estilo reflexivo, el teórico y el pragmático.

Los alumnos reflexivos son alumnos concienzudos, receptivos y analíticos, se caracterizan por adoptar una postura de observador que les permita analizar sus experiencias desde distintas perspectivas, también tienen habilidades para la recolección de datos y el análisis detallado que les permite llegar a conclusiones; presentan problemas para aprender en ambientes donde no se les ofrece tiempo para la ejecución de tareas o donde se les solicita tomar una postura activa que los convierta en el centro de atención de las tareas que se están realizando.



Los alumnos teóricos se caracterizan por pensar de forma secuencial, lógica y racional. Estos alumnos aprenden mejor a partir de modelos, teorías, sistemas, con ideas y conceptos que presentan un desafío, mientras que tareas que implican ambigüedad e incertidumbre o que impliquen el manejo de emociones y sentimientos, les dificultan el aprendizaje.

Los alumnos pragmáticos se caracterizan por probar nuevas ideas, teorías y técnicas en situaciones prácticas, aprenden mejor llevando los conocimientos teóricos a situaciones prácticas; por otro lado, las tareas y actividades que no se pueden llevar a la práctica de manera inmediata o que no se encuentran relacionadas con la realidad, entorpecen su aprendizaje.

Es necesario mencionar que las metodologías de enseñanza y de evaluación no se han adaptado a las características de los alumnos de forma institucional, pues la evaluación de los estilos de aprendizaje no es una práctica común en la licenciatura. Sin embargo, los profesores tienen libertad de cátedra para decidir los mecanismos y estrategias para impartir el curso, por lo que ellos realizan los ajustes que a su juicio consideran pertinentes para llevar a un desenlace exitoso el trabajo de los alumnos. Por lo anterior, es necesario que se evalúen los estilos de aprendizaje de los alumnos de nuevo ingreso para que con dicha información se pueda proporcionar a los profesores un perfil de alumno y ellos elijan los métodos y estrategias que consideren más convenientes para la impartición de su UA. Adicionalmente, la elaboración de guías pedagógicas con base en el perfil de alumnos y asesoría de expertos en métodos pedagógicos lograrían proporcionarles a los profesores las bases fundamentales para el diseño de diferentes secuencias didácticas.



1.4 Equidad

Juzgará la capacidad para ofrecer una atención diferencial a los alumnos, para que de acuerdo a las características individuales y las del entorno social de cada uno, todos tengan las máximas oportunidades de lograr una formación universitaria.

Capacidad para atender las formas de aprender de los estudiantes y las necesidades de conocimientos, de técnicas y de expresiones culturales de cada comunidad o grupo social.

La Universidad Autónoma del Estado de México tiene como una de sus políticas eliminar las desigualdades de género, asegurando la inclusión de todas las personas en las actividades universitarias, incluidas las personas con discapacidad, de pueblos indígenas, y aquellas en situación de vulnerabilidad.

Por lo que, para identificar y atender a los alumnos procedentes de grupos vulnerables en la Facultad de Medicina, el Departamento de Control de Escolar se encarga de identificar a alumnos que poseen algún tipo de discapacidad, hablantes de lenguas indígenas o estatus socioeconómico, a través de la aplicación de un cuestionario a los alumnos de nuevo ingreso.

Adicionalmente, la Facultad de Medicina cuenta con diferentes servicios para los alumnos y público general en donde pueden dar seguimiento a diversos padecimientos nutricionales y médicos a un precio accesible. Estos incluyen consultorios de nutrición y de terapia física. También cuenta con un Departamento de Salud Mental, Psiquiatría y Psicología Médica de atención gratuita al alumnado. De igual manera, hace cuatro años se estableció el Comité de Género de la Facultad de Medicina, el cual se encarga de dar difusión, orientar, canalizar y encausar sobre temáticas de género a toda la comunidad universitaria con especial énfasis a grupos vulnerables, como las mujeres, personas de la comunidad LGBTTI y personas con algún tipo de discapacidad, para lo cual realiza actividades mensuales como conferencias, talleres y cursos que fomentan igualdad, inclusión y respeto a grupos vulnerables. Por otro lado, la Facultad de Medicina otorga becas, realiza actividades extracurriculares, ofrece estímulos, entre otros, para la inclusión y permanencia de los grupos vulnerables, a través del Departamento de Becas que cuenta con información referente al estatus socioeconómico de los alumnos.

Además, a nivel institucional se ofrece a alumnos de grupos vulnerables la beca de Formación Universitaria, misma que está dirigida a los alumnos de los niveles Medio Superior y Superior, con el propósito de que accedan a mejores condiciones de bienestar para la continuación de sus estudios. Cabe resaltar que para que los alumnos puedan acceder a dicha beca, se evalúan variables de vulnerabilidad económico-social y de mérito académico, establecidas en el sistema y convocatoria respectivos. A nivel institucional también se cuenta con un apoyo denominado Seguro de Estudios Universitarios, el cual está dirigido a los alumnos del Nivel Medio Superior y Superior inscritos en alguna de las modalidades escolarizada, no escolarizada y/o mixta de los espacios universitarios, y que presente el fallecimiento de padre o madre de quien dependía económicamente, a fin de cubrir las cuotas de inscripción.





Se reconoce que las acciones y su impacto, respecto a la permanencia y promoción escolar de los alumnos procedentes de grupos vulnerables es adecuada. En general, de acuerdo con el Departamento de Becas, alrededor de un 19% del alumnado inscrito al periodo 2021A ha recibido becas de exención de pago, específicas, y de Talento Científico y Cultural, además de que el índice de deserción entre los periodos 2014B a 2020B osciló entre el 0 y 18% y el índice de reprobación en los últimos tres ciclos escolares se mantiene por abajo del 20%. Para el periodo 2021A, se estima que al menos 27% de los alumnos inscritos que poseen alguna variable de vulnerabilidad económico-social ha recibido una beca en dicho semestre, lo que ha incentivado a continuar con su formación académica dentro de la Licenciatura en Bioingeniería Médica.

Otro grupo de suma importancia son los alumnos con un aprendizaje sobresaliente, considerando un promedio mayor a 9.0, por lo que estos pueden optar por una forma de titulación denominada Aprovechamiento Académico, que representa una acción que ha implementado la Facultad de Medicina para fomentar una trayectoria académica sobresaliente en los alumnos. Las inscripciones semestrales se realizan en orden del promedio del último semestre, por lo que alumnos que tengan las mejores calificaciones tienen preferencia para la inscripción de grupos. De igual manera, alumnos que tienen los mejores promedios, tienen preferencia para la selección de sede del servicio social hospitalario o de investigación que realizarán por un año, además de que se otorgan becas de excelencia académica a alumnos que tienen un aprovechamiento académico excepcional.

Por lo que refiere a cursos y talleres co-curriculares, el programa de Tutoría Académica de la Facultad de Medicina organiza cursos de diversas temáticas, dirigidos a los alumnos de las cinco licenciaturas de la Facultad, como por ejemplo “Técnicas para hablar en público II: Expresión Corporal”; “¿Cómo cambiar de hábitos?”, “Gestión de Tiempo” y “Siete consejos inolvidables para mejorar tu ortografía”, entre otros.

Anualmente, la Coordinación de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, a través del Capítulo Estudiantil de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica de la UAEMéx, organiza el concurso de conocimientos de Bioingeniería Médica, evento dirigido a los alumnos con el propósito de fomentar la integración del alumnado de todos los periodos y el aprendizaje colectivo de tópicos referentes a su carrera.

El Departamento de Difusión, a través de Facebook, da a conocer eventos culturales, complementarios a la formación con diferentes temáticas que pueden ser tomados por alumnos de la Facultad de Medicina o público general. Entre algunos eventos culturales destacan ensambles musicales que se realizan en la explanada de la Facultad de Medicina en conmemoración del día del médico. A través de este Departamento también se han publicado convocatorias del Centro de Actividades Culturales de la UAEMéx, el cual invita a alumnos de todos los espacios académicos a tomar cursos artísticos, culturales y de idiomas.



La Facultad de Medicina ha emprendido acciones relevantes para atender a grupos vulnerables y con dificultades socioeconómicas. Específicamente se observa cobertura de servicios gratuitos y de bajo costo que ofrece la Facultad de Medicina para los alumnos, así como la diversidad del programa de becas para alumnos con vulnerabilidad socioeconómica y sobresalientes lo que ha impactado de forma relevante en los bajos índices de reprobación actual. Sin embargo, es importante que se extienda la cobertura de becas a un mayor porcentaje de alumnos, los cuales manifiestan en primera instancia tener problemas económicos como una dificultad que impacta directamente en su desempeño académico. Es importante proporcionar una mayor difusión de los servicios gratuitos y de bajo costo a los que pueden acceder los alumnos en la Facultad de Medicina, ya que también han manifestado como una principal problemática en su desempeño escolar enfermedades propias o fallecimiento de familiares. También resulta relevante que los tutores académicos obtengan información sobre sus tutorados en el Sistema de Tutoría Académica y Asesoría (SITAA) institucional y les proporcionen un seguimiento adecuado ya que este posee información sobre el nivel de riesgo académico que presentan los alumnos, información socioeconómica y puntaje en el examen de admisión, lo cual es información que puede servir al tutor académico para una orientación académica y profesional más apropiada en la trayectoria del alumno.



Capacidad para dar cabida a un mayor número de personas con limitaciones económicas, de tiempo o espacio

Para conocer en qué medida la Facultad de Medicina cumple la misión social para brindar mayores oportunidades de formación, en especial a personas con limitaciones económicas, de tiempo o espacio, y qué acciones se recomiendan para mejorar la atención a la equidad educativa, se identificó en un primer momento el número de aceptados a formarse en el programa educativo y en función de esta determinar las características de la población.

El índice de aceptación (véase tabla 2, 1.1 Pertinencia) ha incrementado notoriamente ya que en 2015 se tuvo una aceptación de 53 aspirantes y en 2020 de 78. Algunas de sus características socioeconómicas y problemas generales que presenta la población estudiantil de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, de acuerdo con el departamento de Control Escolar de la Facultad de Medicina, son: problemas económicos, problemas familiares (defunción de uno o ambos padres), enfermedad (propia o de los familiares) o falta de interés en los estudios. Dentro de las acciones implementadas por la Facultad de Medicina para brindar mayores oportunidades de formación se encuentra que se otorgaron becas de apoyo a conexión de internet a aproximadamente el 22% del alumnado de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, especialmente durante la pandemia de COVID-19. De igual manera, debido a la pandemia, el 100% de las UUAA pasaron provisionalmente a una modalidad virtual, lo cual contribuyó a que alumnos provenientes de municipios alejados de la Facultad de Medicina permanecieran con sus familias y que no se arriesgasen a la exposición al SARS-COV-2 en el transporte público. Además, se estableció en los H.H. Consejos de Gobierno y Académico de la Facultad de Medicina que el 25% de las UUAA del periodo otoño 2020 del plan de estudios de la Licenciatura en Bioingeniería Médica podría impartirse en una modalidad no escolarizada y/o con mediación tecnológica como apoyo para salvaguardar la salud entre los alumnos.

Actualmente, los alumnos que por falta de tiempo no puedan cursar la carga completa semestral pueden optar por solicitar la apertura de cursos intersemestrales de verano, o bien, tomar UUAA en movilidad interinstitucional, lo cual permite que el alumno pueda llegar a regularizar su situación académica. Otra opción es la solicitud de un examen por competencias de la UA que no puedan cursar por falta de tiempo, previa aprobación de los H.H. Consejos Académico y de Gobierno de la Facultad de Medicina.

En la Facultad se cuenta con conexión a internet y computadoras personales para los profesores de tiempo completo, lo que permite que se puedan impartir las clases virtuales desde la oficina de los profesores.

Se cuenta con licencias institucionales de la paquetería de Microsoft Office, por lo que tanto alumnos y profesores tienen acceso a estos servicios mediante el correo institucional. Esta paquetería incluye Microsoft TEAMS, la cual es una plataforma que permite la colaboración y comunicación entre todos los miembros de una organización, y los alumnos pueden realizar una búsqueda del contacto del profesor y comunicarse directamente a través de esta herramienta. Este es un recurso valioso que permite dar cabida a un mayor número de alumnos que por falta de espacio o tiempo no pueden acudir presencialmente a la Facultad de Medicina.





Dicho lo anterior, y con la finalidad de brindar mayores oportunidades de formación, en especial a personas con limitaciones económicas, de tiempo o espacio, se reitera la recomendación para tener una mayor cobertura en los programas de becas para los alumnos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, entre ellas la beca de apoyo a conexión de internet, ya que menos del 50% de los alumnos cuenta con algún tipo de apoyo económico. Así mismo, es necesario que, a través de la reestructuración del programa educativo, se implementen UUAA que puedan cursarse en la modalidad 100% no escolarizada, lo cual permitirá a personas con limitaciones de tiempo y espacio tener una mayor equidad educativa.

Además, es necesario que se proporcione mayor difusión sobre el programa de movilidad interinstitucional y los exámenes por competencias, los cuales también intentan solventar estos problemas para personas que tienen problemas de espacio y tiempo.

Contribución de los servicios de tutoría para superar las dificultades de aprendizaje de los alumnos

Para superar las dificultades de aprendizaje, rendimiento académico, así como la permanencia y promoción escolar de los alumnos, la Facultad de Medicina ofrece servicios educativos de tutoría y asesoría académica a través de programas como tutoría, mentoría, asesoría disciplinar por profesores y cursos de nivelación, estos programas tienen la finalidad de evitar el rezago académico en la comunidad estudiantil.

En el caso específico del Programa Institucional de Tutoría Académica (PROINSTA) se busca orientar académicamente a los alumnos a lo largo de su formación profesional, es decir, el tutor acompañará al estudiante desde el inicio de su licenciatura hasta la conclusión, con la finalidad de disminuir la deserción escolar. La plataforma del Sistema de Información de Tutoría Académica y Asesoría (SITAA) ofrece un espacio de comunicación a distancia entre el tutor y tutorado en donde el primero puede brindar apoyo oportuno al alumno a través del análisis de su historial académico, y el tutorado puede ponerse en contacto con el tutor y visualizar su seguimiento académico. Cabe resaltar que el SITAA no es la única plataforma con la que los tutores realizan el seguimiento de sus alumnos, la mayoría de los profesores del programa utilizan la Plataforma de Microsoft TEAMS y el sistema de mensajería WhatsApp para organizar las reuniones de trabajo que, generalmente, se programan mensualmente.

En este sentido se aplicó un cuestionario a 53 alumnos que se encuentran cursando los estudios profesionales en la Licenciatura en Bioingeniería Médica para valorar el impacto que ha tenido el programa de tutoría. Los datos obtenidos arrojaron que el 94.3% de los alumnos encuestados contaba con un tutor asignado al momento de la entrevista y el resto de los alumnos se encontraba a la espera de una respuesta por parte del programa. El 41.5% de los alumnos reportó que no se han reunido con su tutor, mientras que el 37.7% se ha reunido, por lo menos una vez al inicio y/o al final del periodo, con su tutor; pocos alumnos (alrededor del 20.8%) reportaron reunirse de manera continua (reuniones mensuales o semanales) con sus tutores.



La mayoría de los alumnos entrevistados (69.8%) no percibe que sus tutores tengan disponibilidad para asesorarlos, tampoco consideran que la atención recibida sea de calidad.

Además, se encontró que el 53.6% de los alumnos consideran que el tutor no les ayuda a detectar las necesidades y problemáticas educativas que presentan, por lo que no los orientan a solucionar problemas educativos e identificar sus fortalezas, tampoco perciben que las asesorías se traten de temas o actividades que les ayuden a tomar acciones preventivas o correctivas relacionadas con su proceso de aprendizaje o que les orienten en el proceso de inscripción para llevar una carga académica viable, equilibrada y pertinente.

En general, el 81.2% de los alumnos entrevistados se encuentran insatisfechos con el programa de tutoría y dentro de los sugerencias y comentarios destacan:

- La necesidad de mejorar los canales de comunicación entre tutor-tutorado,
- La posibilidad de que el alumno elija a su tutor o este sea presentado antes de iniciar el programa, y
- La necesidad de mejorar la calidad en el servicio de tutoría de manera que impacte realmente en el desarrollo de los alumnos.

Cabe resaltar, que los alumnos expresaron que sería importante que antes de la asignación de tutores se les permita seleccionar al profesor con el que trabajaran, en este sentido consideramos que esta acción debe de ser evaluada con cautela, pues por un lado puede motivar al alumno a comunicarse constantemente con su tutor e inclusive dirigir sus intereses hacia las áreas de desarrollo profesional que llaman su atención pero también se corre el riesgo de que se sature el tiempo de algunos tutores o que no permitan ampliar el panorama.

Los alumnos encuestados no perciben que las actividades de tutoría sean de ayuda durante su desarrollo en el programa, pues perciben que los profesores que actúan como tutores no se involucran lo suficiente, ya que las reuniones son esporádicas y la orientación la perciben como deficiente ya que no hay un impacto en su vida escolar.

En la encuesta aplicada a los alumnos surgió la propuesta de implementar programas de tutoría por parte de los alumnos de niveles superiores en esta licenciatura con la finalidad de ampliar las opciones de ayuda académica; aunque a nivel institucional existe un programa de esta naturaleza, sería pertinente redoblar los esfuerzos dentro de nuestro programa.

Entre los medios empleados para verificar la pertinencia y eficacia de los servicios de apoyo que brinda la Facultad de Medicina para mejorar el rendimiento académico de los alumnos, así como en su permanencia y promoción escolar, se encuentra el SITAA. En dicha plataforma, la cual se encuentra enlazada al Sistema de Control Escolar de la Facultad de Medicina, los tutores pueden vigilar una correcta trayectoria académica, y les permite detectar las diferentes condiciones de riesgo académico de los estudiantes.



Por lo tanto, las acciones organizadas que ha tomado la Facultad de Medicina, como por ejemplo el programa de asesorías disciplinares, mentores académicos y tutorías, que buscan brindar ayuda académica a los alumnos en riesgo escolar implementados por la Facultad son pertinentes para brindarles ayuda académica, pues el índice de reprobación en la licenciatura es bajo en comparación con otras licenciaturas de la Facultad; sin embargo, con base en los comentarios emitidos por los alumnos es necesario mejorar el programa de tutorías pues el nivel de satisfacción percibido por los beneficiados es insatisfactorio.

Disponibilidad y calidad de la atención de los profesores, para orientar la trayectoria académica de los alumnos

Con la finalidad de analizar las acciones adoptadas para asegurar la disponibilidad de los profesores fuera de los periodos de clase para brindar ayuda académica a la población estudiantil se identificó que la Coordinación de la Licenciatura en Bioingeniería Médica al inicio de cada periodo, cumple puntualmente con la tarea de comunicarse con los profesores para recordarles los compromisos que tienen para llevar a bien el desarrollo del programa educativo, dentro de los cuales se encuentran la atención y retroalimentación de los alumnos.

Sin embargo, no se contempla el recordatorio sobre los mecanismos de evaluación, los créditos a aprobar y la estructura por núcleos y áreas curriculares del programa; temas que es necesario conocer.

Si bien no todos los profesores pertenecen al programa de tutoría, el tener este tipo de información ayudaría a que indirectamente todos pudiesen orientar a los alumnos dentro del programa sin necesidad de inscribirlos al programa PROINSTA. Esta iniciativa puede promoverse desde la Coordinación con ayuda de las distintas academias que conforman la licenciatura.

En cuanto a la asesoría académica proporcionada por los profesores que no pertenecen a PROINSTA, al inicio de los periodos escolares estos convienen con sus alumnos los mecanismos de evaluación de las UUA que impartirán, así como los medios y horarios en los cuales los alumnos pueden ponerse en contacto para resolver las dudas sobre los contenidos temáticos.

Otro criterio de suma importancia es el conocimiento de la normatividad sobre la trayectoria escolar, la estructura y organización del plan de estudios, sus reglas de operación y lo que aplica para la permanencia y promoción escolar de los alumnos. Para valorar la medida en que profesores y tutores conocen dicha normatividad, se aplicó un instrumento que se difundió a través de la cuenta de correo de la Coordinación de la Licenciatura en Bioingeniería Médica. En total se obtuvo la participación de 28 profesores afiliados al programa educativo, de los cuales 12 pertenecen al programa de tutorías. El instrumento consta de 22 preguntas divididas en dos categorías: información de tutores y conocimientos sobre el plan de estudio.



Para la sección de preguntas relacionadas con la información de tutores, se encontró que la mayoría de los profesores utilizan la plataforma de Microsoft TEAMS para dar seguimiento a sus tutorados, seguido del SITAA y el WhatsApp; estas reuniones se organizan de la siguiente manera:

- Cada quince días: 8.3%
- Reunión mensual: 33.3%
- Bimensual: 25%
- Al inicio y final del semestre: 8.3%
- Nunca realizan reuniones: 25%

Dentro de las estrategias más populares para orientar a los tutorados en la selección de la carga académica se encuentran el análisis de la trayectoria escolar, la revisión de la oferta académica y del mapa curricular. En este proceso, se requiere que el tutor verifique que los alumnos hayan concluido adecuadamente su trayectoria escolar, para lo cual revisan el número de UUAA que han cursado los alumnos, así como el porcentaje de avance individual; esta información la obtienen en su mayoría de la base de datos del SITAA o de la documentación expedida por Control Escolar.

En lo que refiere al conocimiento de los profesores sobre el plan de estudios, se registraron 28 respuestas; las preguntas se relacionaron con temas sobre el número de créditos a aprobar por los alumnos, las oportunidades que tiene el alumno para aprobar una UA y la división curricular del programa.

Sobre el número de créditos mínimos y máximos que un alumno puede cursar en un período, la mayoría de los profesores (60.7%) tienen el conocimiento de que un alumno puede cursar mínimo 23 créditos por período; mientras que el 71.4% conoce que el máximo es de 58 créditos y el 75% de los profesores tiene el conocimiento de que el alumno debe de acreditar 444 créditos en total.

Los 444 créditos por aprobar se dividen en UUAA obligatorias y optativas, el 71.4% de los profesores sabe que se dividen en 58 UUAA obligatorias más una actividad académica, mientras que el 85.7% sabe que es necesario acreditar 3 UUAA optativas.

Todos los participantes saben que las UUAA se encuentran organizadas en tres núcleos. El 42.9% reportó conocer las áreas curriculares en las que están estructuradas las UUAA del programa, el 39.3% solo conoce la estructura de las asignaturas que imparte, el 14.3% de la mitad de las materias y el 3.5% no conoce la estructura. Asimismo, solo el 42.9% conoce el núcleo de formación de las UUAA que imparte, mientras que el 39.3% conoce la organización de todas las UUAA; el resto de los participantes reconoció solamente conocer a cuál núcleo de formación pertenece la mitad de las asignaturas y una fracción menor (3.5%) no tienen conocimientos sobre los núcleos de formación.



En cuanto a los conocimientos sobre las reglas para la permanencia de los alumnos dentro del programa, la mayoría de los profesores (92.9%) conoce que un alumno tiene la oportunidad de cursar dos veces cada UA, por lo que de no aprobarse en la segunda oportunidad se cancelará de manera definitiva su inscripción. El 44.4% de los entrevistados conoce que el número máximo de evaluaciones reprobadas que un alumno puede tener es de 20, de las cuales 15 pueden presentarse en los primeros cinco periodos del programa y cinco más en los siguientes periodos de la carrera; el resto de los profesores tenía el conocimiento de que el número de UUAA reprobadas era menor o igual a 15.

Es del conocimiento de todos los profesores participantes que la calificación mínima para aprobar una UA es de 6.0; mientras que, para poder exentar la evaluación ordinaria, el 92.9% de los encuestados conoce que se cambió la calificación mínima a 8.0, la cual en tiempos anteriores era de 9.0.

Se solicitó a los participantes su opinión sobre las ventajas, desventajas, dificultades y áreas de oportunidad que posee nuestro plan de estudios actual, al respecto la mayoría reconoció que las ventajas del plan de estudios son:

- Los contenidos temáticos son actuales y vigentes, en concordancia con los avances tecnológicos;
- La convivencia con otras licenciaturas del área de salud fomenta el carácter multidisciplinario y permite la vinculación entre estas áreas; y
- Con el actual programa el alumno tiene una formación integral que le permite desarrollar aptitudes en el área de medicina, ingeniería y humanidades.

Dentro de las desventajas reportadas se encuentran:

- El programa no contempla la modalidad no escolarizada como una opción.
- La falta de UUAA relacionadas con la electrónica.
- La oferta de UUAA es anual.
- Falta fortalecer habilidades de comunicación y resolución de problemas.
- Falta implementar prácticas profesionales y reducir el tiempo de servicio social pues este es demasiado extenso en comparación con otras universidades.



También se les preguntó sobre las dificultades a las que se han enfrentado al revisar las trayectorias de sus tutorados o alumnos, de las cuales en su mayoría coincidieron que eran:

- La existencia de UUAA con demasiado contenido y/o seriaciones de UUAA que dificultan el progreso del alumno.
- La falta de conocimiento de los alumnos del reglamento de estudios profesionales de la universidad lo que tiene como consecuencia que los alumnos se encuentren en riesgo de perder la calidad de alumno.
- Las trayectorias solamente pueden observarse al terminar el periodo y en consecuencia el seguimiento se dificulta durante ese período.
- El sistema de tutoría no permite realizar un seguimiento adecuado.
- Algunos alumnos presentan poco o nulo interés en su trayectoria académica.

Las trayectorias académicas poseen gran relevancia para la planeación de la oferta de cursos regulares e intersemestrales, pues con base en esta información se detecta el número de alumnos que se encuentran cursando el plan de manera regular o quienes se encuentran rezagados por alguna UA. Por otro lado, estas impactan de forma directa en las inscripciones al siguiente periodo escolar ya que, con base en la encuesta aplicada a profesores y tutores, se encontró que dentro de las acciones realizadas para guiar a sus tutorados en el proceso de inscripción al siguiente período se encuentran:

- Análisis de la trayectoria escolar de los alumnos.
- Revisión de la carga horaria.
- Cursos ofertados en períodos intersemestrales.
- Nivel de aprovechamiento en períodos anteriores.
- La situación económica y socioemocional del alumno.

Así, la programación de la oferta se realiza con base en estos datos de manera que se permita a los alumnos regulares continuar con su trayectoria y a los alumnos rezagados inscribirse a los cursos que necesitan para regularizarse paulatinamente.



Asimismo, los problemas más comunes que los alumnos han presentado durante su trayectoria académica durante los procesos de inscripción y reinscripción son:

- UUAA rezagadas, las cuales son consecuencia de no aprobarlas de manera regular, o por el desconocimiento por parte de los alumnos sobre las seriaciones entre UUAA, lo que les bloquea la inscripción a la UA subsecuente, ocasionando que para no atrasarse comiencen a adelantar materias y no llevan una secuencia de acuerdo con el mapa curricular.
- Desconocimiento del reglamento de estudios profesionales sobre el número de UUAA no aprobadas que pueden acumular, lo que los coloca en una situación de riesgo.
- Situaciones económicas y socioemocionales que afectan su desempeño escolar.

Finalmente, dentro del cuestionario se les solicitó emitir alguna sugerencia y/o comentario, los cuales se citan a continuación:

- Mayor asesoría sobre el sistema administrativo de la Facultad de Medicina a nuevos profesores.
- Contactar a los egresados para verificar en qué áreas están laborando.
- Renovar el SITAA para que esta página realmente sea la vía de comunicación oficial de modo que permita una mayor comunicación entre los tutores y sus tutorados, podría inspirarse en la estructura de plataformas educativas como Schoology, Canvas, Microsoft TEAMS o redes sociales.
- Capacitar al personal docente sobre normatividad, el plan de estudios y habilidades blandas.



1.5 Eficacia

Valorará la operación del currículo con base en la proporción de alumnos que desarrollan aprendizajes relevantes y concluyen su formación profesional

Selección e incorporación de alumnos, para formar una matrícula estudiantil capaz de tener éxito en el programa

El grado de eficacia de la Licenciatura en Bioingeniería Médica se valora a través de los índices de aceptación, eficiencia terminal e índices de deserción.

En cuanto a los índices de aceptación, estos se construyen con base en el instrumento de admisión a los Estudios Profesionales de la Universidad Autónoma del Estado de México, el cual es el Examen Nacional de Ingreso [EXANI II]. Dicho examen está conformado por dos módulos que permiten valorar el ingreso de los aspirantes a los programas educativos evaluando áreas específicas correspondientes a cada uno de ellos, estos son el examen de selección y el examen diagnóstico.

En el caso de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, el área que se evalúa del EXANI-II es “Ciencias Naturales y Exactas” y se compone de dos módulos principales: Examen de Selección y Examen de Diagnóstico. El examen de selección incluye las áreas de pensamiento matemático (30%), pensamiento analítico (35%), estructura de la lengua (20%) y comprensión lectora (15%). El examen de diagnóstico está dividido en las siguientes partes: fisicoquímica (25%), matemáticas (40%), lenguaje escrito (15%) e inglés (20%), dichos módulos están asociados principalmente al área de Ingeniería. Para el proceso de ingreso la UAEMéx establece que también debe tomarse en cuenta el promedio de bachillerato. Específicamente para el ingreso a esta licenciatura se establece una ponderación del 40% para ingresar a la Universidad. De esta forma la ponderación para el ingreso queda de la siguiente manera:

- EXANI II – Módulo de diagnóstico a 20%
- EXANI II – Módulo de selección a 40%
- Promedio de Bachillerato a 40%

A partir de este referente, la ponderación y las áreas que evalúa el examen de admisión son adecuadas y en general pertinentes para el proceso de admisión de nuevos alumnos. Sin embargo, se podría dar mayor peso al área de razonamiento y matemáticas, considerando que las UA con mayor índice de reprobación requieren de estas habilidades y conocimientos. Una vez analizados los ponderadores es posible relacionarlos con el número de aceptados anualmente. Si se analiza los periodos comprendidos entre el año 2015 al 2020, se observa que 2017 es el año con menor número de aceptados, a pesar de haber registrado el segundo mayor número de aspirantes. Se observa que la relación promedio entre la cantidad de alumnos aceptados en comparación con la cantidad de alumnos que presentaron examen es un poco superior al 18%, de esta forma a partir de 2018, la tendencia al alza mencionada ha implicado la apertura de un mayor número de grupos y, en consecuencia, un mayor número de profesores.



Un comportamiento invariante se observa en la tabla siguiente y está relacionado con el hecho de que el número de personas que presenta examen es menor al número de aspirantes y mayor al número de aceptados.

Tabla 11. Número de aceptados por formarse en el programa educativo

Año	Aspirantes	Presentaron Examen	Aceptados
2015	271	258	53
2016	309	298	59
2017	440	425	50
2018	334	320	68
2019	422	411	93
2020	478	457	78
2021	409	395	70

Fuente: Agenda Estadística de la UAEMéx (2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020).

Por otro lado, al realizar una comparación entre los alumnos que presentaron examen de ingreso a la Licenciatura de Bioingeniería Médica en comparación con otros programas educativos afines de la UAEMéx, se puede concluir que el programa educativo supera en cantidad de candidatos a otras licenciaturas. Dicho lo anterior se puede concluir que el programa educativo sigue siendo de interés para la formación profesional.



Evaluación del aprendizaje, objetiva y justa; relacionada con los objetivos de las unidades de aprendizaje

El comité realizó una investigación de los criterios de evaluación de cada unidad de aprendizaje y cómo estos son pertinentes en función de su tipo, así como su influencia sobre el índice de reprobación global con corte en el período primavera 2020; los resultados se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Forma de evaluación de las unidades de aprendizaje

Unidad de aprendizaje	Tipo	Criterio de Evaluación	Índice de reprobación
Algoritmos y programación básica	Curso-taller	<p>Primer parcial Problemas resueltos con algoritmos: 50% Examen escrito: 50%</p> <p>Segundo parcial Problemas resueltos con pseudocódigo: 50% Examen escrito: 50% (teórico: 10%, práctico: 90%)</p>	19.23%
Probabilidad estadística y bioingeniería para	Curso	<p>Primer parcial Examen escrito (problemas): 50%</p> <p>Segundo parcial Examen escrito (problemas): 50%</p>	12.23%
Anatomía del aparato musculoesquelético	Curso-taller	<p>Primer parcial Modelo anatómico y resumen: 40% Examen escrito: 60%</p> <p>Segundo parcial Modelo anatómico y resumen: 40% Examen escrito: 60%</p>	10.13%
Álgebra lineal para bioingeniería	Curso	<p>Primer parcial Teoría (exámenes) 70% Participación 30%</p> <p>Segundo parcial Teoría (exámenes) 70% Participación 30%</p>	8.39%
Cálculo diferencial e integral para bioingeniería	Curso	<p>Primer parcial Serie de ejercicios: 40% Cuestionarios contestados: 20% Examen escrito: 40%</p> <p>Segundo parcial Serie de ejercicios: 40% Cuestionarios contestados: 20% Examen escrito: 40%</p>	7.69%



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Tipo	Criterio de Evaluación	Índice de reprobación
Fluidos termodinámica	y Curso	Primer parcial Examen escrito (problemas): 70% Participación en clase: 30%	6.99%
		Segundo parcial Examen escrito (problemas): 70% Participación en clase: 30%	
Análisis y síntesis de mecanismos	Curso-taller	Primer parcial Examen escrito en clase (teoría): 10% Examen escrito (problemas): 40% Maquetas y/o simulaciones: 30% Catálogo de problemas gráficos: 20%	5.24%
		Segundo parcial Examen escrito en clase (teoría): 10% Examen escrito (problemas): 40% Maquetas y/o simulaciones: 30% Catálogo de problemas gráficos: 20%	
Programación avanzada	Curso-taller	Primer parcial Examen escrito (teórico - práctico): 100% Ejercicios: 100%	5.24%
		Segundo parcial Examen escrito (teórico - práctico): 100% Ejercicios: 100%	
Neurociencias	Curso-taller	Primer parcial Examen de 50 reactivos (opción múltiple, falso y verdadero, relación de columnas): 80% Informe semanal de prácticas, establecimiento de proyecto para dispositivo de electroestimulación e informe de avances de proyecto de investigación: 20%	4.89%
		Segundo parcial Examen de 50 reactivos (opción múltiple, falso y verdadero, relación de columnas): 80% Informe semanal de prácticas, prototipo de dispositivo de electroestimulación e informe de avances de proyecto de investigación: 20%	



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Tipo	Criterio de Evaluación	Índice de reprobación
Fisiología del aparato musculoesquelético	Curso-taller	Primer parcial Portafolio de evidencias: 15% Comentarios de la actividad: 15% Examen escrito: 70% Segundo parcial Portafolio de evidencias: 10% Video: 40% Examen escrito: 50%	4.19%
Circuitos eléctricos	Curso-taller	Primer parcial Examen escrito: 50% Reporte: 50% Segundo parcial Examen escrito: 50% Reporte: 50%	3.49%
Anatomía por aparatos y sistemas	Curso-taller	Primer parcial Examen escrito: 50% Reporte: 50% Segundo parcial Examen escrito: 50% Reporte: 50%	2.44%
Ecuaciones diferenciales bioingeniería para	Curso	Primer parcial Resúmenes, mapa conceptual y serie resuelta de ejercicios: 20% Cuestionarios contestados: 10% Examen escrito: 70% Segundo parcial Resúmenes, mapa conceptual y serie resuelta de ejercicios: 20% Cuestionarios contestados: 10% Examen escrito: 70%	2.44%
Análisis de sistemas y señales biomédicas continuas	Curso	Examen escrito	2.44%
Métodos numéricos	Curso-taller	Primer parcial Problemario resuelto y codificación de métodos numéricos: 50% Examen escrito: 50% Segundo parcial Problemario resuelto y codificación de métodos numéricos: 50% Examen escrito: 50%	2.09%



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Tipo	Criterio de Evaluación	Índice de reprobación
Metrología de variables biomédicas	Laboratorio	Primer parcial Reporte de prácticas: 100%	2.09%
		Segundo parcial Reporte de prácticas: 100%	
Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería	Curso-taller	Primer parcial Gráfico, catálogo y maqueta: 40% Simulación gráfica: 30% Examen escrito: 30%	1.74%
		Segundo parcial Catálogo de problemas: 30% Catálogo de modelado de sistemas dinámicos: 30% Maqueta: 40%	
Fisiología por aparatos y sistemas	Curso-taller	Examen escrito: 100%	1.74%
Histología	Curso-taller	Primer parcial Examen opción múltiple de 50 a 100 reactivos: 65% Participaciones: 5% Prácticas: 30%	1.39%
		Segundo parcial Examen opción múltiple de 50 a 100 reactivos: 65% Participaciones: 5% Prácticas: 30%	
Bioquímica médica	Curso-taller	Primer parcial Examen escrito con preguntas de opción múltiple: 100%	1.04%
		Segundo parcial Examen escrito con preguntas de opción múltiple: 100%	
Introducción a la instrumentación biomédica	Curso-taller	Primer parcial Reportes de prácticas: 15% Circuitos electrónicos: 25% Examen parcial departamental: 60%	1.04%
		Segundo parcial Reportes de prácticas: 15% Circuitos electrónicos: 25% Examen parcial departamental: 60%	



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Tipo	Criterio de Evaluación	Índice de reprobación
Mecánica de materiales	Curso-taller	<p>Primer parcial Examen escrito: 40% Participación: 10% Prácticas de laboratorio: 30% Avances de proyecto: 15% Resumen de catálogo de problemas: 5%</p> <p>Segundo parcial Examen escrito: 40% Participación: 10% Prácticas de laboratorio: 30% Avances de proyecto: 15% Resumen de catálogo de problemas: 5%</p>	1.04%
Patología general	Curso	Examen escrito 100%	0.69%
Biomecánica	Curso-taller	Examen escrito 100%	0.69%
Inglés C1	Curso-taller	Examen escrito 100%	0.34%
Dibujo por computadora	Curso-taller	<p>Primer parcial Examen escrito: 30% Entrega de reportes de prácticas: 30% Entrega de proyecto parcial: 20% Entrega de tareas: 20%</p> <p>Segundo parcial Examen escrito: 30% Entrega de reportes de prácticas: 30% Entrega de proyecto parcial: 20% Entrega de tareas: 20%</p>	0.34%
Electrónica analógica	Curso-taller	<p>Primer parcial Examen escrito: 50% 7 prácticas: 50%</p> <p>Segundo parcial Examen escrito: 50% 6 prácticas: 50%</p>	0.34%
Tratamiento de imágenes médicas	Curso-taller	<p>Primer parcial Examen teórico sobre las unidades de aprendizaje I, II, III, IV y V: 50% Prácticas en la sala de cómputo: 50%</p> <p>Segundo parcial Examen teórico sobre las unidades de aprendizaje VI, VII y VIII: 50% Prácticas en la sala de cómputo: 50%</p>	0.34%



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Tipo	Criterio de Evaluación	Índice de reprobación
Proyecto terminal de bioingeniería	Taller	Primer parcial Resumen: 10% Marco Teórico: 10% Estado del Arte: 10% Justificación: 10% Planteamiento del problema e hipótesis: 10% Objetivos: 10% Presentación: 40%	0.34%
		Segundo parcial Resumen: 10% Marco Teórico: 10% Estado del Arte: 10% Justificación: 10% Planteamiento del problema e hipótesis: 10% Objetivos: 10% Presentación: 40%	
Robótica médica	Curso-taller	Primer parcial Examen escrito: 50% 3 modelos con animación: 15% Mapa mental UACI: 10% Presentación en inglés por equipo: 10% Práctica en Matlab con GUI: 15%	0.34%
		Segundo parcial Examen escrito: 50% 3 modelos con animación: 15% Mapa mental UACI: 10% Presentación en inglés por equipo: 10% Práctica en Simscape: 15%	
Inglés C2	Curso-taller	Primer y segundo parcial	0%
Inglés D1	Curso-taller	Primer y segundo parcial	0%
Inglés D2	Curso-taller	Primer y segundo parcial	0%



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Tipo	Criterio de Evaluación	Índice de reprobación
Tanatología	Curso-taller	Primer parcial Síntesis de conceptos y definiciones: 25% Cuadro comparativo: 25% Línea de tiempo: 25% Exposición: 25%	0%
		Segundo parcial Línea de tiempo: 10% Mapa mental: 10% Caso clínico: 10% Cuestionario para entrevista: 10% Entrevista: 10% Mapa conceptual: 10% Voluntad anticipada: 10% Trípticos: 10% Ficha de información: 10% Guía: 10%	
Bioética	Curso	Primer parcial Examen escrito: 50% 5 actividades: 50%	0%
		Segundo parcial Examen escrito: 50% 5 actividades: 50%	
Adquisición de imágenes médicas	Curso-taller	Primer parcial Examen de las unidades 1, 2, 3, 4: 50% Cuestionarios: 20% Desarrollo del proyecto (avances): 30%	0%
		Segundo parcial Examen de las unidades 5, 6, 7: 50% Cuestionarios: 20% Desarrollo del proyecto: 30%	
Análisis de imágenes médicas	Curso-taller	Primer parcial Implementación de programas y reportes de prácticas: 50% Examen escrito: 50%	0%
		Segundo parcial Implementación de programas y reportes de prácticas: 50% Examen escrito: 50%	



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Tipo	Criterio de Evaluación	Índice de reprobación
Análisis de sistemas y señales biomédicas discretas	Curso	Primer parcial Examen escrito: 70% Tareas: 20% Asistencia y participación: 10% Segundo parcial Examen escrito: 70% Tareas y reportes: 20% Asistencia y participación: 10%	0%
Electrónica digital y procesadores de señales	Curso-taller	Primer parcial Examen escrito: 50% Prácticas: 50% Segundo parcial Examen escrito: 50% Prácticas: 50%	0%
Epistemología de las ciencias naturales	Seminario	Examen escrito	0%
Patología clínica	Curso-taller	Examen escrito	0%
Seguridad e higiene en el trabajo	Curso-taller	Examen escrito	0%
Sistema de salud	Curso-taller	Primer parcial Examen escrito: 50% Actividades integradoras: 50% Segundo parcial Examen escrito: 50% Actividades integradoras: 50%	0%
Sistemas informáticos de administración hospitalaria	Curso	Examen escrito	0%
Tecnología médica por aparato y sistema 1	Curso-taller	Examen escrito	0%
Tecnología médica por aparato y sistema 2	Curso-taller	Examen escrito	0%
Biología molecular y celular	Curso-taller	Examen escrito	0%
Calidad en los servicios de salud	Curso-taller	Examen escrito	0%
Farmacología general	Curso-taller	Primer y segundo parcial Examen escrito (Preguntas de opción múltiple): 100%	0%



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Tipo	Criterio de Evaluación	Índice de reprobación
Inteligencia artificial/vida artificial	Curso-taller	Primer parcial Reportes de prácticas: 20% Implementación de software: 30% Examen parcial departamental: 40% Participación: 10%	0%
		Segundo parcial Reportes de prácticas: 20% Implementación de software: 30% Examen parcial departamental: 40% Participación: 10%	
Realidad virtual	Curso-taller	Primer parcial Artículo de revisión sobre software para realidad virtual: 50% Tareas: 15% Presentación en inglés y mapa mental: 10% Práctica y reporte: 25%	0%
		Segundo parcial Artículo de revisión sobre aplicaciones médicas de la realidad virtual: 50% Tareas: 15% Presentación en inglés y mapa conceptual: 10% Práctica y reporte: 25%	
Modelado de objetos en 3 Dimensiones	Curso-taller	Exámenes escritos	0%
Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería	Curso-taller	Primer parcial Participación: 15% Examen escrito: 35% Práctica (idea de negocio, inscripción a concurso universitario del emprendedor, Canvas y video): 50%	0%
		Segundo parcial Participación: 15% Examen escrito: 35% Práctica (idea de negocio, inscripción a concurso universitario del emprendedor, Canvas y video): 50%	



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Tipo	Criterio de Evaluación	Índice de reprobación
Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas	Curso-taller	Primer parcial Reportes de prácticas: 30% Examen escrito: 70% Segundo parcial Reportes de prácticas y proyecto final: 30% Examen escrito: 70%	0%
Comunicación persona máquina	Curso-taller	Primer parcial Artículo de revisión sobre software e interfaces: 50% Tareas: 15% Presentación en inglés y mapa mental: 10% Práctica y reporte de aplicación de interfaz: 25% Segundo parcial Artículo de resultados de proyecto: 50% Tareas: 15% Presentación en inglés y mapa conceptual: 10% Práctica y reporte (interfaz + reporte considerando usabilidad y normas): 25%	0%
Epistemología general	Curso	Primer parcial Examen escrito (Unidades temáticas 1, 2 y 3): 70% Portafolio (Actividades de unidades 1, 2 y 3): 30% Segundo parcial Examen escrito (Unidades temáticas 4 y 5): 70% Portafolio (Actividades de unidades 4 y 5): 30%	0%
Ergonomía y factores humanos	Curso-taller	Primer parcial Examen escrito: 50% Proyecto de diseño: 50% Segundo parcial Examen escrito: 50% Proyecto de diseño de entornos: 25% Proyecto de aplicación de metodologías Kaizen: 25%	0%



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Tipo	Criterio de Evaluación	Índice de reprobación
Ética y humanismo	Seminario	Primer parcial Examen escrito: 50% 5 actividades: 50%	0%
		Segundo parcial Examen escrito: 50% 5 actividades: 50%	
Imagenología	Taller	Examen escrito	0%
Sistemas de asistencia y rehabilitación	Curso-taller	Examen escrito	0%
Telemedicina	Curso-taller	Examen escrito	0%
Temas selectos de bioingeniería 1	Seminario	Examen escrito	0%
Temas selectos de bioingeniería 2	Seminario	Examen escrito	0%
Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza	Curso-taller	Examen escrito	0%

Fuente: Elaboración propia con base en las guías de evaluación y datos de Control Escolar.

Como se visualiza en la Tabla 12, los criterios de evaluación de las UUAA son adecuados considerando el contenido y tipo. En algunas UUAA el índice de reprobación es alto, sin embargo, estos cursos corresponden a los primeros períodos de la licenciatura y principalmente a las áreas de Programación y Matemáticas. Respecto al área de programación como se mencionó previamente se podría dar mayor peso en el examen de admisión a esta área. Por otro lado, es importante mencionar que en el área de Matemáticas se han tomado medidas para disminuir el índice de reprobación, semanas previas al inicio del período se imparten cursos de nivelación de Matemáticas a los alumnos de nuevo ingreso. Los profesores reportan que estos cursos favorecen al desempeño de los alumnos en las UUAA relacionadas con esta área. Se identifica como área de oportunidad impartir cursos remediales intersemestrales (por parte de la Coordinación de Tutoría) para reforzar las habilidades de razonamiento, lógica y resolución de problemas y así disminuir el índice de reprobación.

Cabe mencionar que, en el plan de estudios actual, no se especifica la elaboración y aplicación de exámenes departamentales. Sin embargo, a través de las áreas de docencia se solicita a los profesores que los exámenes parciales, ordinarios, extraordinarios y título de suficiencia se realicen de manera colegiada cuando la UA es impartida por dos o más profesores.



Considerando los comentarios y observaciones de las distintas áreas de docencia se identifica lo siguiente:

- a) Aunque algunas UUAA son impartidas por dos o más docentes, no participan todos en la elaboración de exámenes departamentales, por lo que cada uno aplica su propio examen. En otro caso, aunque los docentes participan en la elaboración de un mismo examen, algunos de ellos aplican un examen diferente.
- b) Independientemente de que los docentes apliquen su propio examen o elaboren un examen departamental, en ocasiones se tiene un consenso para incluir solo los temas revisados durante el curso, por lo que no se evalúan todos los temas indicados en los programas de las UUAA.
- c) Se ha observado en UUAA consecuentes que, aunque los profesores reportan la aplicación de exámenes departamentales, no existe una homogeneidad entre los conocimientos de los alumnos.
- d) Finalmente, en el reglamento interno de la Facultad de Medicina se indica que las evaluaciones serán departamentales y acumulativas.

A pesar de que los criterios de evaluación son pertinentes para cada una de las unidades en función del tipo, y considerando las observaciones y comentarios de las áreas de docencia, es indispensable diversificar los criterios para valorar evidencias de conocimiento, desempeño y producto.

Además, cabe destacar que las evaluaciones están regidas por el Reglamento de Facultades y Escuelas Profesionales de la Legislación Universitaria, artículos 99, 108, 110 y 111. En general, se establece que para tener derecho a la Evaluación Ordinaria se requiere que el alumno tenga un mínimo del 80% de asistencia a clases durante el curso y promedio igual o superior a 6.0 (en escala de 10). Para tener derecho a la Evaluación Extraordinaria se requiere tener un mínimo de 60% de asistencia a clases durante el curso, así como entregar a la hora y el día de la evaluación el documento que acredite el pago de los derechos correspondientes. Finalmente, para tener derecho a la Evaluación a Título de Suficiencia se requiere tener un mínimo de 30% de asistencia a clases durante el curso, así como entregar a la hora y el día de la evaluación el documento que acredite el pago de los derechos correspondientes. Por lo que el número de evaluaciones estipuladas por la reglamentación es adecuada y suficiente para que los alumnos tengan oportunidad de acreditar las UUAA. Esta reglamentación se aplica de manera general en las UUAA y de acuerdo con los porcentajes de evaluación asignados y aprobados para cada curso.



Eficiencia terminal satisfactoria respecto a la de programas e IES similares

La eficacia del plan de estudios, que se logra mediante la efectiva aplicación de los métodos de enseñanza y la impartición de contenidos que dan lugar a experiencias y aprendizajes valiosos, se examina también con base en el análisis de deserción y de la eficiencia terminal.

Tabla 13. Índice de deserción por generación

Generación	Ingreso	Egreso	Alumnos que desertaron	Índice de deserción
2014-2019	52	36	13	25%
2015-2020	40	28	9	22%
2016-2021	47	22	11	23%
2017-2022	37	0	1	2.7%
2018-2023	58	0	2	3.4%
2019-2024	82	0	3	3.6%
2020-2025	61	0	0	0%
2021-2026	71	0	0	0%

Fuente: Control Escolar de la Facultad de Medicina, UAEMéx.

Con base en la Tabla 13 se puede observar que el índice de deserción se mantiene constante con un valor promedio de 23%, identificando como área de oportunidad la implementación de acciones que apoyen a disminuir este valor en las próximas generaciones. Los principales motivos por los cuales los alumnos abandonan sus estudios o generan baja temporal son: problemas económicos, problemas familiares (defunción de uno o ambos padres), enfermedades (propia o de los familiares), falta de recurso y falta de interés. En su mayoría los motivos de deserción escolar son ajenos a cuestiones académicas.

La eficiencia terminal de la Licenciatura en Bioingeniería Médica (ver Tabla 14) se había mantenido constante alrededor del 70%; sin embargo, en el último año disminuyó a menos del 50%, esto puede ser derivado de la contingencia de pandemia por el COVID-19 y a la decisión de cancelar su inscripción por parte de algunos alumnos, lo que significa que estos pueden continuar sus estudios en períodos posteriores. Por otro lado, al comparar la eficiencia terminal con planes de estudio similares dentro de la UAEMéx, el índice de eficiencia terminal de este último año es inferior en comparación con el de Ingeniería en Computación (57%) o Mecánica (51.4%) pero superior comparado con el caso de Ingeniería en Electrónica (26.9%).



Tabla 14. Índice de eficiencia terminal

Período	Ingreso	Egreso	Índice de eficiencia terminal por cohorte generacional
2014-2019	52	36	69.2%
2015-2020	40	28	70.0%
2016-2021	47	22	46.8%

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Control Escolar.

Se identifica como área de oportunidad realizar trayectorias académicas para dar un seguimiento puntual al comportamiento de la transición por período escolar y los motivos de bajas reglamentarias y así proponer estrategias de prevención en conjunto con la Coordinación de Tutoría.



Titulación significativa en plazos razonables, en consideración con las características de los alumnos y del programa

Otro indicador para valorar la eficacia del programa educativo es el índice de titulación, el cual describe la relación entre el número de egresados y titulados, que no solo depende de la formación y desempeño académico de los alumnos, sino también de actividades y estrategias Institucionales para impulsar este indicador.

Con base en la información proporcionada por el Departamento de Evaluación profesional, hasta el período 2021B se tiene el siguiente reporte de titulación:

Tabla 15. Modalidad de titulación

Año	Tesis	Artículo Especializado	Aprovechamiento Académico	Reporte Servicio Social	TOTAL
2017	9	1	3	-	13
2018	10	1	-	-	11
2019	21	3	-	-	24
2020	14	2	-	-	16
2021	13	1	-	1	15
TOTAL	67	8	3	1	79

Fuente: Elaboración propia con base en la información del Departamento de Evaluación Profesional.

En la Tabla 15 se muestran las modalidades de titulación más comunes entre los estudiantes. Sin embargo, existen dos modalidades más de titulación aprobadas por lo H.H. Consejos Académico y de Gobierno de la Facultad de Medicina para los egresados de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, las cuales son: reporte de residencia de investigación y tesina; hasta la fecha no se tiene registro de ningún egresado titulado por estas modalidades.

Como se observa en la tabla anterior, los alumnos de Bioingeniería Médica optan por la opción de tesis cuando su promedio no es suficiente para titularse por aprovechamiento académico. En la Facultad de Medicina el promedio necesario para alcanzar esta opción es de 9.0. Es complicado para la mayoría de los alumnos titularse por aprovechamiento académico pues, en su mayoría presentan promedios por debajo del 9.0. Esto se debe a la naturaleza de la Licenciatura, pues combina conocimientos del área de la medicina y de ingeniería electrónica, mecánica y computación. Solamente tres estudiantes de la Licenciatura en Bioingeniería Médica se han titulado por esta modalidad, mientras que 66 han concluido su Tesis y han presentado examen recepcional.

Destaca el caso de una alumna que pudo titularse por aprovechamiento, pero optó por desarrollar un trabajo de Tesis para su titulación. Del mismo modo, únicamente una alumna ha realizado un reporte de servicio social en el área de investigación, esto debido a que solo al 1% de los alumnos por cada cohorte se les permite realizar estancias de investigación como opción de servicio social.



Se observa que los alumnos han optado por desarrollar un proyecto de tesis en lugar de una tesina, probablemente debido a la naturaleza teórico-práctica del programa, la cual se presta para el desarrollo de prototipos, algoritmos computacionales, trabajos de ingeniería clínica, etc.

Desde el ámbito académico, falta reforzar un seguimiento oportuno para aquellos alumnos que no tienen posibilidad de titularse por aprovechamiento académico y que desarrollen un trabajo con fines de titulación desde que están en el último año escolar de la licenciatura, con la finalidad de que al cumplir con los requisitos como certificado y servicio social se cuente con un trabajo escrito ya concluido.

Específicamente la UA de Proyecto terminal de bioingeniería tiene como objetivo proporcionar orientación y capacitación al alumnado en la elaboración de su protocolo de tesis, así como brindar las herramientas básicas referentes a la metodología de la investigación.

Los profesores investigadores desarrollan con los alumnos proyectos de investigación, que les han permitido elaborar tesis y artículos de investigación. Por otro lado, se cuenta con profesores de asignatura que son Ingenieros Biomédicos que trabajan en los hospitales de la zona y actualmente dirigen a los alumnos en su trabajo de Tesis.

Respecto al índice de titulación, la Licenciatura de Bioingeniería Médica se mantiene por encima de los programas a fines, de acuerdo con el Índice de titulación por cohorte reportado en las últimas versiones publicadas de la Agenda Estadística UAEMéx (ver Tabla 16), por lo que se considera satisfactorio.

Tabla 16. Índice de titulación por cohorte

Generación	Licenciatura en Bioingeniería Médica	Licenciatura en Mecánica	Licenciatura en Electrónica	Licenciatura en Computación
2019-2020	9.1	4.9	3.9	0.0
2018-2019	12.1	6.7	2.2	5.8
2017-2018	11.5	2.8	1.8	2.0
2016-2017	18.8	9.3	1.5	4.0
2015-2016	Sin egreso	5.5	7.5	2.9

Fuente: Agenda Estadística UAEMéx 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020.

De acuerdo con los datos anteriores, una posible acción para mejorar la tasa de titulación es que, a través de programas como tutorías, asesorías disciplinares y mentoría académica, se impacte de forma positiva en la trayectoria académica de los alumnos para que sea mayor el número de ellos que tengan la posibilidad de titularse por aprovechamiento académico. Otra posibilidad está en solicitar a los H.H. Consejos Académico y de Gobierno de la Facultad de Medicina la aprobación de la modalidad de titulación por reporte por experiencia profesional, que está considerada en el Reglamento de Evaluación Profesional de nuestra Universidad, puesto que la mayoría de los alumnos que no se han titulado cuentan con un trabajo de tiempo completo, lo que posiblemente dificulte la realización de una tesis para su titulación.





1.6 Eficiencia

Juzgará la instrumentación y operación del currículo, mediante la capacidad para lograr los objetivos aprovechando los recursos disponibles y resolviendo las circunstancias adversas.

Suficiencia de profesores con competencias apropiadas para promover los objetivos del programa y de sus unidades de aprendizaje.

De acuerdo con la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), el programa de Licenciatura en Bioingeniería Médica se clasifica como un programa científico-práctico, los indicadores establecidos respecto al número de alumnos por profesor y las horas semanas clase que es deseable que dedican a la semana al programa educativo se muestran a continuación en la Tabla 17:

Tabla 17. Indicadores recomendados ANUIES/PROMEP*

Indicador	Programa científico-práctico
A/PA	Deseable 13
	Mínimo 7
A/PTC	Deseable 25
	Mínimo 15
PTC/P	Mínimo 0.5
F_{TC} (HPTC/TH)	0.57

* Donde A, representa la matrícula de alumnos del programa; PTC es el número de profesores de tiempo completo; PA el de profesores de asignatura; F_{TC} es la Fracción de horas totales cubiertas por PTC; HPTC corresponde a las horas de docencia impartidas por PTC; y TH corresponde al Total de horas semana de docencia impartidas.

Fuente: Elaboración propia con base en los indicadores de PTC en ANUIES/PROMEP.



La Tabla 18 ilustra la integración de la planta académica de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, donde:

- TA representa el número de técnicos académicos asignados al programa.
- PMT representa el número de profesores de medio tiempo asignados al programa, considerando 4 profesores de tiempo completo de la Facultad de Ingeniería que están comisionados medio tiempo en el programa.
- PTC representa el número de profesores de tiempo completo asignados al programa.
- PA es el número de profesores de asignatura. El número de horas semanales de clase que un profesor de asignatura puede impartir no debe exceder 18.
- Los profesores de medio tiempo o de tiempo completo asignados a otros programas de la misma Universidad, pero con participación en Bioingeniería Médica son considerados como profesores de asignatura.

Tabla 18. Planta académica de la Licenciatura en Bioingeniería Médica

Tipo	Cantidad	Porcentaje	Total de horas dedicadas al plan de estudios (hrs/semana)
TA	0	0	0
PMT	1	1.56%	A: 26 hrs/semana B: 30 hrs/semana
PTC	6	9.37%	A: 58 hrs/semana B: 52 hrs/semana
PA	57	89.07%	A: 210 hrs/semana B: 314 hrs/semana
Total	64	100%	A: 294 hrs/semana B: 396 hrs/semana

*A se refiere al semestre febrero-julio y B al semestre agosto-enero. Valores calculados para el año 2021.

Fuente: Elaboración propia con base en la base de datos de PTC de la Coordinación de la Licenciatura en Bioingeniería Médica.



La matrícula en el semestre 2021B (período con mayor cantidad de alumnos) fue de 276 alumnos. La Tabla 19 muestra los valores de los indicadores para dicho semestre.

Tabla 19. Indicadores para el periodo 2021B

Indicador	Recomendado	Licenciatura en Bioingeniería Médica
A/PA	Deseable	4.84
	Mínimo	
A/PTC	Deseable	46
	Mínimo	
PTC/PA	Mínimo	0.10
F_{TC} (HPTC/TH)	0.57	A: 0.19 B: 0.13

*A se refiere al semestre febrero-julio y B al semestre agosto-enero. Valores calculados para el año 2021.

Fuente: Elaboración propia con base en los indicadores, la base de datos de profesores y plantillas.

Con base en las tablas precedentes y para satisfacer los requisitos ANUIES/PROMEP, se sugiere:

- Contratar a 5 PTC para alcanzar el valor deseable A/PTC=25.
- Contratar a 12 PTC para alcanzar el valor mínimo A/PTC=7.
- Disminuir el número de profesores de asignatura en 18 para alcanzar el valor mínimo A/AP=7.
- Disminuir el número de profesores de asignatura en 36 para alcanzar el valor deseable A/AP=13.
- Contratación de 5 PTC y disminuir en 36 el número de profesores de asignatura para alcanzar el valor mínimo PTC/PA=0.5.
- La relación de fracción de horas a la semana calculada anualmente dedicadas al programa por los PTC es de 0.16. Este valor es muy bajo comparado con el valor establecido de 0.57, por lo que deberá implementarse las siguientes estrategias: 1. Incrementar los PTC y 2. Incrementar las horas por semana que asigna los PTC al programa. El cuál actualmente es en promedio de 9.1 horas por semana, el cual no llega a 12 hrs./semana que se recomendaría el valor deseable.



Aprovechamiento de la planta docente, para la impartición de las unidades de aprendizaje

El número total de Unidades de Aprendizaje de la licenciatura es de 61. Actualmente, se ofertan las unidades de aprendizaje que corresponden a lo establecido en el mapa curricular, para el período B (agosto-enero) solo se imparten las de 1º, 3º, 5º, 7º y 9º y para el semestre A (febrero-julio) solo se imparten las de 2º, 4º, 6º y 8º. Para el período 2021A se ofertaron 86 grupos, para el período 2021B 87 grupos y para el 2022A se están ofertando 87 grupos. En este sentido, el Comité de Currículo identificó los perfiles académicos de los profesores que impartieron las UUAA en los períodos de 2021A y 2021B, para identificar si es congruente con el curso que dio. A continuación, se muestran los resultados.

Las áreas de formación de la planta académica corresponden a: Ingeniería (34.78%), Biomédica (15.94%), Salud (37.68%), Humanística (2.89%), Diseño (2.89%) y Administración (5.79%). En general, la formación académica del cuerpo docente es pertinente con respecto a las Unidades de Aprendizaje del plan de estudios. Siendo las áreas de Ingeniería, Biomédica y Salud las que sustentan la licenciatura de manera más significativa; se considera que la formación del cuerpo docente es pertinente e idónea para el programa ya que cubren el 88.4% de la planta docente.

La habilitación académica de la planta docente está repartida como sigue: el 14.49% cuenta con licenciatura, el 17.39% con especialidad, el 24.63% con maestría y el 43.47% con doctorado. Como se puede apreciar, cerca del 85% de la planta docente cuenta con estudios superiores al nivel que imparte. En este aspecto se supera el porcentaje solicitado por PROMEP que corresponde al 15% para el nivel mínimo que corresponde a nivel maestría y al 15% para el nivel deseable que corresponde a nivel doctorado (ver Tabla 20).



Tabla 20. Congruencia entre el perfil académico actual del personal académico respecto a las UUA

Unidad de aprendizaje	Perfil académico				Profesor
	Licenciatura	Especialidad	Maestría	Doctorado	
Anatomía del aparato musculoesquelético	Médico Cirujano	N/A	N/A	N/A	Zambrano Vázquez Stephani A.
	Médico Cirujano	N/A	Ciencias Biomédicas (Farmacología)	Humanidades: Ética	García Rillo Arturo
	Médico Cirujano	Cirugía General	Innovación Educativa	N/A	Mondragón Chimal Marco Antonio
	Médico Cirujano	N/A	N/A	N/A	Conde Martínez Viridiana
	Médico Cirujano	Salud Pública	N/A	N/A	Sánchez Rayón Juan
Fisiología del aparato musculoesquelético	Médico Cirujano	N/A	Ciencias con especialidad en morfología	Investigación en Medicina	Martínez Carrillo Beatriz E.
	Médico Cirujano	Medicina Legal	Ciencias de la Salud	N/A	Fabela Montes de Oca Itzel
	Médico Cirujano	Gerontología	N/A	N/A	González Vargas Anabell
	Médico Cirujano	N/A	Ciencias de la Salud	Ciencias de la Salud	Guadarrama López Ana Laura
Álgebra lineal para bioingeniería	Ingeniería Electromecánica	Ciencias de la Computación	N/A	N/A	García Lambert Guillermo
	No especificado	N/A	Ingeniería Mecánica opción materiales	No especificado	Camacho López Miguel Ángel
Probabilidad y estadística para bioingeniería	Nutrición	N/A	Ciencias de la Salud	N/A	Díaz Montiel Juan Carlos
	Ingeniería Financiera	N/A	Administración de Negocios	Ciencias Económico-Administrativas	Vargas Hernández Joel Alberto



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Perfil académico				Profesor
	Licenciatura	Especialidad	Maestría	Doctorado	
Cálculo diferencial e integral para bioingeniería	Ingeniería Electromecánica	Ciencias de la Computación	N/A	N/A	García Lambert Guillermo
	No especificado	N/A	Ingeniería Mecánica opción materiales	No especificado	Camacho López Miguel Ángel
	Computación	N/A	Ciencias de la Ingeniería	N/A	Vidal López Rodrigo
Algoritmos y programación básica	Ing. Computación	N/A	Administración de Tecnologías de Información	Ciencias de la Ingeniería	Juárez Pegueros Juan Pablo
	Ing. Computación	N/A	Ciencias de la Ingeniería	Ciencias de la Ingeniería	Rebollar Castelán Fernando
	Ing. Computación/Ing. Calidad	N/A	N/A	Alta Dirección	Ortega Santillán Gloria
	Ing. Computación	N/A	Ciencias de la Ingeniería	Ciencias de la Ingeniería	Plata César Nely
	Ing. Computación	N/A	Imagen, Visión y Robótica	Imagen, Visión y Robótica	Vilchis González Adriana Herlinda
Anatomía por aparatos y sistemas	Médico Cirujano	N/A	N/A	N/A	Zambrano Vázquez Stephanie A.
	Médico Cirujano	Cirugía General	Innovación Educativa	N/A	Mondragón Chimal Marco Antonio
		Oftalmología	N/A	N/A	Cerecero Ruíz Oscar Paulo
	Médico Cirujano	N/A	Ciencias Biomédicas (Farmacología)	Humanidades: Ética	García Rillo Arturo
	Médico Cirujano	Salud Pública	N/A	N/A	Sánchez Rayón Juan
	Médico Cirujano	N/A	N/A	N/A	Conde Martínez Viridiana



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Perfil académico				Profesor
	Licenciatura	Especialidad	Maestría	Doctorado	
Fisiología por aparatos y sistemas	Médico Cirujano	N/A	Ciencias de la Salud	Ciencias de la Salud	Guadarrama López Ana Laura
	Médico Cirujano	Medicina Legal	Ciencias de la Salud	N/A	Fabela Montes de Oca Itzel
	Médico Cirujano	Gerontología	N/A	N/A	González Vargas Anabel
	Médico Cirujano	N/A	Ciencias con especialidad en morfología	Investigación en Medicina	Martínez Carrillo Beatriz E.
	Química Farmacéutica Bióloga	N/A	Ecología	Immunoparasitología	Hinojosa Juárez Araceli Consuelo
	Médico Cirujano	N/A	N/A	N/A	García Solís Nancy
	Médico Cirujano	Homeopatía	N/A	N/A	Cruz Palomino Galicia
Histología	No específica	No específica	No específica	Ciencias	Martínez Quintero Daniel
	Ingeniería Electromecánica	Ciencias de la Computación	N/A	N/A	García Lambert Guillermo
Ecuaciones diferenciales para bioingeniería	Ing. Mecánica	N/A	Ingeniería con área terminal en Mecánica	Ciencias de la Ingeniería (Sistemas Dinámicos)	Morales Benhumea Mariana
	Ing. Comunicaciones y Electrónica	N/A	Ciencias de Ingeniería en Microelectrónica	Comunicaciones y Electrónica	Montenegro Monroy Héctor Miguel
	Ing. Mecánica	N/A	Ingeniería con área terminal en Mecánica	Ciencias de la Ingeniería	Díaz Rodea Oswaldo
Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería	Ing. Mecánica	N/A	Ing. Mecánica opción materiales/ Control Automático	Automática/productiva	Ávila Vilchis Juan Carlos
	Ingeniería Financiera	N/A	Administración de Negocios	Ciencias Económico-Administrativas	Vargas Hernández Joel Alberto



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Perfil académico				Profesor
	Licenciatura	Especialidad	Maestría	Doctorado	
Programación avanzada	Ing. Computación	N/A	Administración de Tecnologías de Información	Ciencias de la Ingeniería	Juárez Pegueros Juan Pablo
	Ing. Computación	N/A	Ciencias de la Ingeniería	Ciencias de la Ingeniería	Plata César Nely
	Ing. Computación	N/A	Imagen, Visión y Robótica	Imagen, Visión y Robótica	Vilchis González Adriana Herlinda
	Computación	N/A	Ciencias de la Ingeniería	N/A	Vidal López Rodrigo
	Ing. Computación	N/A	Ciencias de la Ingeniería	Ciencias de la Ingeniería	Rebollar Castelán Fernando
Metrología de variables biomédicas	Ing. Biomédica	N/A	Ciencias Fisiológicas	Ciencias Fisiológicas	Pliego Carrillo Adriana Cristina
	Ing. Electrónica	N/A	Ciencias de la Ingeniería (Sistemas Dinámicos)	N/A	Salazar Terrón Juan Luis
	Ing. Computación	N/A	Ciencias con Especialidad en Ingeniería Eléctrica	N/A	Mejía Íñigo Ricardo
Bioquímica médica	Química Farmacéutica Bióloga	N/A	Ecología	Immunoparasitología	Hinojosa Juárez Araceli Consuelo
	Ingeniería Financiera	N/A	Administración de Negocios	Ciencias Económico-Administrativas	Vargas Hernández Joel Alberto
Neurociencias	Biología	N/A	Ciencias	Neurobiología	Pliego Rivero Francisco Bernardo
Circuitos eléctricos	Ing. Electrónica	N/A	Ciencias de la Ingeniería (Sistemas Dinámicos)	N/A	Salazar Terrón Juan Luis
	Ing. Biomédica	N/A	Ciencias (Ingeniería Biomédica)	Ciencias (Ingeniería Biomédica)	Reyes Lagos José Javier
Fluidos y termodinámica	Ing. Mecánica	N/A	Ingeniería con área terminal en Mecánica	Ciencias de la Ingeniería	Díaz Rodea Oswaldo
	Ing. Mecánica	N/A	Ingeniería con área terminal en Mecánica	Ciencias de la Ingeniería (Sistemas Dinámicos)	Morales Benhumea Mariana



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Perfil académico				Profesor
	Licenciatura	Especialidad	Maestría	Doctorado	
Métodos numéricos	Ing. Electrónica	N/A	Ciencias en Sistemas Electrónicos	Robótica Perceptual	Portillo Rodríguez Otniel
	Ing. Computación		Ciencias con Especialidad en Ingeniería Eléctrica	N/A	Mejía Íñigo Ricardo
	Ing. Biomédica	N/A	N/A	N/A	Sánchez Cabrera Jonathan Pastor
Patología general	Médico Cirujano	Anatomía Patológica	N/A	N/A	Ferreya Rubio Cruz Guillermo
Análisis de sistemas y señales biomédicas continuas	Ing. Biomédica	N/A	Ciencias Fisiológicas	Ciencias Fisiológicas	Pliego Carrillo Adriana Cristina
	Ing. Electrónica	N/A	Ciencias de la Ingeniería (Sistemas Dinámicos)	N/A	Salazar Terrón Juan Luis
Mecánica de materiales	Ing. Mecánica	N/A	Ingeniería con área terminal en Mecánica	Ciencias de la Ingeniería	Díaz Rodea Oswaldo
	Ing. Mecánica	N/A	Ingeniería con área terminal en Mecánica	Ciencias de la Ingeniería (Sistemas Dinámicos)	Morales Benhumea Mariana
Electrónica analógica	Ing. Biomédica	N/A	Ciencias Fisiológicas	Ciencias Fisiológicas	Pliego Carrillo Adriana Cristina
	Ing. Biomédica	NA	Bioingeniería	N/A	Ledesma Ramírez Claudia Ivette
	Ing. Biomédica	N/A	Ingeniería eléctrica (Procesamiento Digital de Imágenes)	Docencia	Álvarez Carvajal Mariana
Comunicación persona máquina	No específica			Ciencia y Tecnología Mecatrónica	Zúñiga Avilés Luis Adrián
	Ing. Computación	N/A	Administración de Tecnologías de Información	Ciencias de la Ingeniería	Juárez Pegueros Juan Pablo



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Perfil académico				Profesor
	Licenciatura	Especialidad	Maestría	Doctorado	
Sistema de salud	Ing. Biomédica	N/A	Ciencias (Ingeniería Biomédica)	Ciencias (Ingeniería Biomédica)	Reyes Lagos José Javier
	Ing. Biomédica	N/A	Gestión de Información	Cibernética Aplicada	Hernández Bermúdez Beatriz
Inglés C1	-	-	-	-	-
Patología clínica	Médico Cirujano	N/A	No especifica	N/A	Fuentes Cuevas María del Carmen
	Médico Cirujano	Pediatría	N/A	N/A	Gómez Hernández Baruc
Análisis y síntesis de mecanismos	Ing. Mecánica	N/A	Ingeniería con área terminal en Mecánica	Ciencias de la Ingeniería (Sistemas Dinámicos)	Morales Benhumea Mariana
	Ing. Mecánica	N/A	Ingeniería con área terminal en Mecánica	Ciencias de la Ingeniería	Díaz Rodea Oswaldo
Adquisición de imágenes médicas	Biología	N/A	Física Médica	Ciencias de la Salud	Aranda Lara Liliana
Electrónica digital y procesadores de señales	Ing. Electrónica	N/A	N/A	N/A	Cruz Martínez Stephanie
	Ing. En Sistemas Electrónicos	N/A	Maestría en Sistemas Electrónicos	Doctorado en Ingeniería Industrial	Rodríguez Arce Jorge
Seguridad e higiene en el trabajo	Químico Farmacéutico Biólogo (QFB)	N/A	Seguridad e Higiene Ocupacional	Educación	Sandoval Flores Lidia
	Bioingeniería Médica	N/A	N/A	N/A	González Rodríguez Félix Daniel
Inglés C2					
Introducción a la instrumentación biomédica	Ing. Biomédica	N/A	Ingeniería eléctrica (Procesamiento Digital de Imágenes)	Docencia	Álvarez Carvajal Mariana
	Ing. Electrónica	N/A	Ciencias en ingeniería eléctrica (Bioelectrónica)	Ing. Biomédica	Martínez Méndez Rigoberto



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Perfil académico				Profesor
	Licenciatura	Especialidad	Maestría	Doctorado	
Análisis de sistemas y señales biomédicas discretas	Ing. Biomédica	N/A	Ciencias Fisiológicas	Ciencias Fisiológicas	Pliego Carrillo Adriana Cristina
	Ing. Electrónica	N/A	Ciencias de la Ingeniería	Ciencias de la Ingeniería	Estévez Pedraza Ángel Gabriel
	Ing. Biomédica	NA	Bioingeniería	N/A	Ledesma Ramírez Claudia Ivette
Imagenología	Médico Cirujano	Radiología	N/A	N/A	Torres Juárez Juan Juventino
	Médico Cirujano	Radiología	N/A	N/A	López de León Marcos Alberto
	Médico Cirujano	Radiología	N/A	N/A	Ferreira Martínez Claudia
	Pérez Morán Gabriel	Pérez Morán Gabriel	Pérez Morán Gabriel	Pérez Morán Gabriel	Pérez Morán Gabriel
Tratamiento de imágenes médicas	Ing. Biomédica	N/A	Ingeniería eléctrica (Procesamiento Digital de Imágenes)	Docencia	Álvarez Carvajal Mariana
	Ing. Computación	N/A	Imagen, Visión y Robótica	Imagen, Visión y Robótica	Vilchis González Adriana Herlinda
Dibujo por computadora	Diseño Industrial	N/A	N/A	N/A	Albarrán Estrada Luis Anwart
	Ing. Mecatrónica	N/A	Diseño industrial en innovación de Productos	N/A	Zagoza López Joel
Tanatología	Médico Cirujano	N/A	No específica	N/A	Fuentes Cuevas María del Carmen
	Psicología	N/A	Psicología de la Salud	N/A	Romero Hernández Virginia
Epistemología general	Médico Cirujano	N/A	Ciencias Biomédicas (Farmacología)	Humanidades: Ética	García Rillo Arturo



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Perfil académico				Profesor
	Licenciatura	Especialidad	Maestría	Doctorado	
	Filosofía	N/A	Humanidades (Filosofía contemporánea)	N/A	De Jesús Marín Luis
Inglés D1	-	-	-	-	-
	Ing. Biomédica	N/A	Administración de Hospitales	N/A	Martínez Romero María Elena
	Ing. Biomédica	N/A	Gestión Directiva en Salud	N/A	Marín Rico Berenice
Tecnología médica por aparato y sistema 1	Ing. Biomédica	N/A	N/A	N/A	Hernández Villasana Elsa Laura
	Bioingeniería Médica	N/A	N/A	N/A	González Rodríguez Félix Daniel
	Ing. Biomédica	N/A	Ciencias (Ingeniería Biomédica)	Ciencias (Ingeniería Biomédica)	Reyes Lagos José Javier
Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas	Ing. Biomédica	NA	Bioingeniería	N/A	Ledesma Ramírez Claudia Ivette
	Ing. Sistemas Computacionales	N/A	Ciencias de la Computación	N/A	Escobar Arizmendi Jorge Fabian
Análisis de imágenes médicas	Ing. Biomédica	N/A	Ingeniería eléctrica (Procesamiento Digital de Imágenes)	Docencia	Álvarez Carvajal Mariana
Biomecánica	Ing. Biomédica	N/A	Ing. Biomédica	N/A	Del Hierro Gutiérrez Edgar Gabriel
Sistemas informáticos de administración hospitalaria	Ing. Biomédica	N/A	Gestión de Información	Cibernética Aplicada	Hernández Bermúdez Beatriz
	Médico Cirujano	N/A	Ciencias Biomédicas (Farmacología)	Humanidades: Ética	García Rillo Arturo
Epistemología de la Ciencias Naturales	Filosofía	N/A	Humanidades (Filosofía contemporánea)	N/A	De Jesús Marín Luis
Inglés D2	-	-	-	-	-



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Perfil académico				Profesor
	Licenciatura	Especialidad	Maestría	Doctorado	
Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería	Sistemas Computacionales e Informática	N/A	N/A	N/A	Paz Villacaña Gemma
	Ing. Computación	N/A	Ingeniería de Calidad	Alta Dirección	Ortega Santillán Gloria
Tecnología médica por aparato y sistema 2	Ing. Biomédica	N/A	N/A	N/A	Hernández Villasana Elsa Laura
	Ing. Biomédica	N/A	Gestión Directiva en Salud	N/A	Marín Rico Berenice
	Ing. Biomédica	N/A	N/A	N/A	Alonso Carrasco Luis Andrés
	Ing. Biomédica	N/A	Administración de Hospitales	N/A	Martínez Romero María Elena
	Bioingeniería Médica	N/A	N/A	N/A	González Rodríguez Félix Daniel
Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza	Ing. Biomédica	N/A	Ciencias en Ingeniería Biomédica	N/A	Santiago Fuentes Laura Mercedes
	Ing. Electrónica	N/A	Ciencias en Sistemas Electrónicos	Robótica Perceptual	Portillo Rodríguez Otniel
Telemedicina	Ing. Biomédica	N/A	Ciencias en Ingeniería Biomédica	N/A	Santiago Fuentes Laura Mercedes
Ética y humanismo	Filosofía	N/A	Humanidades (Filosofía contemporánea)	N/A	De Jesús Marín Luis
Sistemas de asistencia y rehabilitación	Ing. Biomédica	N/A	Ing. Biomédica	N/A	Del Hierro Gutiérrez Edgar Gabriel
Temas selectos de bioingeniería 1	Ing. Mecánica	N/A	Ing. Mecánica opción materiales/ Control Automático	Automática/productiva	Ávila Vilchis Juan Carlos
Temas selectos de bioingeniería 2	Ing. Biomédica	N/A	Ciencias en Ingeniería Biomédica	N/A	Santiago Fuentes Laura Mercedes



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Perfil académico				Profesor
	Licenciatura	Especialidad	Maestría	Doctorado	
Robótica médica	Ing. Computación	N/A	Imagen, Visión y Robótica	Imagen, Visión y Robótica	Vilchis González Adriana Herlinda
Bioética					
Ergonomía y factores humanos	Diseño Industrial	N/A	N/A	N/A	Albarrán Estrada Luis Anwart
Proyecto terminal de bioingeniería	Ing. Biomédica	N/A	Ciencias Fisiológicas	Ciencias Fisiológicas	Pliego Carrillo Adriana Cristina
OPT Calidad en los servicios de salud	Administración	N/A	Administración Financiera	N/A	Vilchis Salazar Elizabeth
OPT Biología molecular	Química Farmacéutica Bióloga	N/A	Ecología	Immunoparasitología	Hinojosa Juarez Araceli Consuelo
OPT Modelado de objetos en 3 Dimensiones	Ing. Mecatrónica	N/A	Diseño industrial en innovación de Productos	N/A	Zagoya López Joel
OPT Realidad virtual	No especifica			Ciencia y Tecnología Mecatrónica	Zúñiga Avilés Luis Adrián
OPT Farmacología general	Química farmacéutico biólogo	N/A	Ciencias de la salud	Ciencias y tecnologías farmacéuticas	Kean Galeno Halina
OPT Inteligencia artificial/vida artificial	Ing. Sistemas Computacionales	N/A	Ciencias de la Computación	N/A	Escobar Arizmendi Jorge Fabian

Fuente: Elaboración propia con base en las plantillas 2021A y 2021B



En tanto, la asignación de unidades de aprendizaje a nuevos profesores está basada principalmente en su formación y experiencia en la temática de la UA, para esto se lleva a cabo una entrevista con el profesor aspirante y se le solicita su CV, así como la exposición de un tema de la UA ante un comité de profesores de la Licenciatura en Bioingeniería Médica quienes tienen experiencia en el área y conocimientos sobre los requisitos que debe cumplir el candidato a impartir la UA. El comité emite una recomendación basada en el CV, entrevista con el candidato y la exposición de un tema dado. Se puede considerar que el 30% de los profesores de asignatura han sido evaluados por un comité quien ha verificado que cumplen el perfil deseado para el curso en cuestión y por lo tanto se considera que son eficaces, sin embargo, no todos los PA han pasado por este proceso, pero si una entrevista con el Coordinador, quien, conociendo las necesidades de la UA y la experiencia en el plan de estudios, ha dado el Vo.Bo. para la impartición de una UA. Pudiera darse el caso que en un primer momento un profesor se considere con el perfil deseable para impartir una UA, pero al momento de estar frente a grupo, se observa la falta de técnicas didácticas, que pueden afectar en la transmisión del conocimiento requerido. El sistema de apreciación estudiantil implementado por la Dirección de Estudios Profesionales proporciona información al Coordinador para verificar la efectividad de la contratación de algún PA o incluso la asignación de una UA a un PMT y/o PTC. En caso de que se detecten problemas de bajo rendimiento o calificación de un profesor, se deberá analizar la problemática e invitarlo a capacitarse didácticamente y/o pedagógicamente en una primera instancia y en el peor de los casos sustituirlo por algún otro profesor que cumpla el perfil deseado.

Actualmente la Universidad Autónoma del Estado de México promueve la actualización pedagógica y/o disciplinaria a través de diversas instancias. Los cursos que oferta cada una de ellas son del conocimiento de los profesores ya que se promueven mediante el envío de correos institucionales para informar de la oferta de estos cursos:

1.- Dirección de Desarrollo del Personal Académico (DIDEPA), proporciona cursos presenciales y en línea en las áreas de tecnología, técnicas de enseñanza, superación personal e idiomas, formación tutorial, didáctica y disciplinar, entre otros. Los cursos pueden ser de uno o de varios módulos. También se ofertan diplomados y cursos para certificaciones. Además, se puede consultar el sitio <http://didepa.uaemex.mx/> en la sección de Formación Docente, donde se encuentra la oferta de cursos y requisitos de inscripción. Los cursos se ofertan durante todo el año.

2.- Dirección de Educación Continua y a Distancia (DECyD) proporciona capacitación, asesoría y consultoría, entre otros. La modalidad es presencial o en línea en diferentes áreas. También se ofertan certificaciones CONOCER y diplomados. Además, se puede consultar el sitio <https://campusvirtual.uaemex.mx/continua/#ActividadesAcademicas>. Los cursos se ofertan durante todo el año. La DECyD trabaja con el portal de servicios educativos SEDUCA el cual permite comunicarse con el profesor de manera continua, así como tener un seguimiento continuo de los trabajos.



3.- Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (DTIC), proporciona capacitación de manera presencial y en línea en temáticas relacionadas con las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC's). Además, se puede consultar el sitio <https://campusvirtual.uaemex.mx/continua/#ActividadesAcademicas>. También se promueven capacitaciones en línea mediante la página Facebook de la DTIC.

Adicionalmente a las instancias mencionadas anteriormente, algunos espacios académicos con apoyo de sus departamentos de educación continua proponen cursos más relacionados con aspectos de actualización disciplinaria propia de las áreas de dicho espacio académico. Los cursos que toman los profesores son muy variados, y en diferentes áreas. Por otra parte, los docentes también pueden solicitar cursos específicos de un área disciplinaria, con el objetivo de fortalecer sus conocimientos.

Los profesores pueden inscribirse a algún curso dentro de su horario de trabajo, siempre y cuando el curso sea reportado como parte del plan de trabajo semestral del profesor o cuando sea comisionado para tomarlo. La mayoría de los cursos tiene una duración de 25 horas. Sin embargo, pueden ser de menos horas (webinar o talleres) o de más horas (cursos y/o diplomados).

Dentro de los cursos que los profesores han tomado para una enseñanza reconocida en su disciplina se encuentran:

Tabla 21. Cursos que habilitan a cada profesor para una enseñanza reconocida en su disciplina

Año	Disciplinarios	Didácticos	Transversales	TIC's	Tutorías	Total
2017	14	17	13	0	0	44
2018	11	25	14	2	2	54
2019	40	31	29	7	4	111
2020	31	116	51	5	3	206
2021A	41	37	39	51	22	190

Fuente: Elaboración propia con base en la información proporcionada por los profesores y DIDEPA.

Los programas de superación disciplinaria y de habilitación académica ofrecen una gama muy amplia de opciones de cursos, talleres, webinars y diplomados que benefician a los docentes en los aspectos de desarrollo humano, habilidades didácticas, técnicas de enseñanza, tutoría, manejo de TIC's, elementos de enseñanza híbrida y on-line, así como cursos para superarse disciplinariamente.

De la tabla 21, se puede comentar que los cursos relacionados con las TIC's aumentó significativamente en el año 2021, los cursos dentro de la categoría Transversales se duplicaron, así como los cursos disciplinarios. Donde se observa un mayor crecimiento son los cursos didácticos, esto debido a la actualización que se ofertó a los profesores en la utilización de la plataforma TEAMS de Microsoft y herramientas para el aprendizaje virtual y mixto. Donde se tiene poca participación es en los cursos relacionado con los aspectos de Tutoría.



Algunos de los cursos que los docentes han tomado y que están relacionados con diferentes áreas de docencia de la licenciatura, son: Matlab, Solidworks, Arduino, Señales Biomédicas, Inteligencia artificial, Minería de Datos, Procesamiento de Señales, entre otros.

Revisando las temáticas de los cursos reportados por los docentes se puede comentar que algunos de ellos están relacionados con la actualización académica y se puede decir que sí tienen un impacto en la formación del docente y en su quehacer como académico en la impartición de una unidad de aprendizaje. Los cursos transversales, en su mayoría están orientados a mejorar habilidades de comunicación escrita y oral tanto en español como e inglés, así como habilidades interpersonales y de investigación científica, esto impacta positivamente en la impartición de las UA. El impacto de mejora en la impartición de las UA se da con los cursos o talleres enmarcados dentro de los cursos didácticos, ya que dan herramientas a los profesores en técnicas para la enseñanza tradicional, pero, sobre todo, en la enseñanza mixta o virtual.

Otro punto que es necesario resaltar es la pertinencia de los criterios de contratación del personal académico, de los profesores asignados a la Licenciatura en Bioingeniería Médica, se puede comentar que ningún profesor de asignatura cuenta con la definitividad. De los profesores de medio tiempo solo 1 profesor cuenta con definitividad, mientras que de los profesores de tiempo completo solo 2 profesoras cuenta con definitividad. Los profesores PTC y PM participan en 7 de las 10 áreas curricular impartiendo unidades de aprendizaje.

La contratación de los profesores de asignatura, como ya se describió se seleccionan de acuerdo con su experiencia y perfil académico. Para los profesores de tiempo completo y medio tiempo se privilegió el perfil académico con el objetivo de satisfacer los objetivos del plan de estudio, así como la experiencia práctica y de investigación que tendrá un impacto directo en la formación de los estudiantes. Las categorías de contratación dependen de la habilitación académica de los profesores.

De acuerdo con lo presentado en las secciones anteriores se puede concluir que el número de profesores de tiempo completo no es suficiente para lograr los objetivos del programa ya que de acuerdo con los indicadores PROMEP se requeriría contratar a 5 PTC adicionales para llegar al valor deseable.

Finalmente, de acuerdo con los análisis presentados se puede establecer que hay un exceso de profesores de asignatura para cubrir las unidades de aprendizaje, esto es resultado de falta de PTC.

Se considera que el perfil profesional de los profesores es adecuado para lograr los objetivos del programa y en lo que respecta a las habilidades sería recomendable que todos los profesores se inscribieran a cursos didácticos y transversales con el objeto de mejorar habilidades de comunicación, así como nuevas técnicas en la enseñanza como aula invertida, gamificación, entre otros.



Es recomendable implementar estrategias para que los profesores de asignatura, principalmente, tomen cursos. Una estrategia pudiera ser la de solicitar que se inscriban, al menos, en un curso para poder seguir con las unidades de aprendizaje asignadas. Sin embargo, deberán diseñarse otras estrategias para mejorar esta participación.

Es necesario considerar los resultados de la apreciación estudiantil, para invitar a los profesores a actualizarse didácticamente si así lo amerita. Considerar las áreas curriculares donde aún no hay PTC y PM impartiendo unidades de aprendizaje para las nuevas contrataciones, con el objetivo de fortalecer esas áreas.

Personal técnico suficiente con perfil profesional adecuado a las necesidades del programa

Para emprender acciones de mejora sobre el aprovechamiento de los recursos humanos disponibles, se investigó si es suficiente la capacidad docente del personal técnico de apoyo, para atender la demanda de horas semana mes que requiere la aplicación del plan de estudios y si es adecuado el perfil académico del personal técnico para apoyar el logro de los objetivos de las unidades de aprendizaje, encontrándose lo siguiente:

El programa educativo de la Licenciatura en Bioingeniería Médica de la UAEMéx cuenta con espacios dedicados al desarrollo e innovación de dispositivos biomédicos, ya que estos tienen disponible equipo de bioinstrumentación, tecnología médica y de modelado que contribuyen al diseño y construcción de proyectos, prototipos y productos que incluyan utilidad funcional, técnica y económica de la tecnología aplicada a la salud.

Los laboratorios de la Licenciatura en Bioingeniería Médica permiten fortalecer el modelo de aprendizaje basado en la experimentación y la construcción del conocimiento científico en los programas educativos de la licenciatura, brindando a los alumnos de los diferentes periodos, un entorno para realizar prácticas de laboratorio para las áreas curriculares de: Tecnología e Instrumentación Médica, Morfofuncional, Imágenes Médicas, Robótica médica y Programación. Dentro de los aparatos y/o equipos que se utilizan para el desarrollo de las prácticas, se tienen equipos de cómputo, impresora 3D, dispositivos hápticos, placas para diseño de circuitos, multímetros, osciloscopios, fuentes de poder, generador de funciones. Los laboratorios se integran por cuatro espacios físicos: a) Laboratorio de Electrónica: utilizado para el diseño, construcción y prueba de circuitos y dispositivos electrónicos basados en electrónica analógica y digital; b) Laboratorio de Instrumentación: utilizado para la aplicación de los avances de la ciencia, la tecnología, la biología, la medicina y la ingeniería para resolver problemas en el cuidado de la salud y medicina; c) Laboratorio de Modelado: utilizado para el diseño y fabricación asistida con computadora comúnmente denominado CAD/ CAM (Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing), y d) Laboratorio de Recursos Digitales: utilizado para el diseño de dispositivos médicos o el tratamiento de señales e imágenes biomédicas mediante software especializado.



Los laboratorios tienen la capacidad de ofrecer asesoría, a través de los profesores adscritos a los mismos. Los profesores adscritos cuentan con licenciatura y posgrado (maestría y doctorado) en Ingeniería Biomédica o en áreas afines a la ingeniería (ver tabla 22), por lo que; cuentan con el perfil adecuado para llevar a cabo las funciones y/o actividades escolares que supervisa y/o conduce. Además, los laboratorios tienen asignado un corresponsable que apoya con las actividades de estos. El perfil académico del corresponsable es de Licenciado en Informática (ver tabla 22), por lo que; cuenta con las habilidades, actitudes y conocimientos para la administración eficiente del laboratorio, ya que puede integrar las tecnologías de información en sus procesos operativos, así como llevar a cabo el mantenimiento de servicios tecnológicos y sistemas de tratamiento de la información de manera integral. Sin embargo, a la fecha, existe sólo un corresponsable para atender las necesidades de los 4 laboratorios, y cuyo horario es de 3 horas en turno matutino cuatro días a la semana (12 horas/semana). Esto limita el acceso y uso de los laboratorios en el turno vespertino. Es evidente que existe una deficiencia del personal técnico (corresponsable), respecto a la carga horaria que demandan las actividades y/o necesidades escolares que requieren los laboratorios y la cantidad de alumnos (ver tabla 23).

Tabla 22. Perfil académico de los responsables y corresponsables de laboratorio

Laboratorio	Perfil académico inicial	Perfil académico actual	Total de personal	Total de horas dedicadas al plan de estudios	Contratación	UAA que auxilia
Recursos digitales	Maestría	Maestría	1	36	PTC	Electrónica analógica, Introducción a la instrumentación biomédica, Tratamiento de imágenes médicas, Análisis de imágenes médicas
Modelado	Maestría	Maestría	1	36	PTC	Electrónica analógica, Introducción a la instrumentación biomédica, Tratamiento de imágenes médicas, Análisis de imágenes médicas
Instrumentación	Doctorado	Doctorado	1	36	PTC	Metrología de variables biomédicas, Análisis de sistemas y señales biomédicas continuas, Electrónica analógica, Introducción a la instrumentación biomédica, Proyecto terminal de bioingeniería
Electrónica	Doctorado	Doctorado	1	36	PTC	Comunicación persona máquina, Realidad virtual, Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería



Puesto: Corresponsable

Recursos Digitales, Modelado, Electrónica, Instrumentación	Licenciatura	Licenciatura	1	25	Pregrado /horas	-
--	--------------	--------------	---	----	-----------------	---

PTC: Profesor de tiempo completo

Fuente: Elaboración propia con base en el perfil académico de los responsables y corresponsables de laboratorio.

Tabla 23. Número de equipos, promedio de alumnos y horas por semana de uso por laboratorio

Laboratorio	Número de equipos	Promedio de alumnos por grupo	Horas por semana
Instrumentación	p. ej. Sensores y/o kits (9), tarjetas arduino y/procesamiento (23), fuente de poder (13), CPU+ monitor (9), osciloscopio (7)	20	6
Modelado	CPU+ monitor (19)	25	34
Recursos digitales	CPU+ monitor (20)	20	34
Electrónica	p. ej.: Multímetros (27), osciloscopios (21), fuentes de poder (21), kit robotics (8)	20	

Fuente: Elaboración propia con base en el perfil académico de los responsables y corresponsables de laboratorio.

De acuerdo con la Gaceta Universitaria de la Universidad Autónoma del Estado de México del 2018, dentro de las funciones asignadas a los responsables y corresponsables de los laboratorios de Bioingeniería Biomédica se encuentran: *I. Mantener actualizado el inventario de materiales y equipos, determinando las existencias y necesidades de estos, informar en periodo intersemestral al Coordinador los requerimientos para la realización de las prácticas; II. Resguardar y rotular los materiales, equipos y accesorios para su aseguramiento, fácil localización y manejo; III. Mantener actualizado el registro de las solicitudes de las prácticas y el desarrollo de estas, incluyendo el nombre de la práctica y profesor que la dirige, materiales y equipos utilizados; IV. Tener en un lugar visible y de fácil acceso para consulta, los manuales de las prácticas, normas, procedimientos de seguridad e instrucciones de operación de los equipos e instrumentos del laboratorio, así como, en caso de ser necesario, participar en la elaboración o actualización de estos; V. Asegurarse que las prácticas se lleven a cabo durante el horario asignado, solicitando, en su caso, al Coordinador, suspenderlas por razones de seguridad o por causas de fuerza mayor;*



VI. Proporcionar a los profesores la documentación de seguridad correspondiente a la práctica que se realice, así como, los materiales y equipos en buen estado y funcionando; VII. Llevar un control de acceso de los usuarios que utilicen los laboratorios fuera de las prácticas, asesorándolos sobre el uso de los materiales, equipos e implementos de seguridad requeridos, así como, vigilar la disciplina y el adecuado comportamiento de estos; Revisar, al término de las prácticas, que los materiales y equipos se encuentren en buen estado y, en caso de detectar alguna irregularidad, retener el vale de préstamo, solicitando su reposición. Supervisar que se lleve a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y áreas de trabajo de los laboratorios; XVI. Elaborar planes de contingencia para el continuo y adecuado funcionamiento de los laboratorios; XVII. Verificar y reportar los daños y anomalías que se detecten en los materiales, equipos y mobiliario de los laboratorios, al Coordinador, quien a su vez notificará al Subdirector Administrativo; XIX. Participar en la elaboración o actualización de procedimientos de seguridad y demás disposiciones relativas, así como, en la asignación de horarios, materiales y equipos; XX. Elaborar conjuntamente con el Coordinador, las estrategias para capacitar a los profesores en el uso de materiales y equipos, así como, en el conocimiento y observancia de las normas de seguridad e higiene dentro de los laboratorios; XXI. Organizar y supervisar el trabajo de los prestadores de servicio social en los laboratorios, asignándoles las funciones que considere adecuadas, informándole al Coordinador.

De acuerdo con las funciones asignadas a los responsables de los laboratorios, existe congruencia entre el perfil profesional del personal de apoyo, y el número y funciones asignadas. Sin embargo, se reitera que existe una deficiencia en el número de personal de apoyo (corresponsable), ya que sólo existe 1 para los 4 laboratorios, quedando limitadas el número y funciones por laboratorio, lo que acorta el uso en horario y actividades de docencia y/o investigación (por ejemplo: horas para el desarrollo de trabajos de tesis, proyectos de investigación y refuerzo de las competencias establecidas en el programa educativo).

Finalmente se puede concluir que dentro de las acciones a emprender para mejorar el aprovechamiento de los recursos humanos disponibles se sugiere ampliar el uso de las instalaciones en horario vespertino y actividades de docencia y/o investigación acorde a las demandas de la Licenciatura de Bioingeniería Médica, tanto en la Facultad de Medicina como en la Facultad de Ingeniería. Esto permitirá conducir el flujo de trabajo optimizado y la máxima productividad mirando a los laboratorios como un todo, en donde la información y la comunicación fluyan entre los laboratorios de ambas Facultades, también pueden ayudarle a cumplir con los estándares de acreditación y, al hacerlo, mejorará las operaciones diarias.



Motivación y competencias de los profesores, fomentadas con procedimientos de evaluación y capacitación

Los profesores son imprescindibles para incrementar la calidad de la educación. Existen, pues, diversas formas para mejorar la calidad de la docencia, una de ellas es su capacitación profesional permanente, misma que es estimulada a través de diversos programas.

En este sentido, existen dos programas en la Universidad: Programa de Estímulos al Desempeño del Personal Docente (PROED) y Programa Institucional de Impulso y Reconocimiento a la Investigación y Perfil Académico (PROINV).

El PROED, es instrumento que consta de tres rubros: 1) Calidad en el desempeño de la docencia, 2) Dedicación a la docencia (Número de horas clase por semestre) y 3) Permanencia en actividades de la docencia (antigüedad en la institución). Dentro del Rubro de Calidad en el Desempeño de la Docencia se evalúan 5 aspectos: Experiencia y Desarrollo Profesional, Docencia, Generación y Aplicación del Conocimiento, Tutoría Académica y Gestión Académica y Cuerpos Colegiados. Y el PROINV, que tiene como objetivo fortalecer el perfil de Investigador de los PTC.

En la Tabla 23 se muestra la participación de PTC y PMT tanto en el PROED como en el PROINV. Se resalta que el 83% de los PTC participan en PROED o PROINV, sólo un PTC no participa. En lo que respecta a los PMT todos participan en el PROED. Con respecto a los profesores que son PTC adscritos a la Facultad de Ingeniería, pero que colaboran con medio tiempo en Bioingeniería Médica todos participan en el PROED o PROINV.

La participación de los profesores en estos programas enriquece a la licenciatura, ya que los profesores realizan actividades de actualización mediante cursos o diplomados, impartición de conferencias, redacción de artículos científicos, dirección de tesis y tutoría, así como actividades administrativas, los cuales son requisitos para participar en el PROED y PROINV.

Tabla 24. Participación de profesores en programas de estímulos.

Tipo de Plaza	PROED	PROINV
PTC - Licenciatura en Bioingeniería Médica	66%	17%
PMT - Licenciatura en Bioingeniería Médica	100%	-
PMT – Ingeniería (PTC)	50%	50%

Fuente: Elaboración propia con información de los PTC y PMT.

Se resalta que el 20% de los docentes de la Licenciatura en Bioingeniería Médica realiza actividades de investigación, lo que beneficia a aquellos estudiantes del programa que se integran en proyectos de esta naturaleza. Sin embargo, solo el 14.5% de los docentes pertenece al SNI; de estos, el 10% pertenecen al nivel II, el 80% al nivel I y el 10% al nivel candidato.

Además, el 20.28% de la planta docente cuenta con perfil deseable PRODEP, y el 83.33% de los PTC adscritos a la licenciatura cuentan con el perfil deseable PRODEP.



El perfil deseable PRODEP busca un equilibrio entre cuatro actividades que realizan los profesores: Docencia, Tutoría y/o Dirección Individualizada, Gestión Académica y Producción Científica. Para poder participar en este programa el docente deberá ser profesor de tiempo completo y tener como mínimo el grado de maestro. Los profesores que tienen este reconocimiento demuestran un equilibrio en los cuatro rubros mencionados anteriormente.

Por otra parte, y en el tenor de mejorar la calidad de la educación, se solicita a los profesores que tomen al menos un curso en cada periodo en el que imparten clases. Esto busca la continua actualización de la planta docente. Los cursos pueden ser disciplinarios, didácticos, tutoría u otros. El hecho de que los profesores tomen alguno de estos cursos impacta directamente en el aula, ya que cuando optan por cursos disciplinarios se están actualizando en el área de su formación y tiene un impacto directo en la transmisión de nuevos conocimientos a los alumnos, por ejemplo, uso de tarjetas controladoras, técnicas de procesamiento de datos con inteligencia artificial, etc. En cuanto, a los cursos didácticos, se puede comentar que estos ayudan a impartir mejor las UUAA, buscando diferentes estrategias y métodos de enseñanza, por ejemplo: gamificación, aula invertida, etc. Los cursos de tutoría coadyuvan a mejorar la comunicación con los alumnos, apoyarlos ya sea de manera disciplinar o emocional, así como guiarlos en su trayectoria académica, en el proceso de inscripción, por mencionar algunos ejemplos. Otro tipo de cursos permite a los profesores a actualizarse en temas como redacción de artículos científicos, redacción de patentes, desarrollo de emociones, etc., los cuales se verán reflejados en el aula en actividades específicas.

Si bien el programa de Apreciación Estudiantil no es un programa de estímulos, a través de los resultados se pueden tomar decisiones para implementar cursos de capacitación que fortalezcan la preparación pedagógica y didáctica de los profesores al momento de impartir sus clases y con ello mejorar la calidad de la educación, en este sentido de manera general se identificó que el porcentaje de cursos que tienen una calificación entre 9.0 y 10.0 es superior al 70%, excepto en el periodo 2020A, el cual corresponde al periodo donde los cursos se terminaron en modalidad virtual (véase tabla 25).

Tabla 25. Porcentaje de cursos y el rango de calificaciones

Periodo	Rangos de calificaciones		
	9.0 –10.0	8.0 – 8.9	< 8.0
2018A	70.37%	23.46%	6.17%
2018B	76.93%	19.65%	3.42%
2020A	61.44%	30.06%	8.5%
2020B	74.25%	17.37%	8.38%
2021A	77.85%	15.00%	7.15%

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Apreciación Estudiantil.



Se recomienda realizar un análisis detallado de los cursos que obtienen calificaciones menores a 8.0 ya que hubo un incremento con respecto al periodo 2018A y sobre todo al periodo 2018B. Si bien este porcentaje disminuyó un poco para el periodo 2021A, se deberán implementar acciones para identificar los puntos débiles de los profesores que están dentro de este rango con el objetivo de invitarlos a mejorar y, en caso dado, tomar cursos de actualización didáctica. De igual manera se deberá identificar si hay profesores que estén dentro del rango mencionado en dos o más periodos y buscar estrategias para mejorar su desempeño docente.

Por tanto, dentro de las acciones a emprender para mejorar el impacto de los procesos de evaluación y capacitación docente en la calidad del programa educativo es la de dar a conocer los programas PROED, PROINV y PRODEP a los profesores, así como los beneficios de estos. De igual manera, se debe invitar a todos los profesores a participar en las actividades que son evaluadas con el objeto de que puedan obtener el reconocimiento otorgado. Una estrategia para la capacitación docente sería solicitar que los profesores tomen, mínimo, un curso y registren su evidencia en un repositorio. De no atender este requerimiento, se pudiera analizar la pertinencia de no considerar a los no participantes para la plantilla siguiente.

Instalaciones, equipamiento y materiales apropiados en cantidad, calidad y accesibilidad

En la tabla 26 se especifica la capacidad, equipamiento y materiales con los que cuenta la Facultad de Medicina para la Licenciatura en Bioingeniería Médica, además, se enuncian también los espacios de la Facultad de Ingeniería (FI) compartidos con el programa.

Tabla 26. Capacidad, equipamiento y materiales

Espacio	Especificaciones	Equipamiento (características)	Capacidad
Aulas	1 de la Facultad de Ingeniería	Pupitres y pintarrón	25 alumnos
	15 de la Facultad de Medicina	Pupitres y pintarrón	25 alumnos
Laboratorios	Modelado	20 equipos de cómputo Core i7, 16 Gb Ram, 1 Tb en disco duro. No breaks, pizarrón interactivo, una impresora 3D y 5 equipos hápticos phantom omni.	20 alumnos
	Recursos electrónicos digitales	Pantallas de proyección, negatoscopio y 20 equipos de cómputo	20 alumnos



Continuación...

Espacio	Especificaciones	Equipamiento (características)	Capacidad
Electrónica		<p>15 mesas de trabajo, 30 multímetros Extech Ex505, equipo de conteo Instek Gfc-8131H, 5 analizadores LCR, cautines Weller SP25N, kits mechanics Fishertechnik, Kit robotics in industry, Robotics TXT competition set, 20 osciloscopios Tektronix TDE2000C, 20 Fuentes de voltaje BK Precisión 1672, 20 generadores de funciones GW Instek SFG2010 y 5 pinzas amperimétrica Extech</p>	25 alumnos
Instrumentación		<p>10 Chaise lounge, vitrinas clínicas, 10 tarjetas USB-6008 NI, 1 espectómetro Rayleigh 723 Vis, 1 espectrofotómetro, 1 microscopio binocular ecoshel VE-B6, audiómetro vía aéreo y vía ósea, 10 computadoras HP PRODESK 400G1, 4 generadores de funciones BK precision 4054 y 1 analizador de seguridad eléctrica, 1 Desfibrilador,</p> <p>Sensores de humedad, electromiografía, temperatura, 10 microcontroladores arduino UNO y sensores diversos, 1 microscopio Binocular con proyector VELAB VE-B300, 1 pizarrón digital, 1 bomba de infusión, 1 sensor de velocidad BIOPAC MP160, 1 sistema BIOPAC MP 150, 10 multímetros Extech Ex430, monitor de signos vitales Bionet BM3, bomba de vacío, microcentrífuga, espirómetros, 10 Fuentes de Voltaje BK Precision 1550, mesas de trabajo con pc's para toma de signos, 8 modelos anatómicos, 4 tarjetas Rapberry pi 3</p> <p>Y una estación de trabajo Kuka (robot manipulador, teach pendant, drivers y computadora)</p>	20 alumnos



Continuación...

Espacio	Especificaciones	Equipamiento (características)	Capacidad
	Fisiología	Espirómetros, electrocardiógrafos, microscopios, mesas de exploración ginecológica, glucómetros, fisiógrafos, baumanómetros, oxímetros, audiómetros y biopac	15 alumnos
	Habilidades Clínicas	Equipamiento tecnológico para el adiestramiento sobre diversos padecimientos, así como la realización de simulaciones clínicas, simuladores anatómicos de cuerpo completo, modelos para la realización de maniobras de reanimación cardiopulmonar, reanimación neonatal, primeros auxilios pediátricos, interpretaciones de electrocardiogramas, control de paros cardiacos, respiratorios y convulsiones, tanto en personas adultas como en infantes. Dispositivos electrónicos que reproducen niveles atípicos en pulmones y corazones artificiales.	120 alumnos
	Robótica de la Facultad de Ingeniería	21 mesas, kits de construcción de robots Fisher technik, fuente de voltaje, multímetros, kits de robótica móvil	21 alumnos
Cubículos	6	Escritorios y computadora	1 profesor
Salas de cómputo	3 de la Facultad de Ingeniería	20 computadoras i7, RAM 4Gb.	20 alumnos
	7 de la Facultad de Medicina	125 computadoras	18 alumnos
Salas de autoacceso	1	24 computadoras, 2 salas de TV con DVD, 1 área de video individual con 9 pantallas, 1 área de estudio libre, 1 área de lectura y material multimedia	80 alumnos
Biblioteca	3	1 Facultad de Medicina y Química 1 Facultad de Ingeniería Biblioteca General de la UAEMéx	



Continuación...

Espacio	Especificaciones	Equipamiento (características)	Capacidad
Auditorios	Generación 74	Butacas, presídium, Audio y video*, estrado, cabina de audio y video*	57 alumnos
	Dr. José Mejía Rosas		67 alumnos
	Dr. Maximiliano Ruiz Castañeda		90 alumnos
	Dr. Gustavo Baz Prada	*Solamente algunos auditorios cuentan con el equipo mencionado.	307 alumnos
Aulas digitales	6	6 equipos	25 alumnos

Fuente: Elaboración propia con base en la información en la Coordinación de la Licenciatura en Bioingeniería Médica.

El equipamiento con el que cuentan los laboratorios es mínimo y no es suficiente; además de que los materiales consumibles (componentes electrónicos) para el desarrollo de prácticas debe renovarse cada periodo y no siempre se cuenta con el presupuesto necesario. Los PTC atienden la mayoría de los laboratorios y solo se tiene asignado a un responsable de laboratorio que cubre únicamente 12 horas semanales de su tiempo para tal fin, por lo que es deseable la contratación de técnicos académicos para el apoyo a laboratorios.



En la tabla 27 se muestra la relación de las UUA que requieren el uso de espacios adicionales a las aulas convencionales, ya que, de acuerdo con sus objetivos, éstas requieren de un espacio acondicionado específico.

Tabla 27. Unidades de aprendizaje que utilizan espacios adicionales a las aulas

Unidad de aprendizaje	Horas prácticas	Espacio
Primer periodo escolar		
Anatomía del aparato musculoesquelético	2	Laboratorio
Fisiología del aparato musculoesquelético	2	Laboratorio
Algoritmos y programación básica	2	Sala de cómputo
Segundo periodo escolar		
Anatomía por aparatos y sistemas	2	Laboratorio
Fisiología por aparatos y sistemas	2	Laboratorio
Histología	2	Laboratorio
Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería	2	Laboratorio
Programación avanzada	2	Sala de cómputo
Metrología de variables biomédicas	2	Laboratorio
Tercer periodo escolar		
Bioquímica médica	4	Laboratorio
Neurociencias	2	Laboratorio
Circuitos eléctricos	2	Laboratorio
Métodos numéricos	2	Sala de cómputo
Cuarto periodo escolar		
Mecánica de materiales	2	Laboratorio
Electrónica analógica	2	Laboratorio
Comunicación persona máquina	2	Sala de cómputo
Inglés C1	2	Centro de Autoacceso
Quinto periodo escolar		
Patología clínica	2	Laboratorio
Análisis y síntesis de mecanismos	2	Laboratorio
Adquisición de imágenes médicas	2	Sala de cómputo
Electrónica digital y procesadores de señales	2	Laboratorio
Inglés C2	2	Centro de Autoacceso



Continuación...

Unidad de aprendizaje	Horas prácticas	Espacio
Introducción a la instrumentación biomédica	2	Laboratorio
Sexto periodo escolar		
Imagenología	4	Laboratorio
Tratamiento de imágenes médicas	2	Sala de cómputo
Dibujo por computadora	4	Sala de cómputo
Inglés D1	2	Centro de Autoacceso
Séptimo periodo escolar		
Tecnología médica por aparato y sistema 1	2	Laboratorio
Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas	2	Laboratorio
Análisis de imágenes médicas	2	Laboratorio
Biomecánica	2	Laboratorio
Epistemología de la Ciencias Naturales	2	Laboratorio
Inglés D2	2	Centro de Autoacceso
Octavo periodo escolar		
Tecnología médica por aparato y sistema 2	2	Laboratorio
Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza	2	Laboratorio
Telemedicina	2	Laboratorio
Sistemas de asistencia y rehabilitación	2	Laboratorio
Noveno periodo escolar		
Robótica médica	2	Laboratorio
Ergonomía y factores humanos	2	Laboratorio

Fuente: Documento CIEES 2021.



Debido a la falta de mobiliario, algunas de las prácticas mencionadas en la tabla anterior no se realizan ni en la Facultad de Medicina ni en la Facultad de Ingeniería, sino que se llevan a cabo en algunas sedes externas con las que se tienen convenios para la realización de prácticas asociadas a diferentes UUAA. Los lugares externos a la UAEMéx donde se realizan estas prácticas son, por lo general, hospitales públicos. Como se puede apreciar, los laboratorios se utilizan constantemente y son esenciales para lograr los objetivos de las UUAA que hacen uso de estos.

La matrícula de la licenciatura en los periodos de los años 2011 a 2017 en promedio fue de 47 alumnos, lo que permitía programar 2 grupos de cada una de las UUAA de forma general, aunque para algunas UUAA se requirieron más grupos. Ya para los periodos de los años 2018 a 2021 la matrícula se incrementó en promedio a 68 alumnos, lo que implicó una mayor demanda en aulas, las cuales no estaban contempladas en los espacios asignados para la licenciatura.

De continuar con una matrícula cercana o superior a los 60 alumnos por generación, es necesario que la infraestructura se fortalezca para dar cabida a todos los alumnos de manera óptima.

Finalmente, cabe mencionar que el edificio donde se encuentra la mayoría de las aulas, los laboratorios y las oficinas de la licenciatura no cuenta con una infraestructura ni espacios adecuados para personas con capacidades diferentes por lo cual también es necesario que las instalaciones se adapten.



Recursos financieros suficientes para el funcionamiento del programa

Respecto a si los recursos son suficientes para el funcionamiento del programa y qué aspectos de la instrumentación y operación del programa están limitados por los recursos financieros, así como las acciones a emprender para mejorar su monto, disponibilidad y efectividad, se identificó lo siguiente:

Considerando que el principal destino del gasto en educación es la nómina educativa en acuerdo con el capítulo 6 del gasto público para una educación de calidad y, de acuerdo con la trayectoria del presupuesto ordinario asignado por año al espacio académico de la Facultad de Medicina y se muestra en la tabla 28, este recurso se considera insuficiente, ya que se distribuye entre cinco licenciaturas, dos programas de maestría y 2 especialidades. Todas ellas escolarizadas. La cantidad que correspondería por programa educativo escolarizado es de \$532,481.20 por año. Sin embargo, la asignación del recurso no es proporcionalmente equitativo entre los programas, ya que esta se hace con base en las necesidades que surgen por cada programa durante el transcurso del año. Un ejemplo de las necesidades es el pago de nómina y mantenimiento de instalaciones. Todas esas necesidades son resultas y/o administradas a través de recursos humanos y/o materiales.

Particularmente, para la licenciatura de Bioingeniería Médica, el costo total por alumno por periodo promedio es de \$4,718.59 ± 292.89. Esto sin considerar, el pago a personal administrativo, seguridad, intendencia, profesores de tiempo completo, profesores de medio tiempo, entre otros. Por ejemplo, si se considera el pago de inscripción por periodo promedio \$3,575 ± 170.80, se observa que este valor no es redituable con respecto a \$4,718.59 ± 292.89, ya que solo se cubre el 75.76% de los gastos, faltando por cubrir 24.23%. La Tabla 29 se muestra la trayectoria del costo por alumno donde en los últimos cinco años ha aumentado un 11% con respecto al 2017.

De manera general, el alcance y cumplimiento de los objetivos generales y particulares de las prácticas de laboratorio son aspectos de instrumentación y operación del programa que están siendo limitados por el recurso financiero, siendo estos insuficientes para su ejercicio. Las acciones a emprender para mejorar su monto, disponibilidad y efectividad son a través de la adecuación y ajuste de objetivos generales y/o específicos a prácticas de laboratorio que se puedan realizar con los recursos e instrumentación actual.

Tabla 28. Presupuesto ordinario asignado a la Facultad de Medicina durante el periodo 2017 a 2021

Año	Presupuesto asignado aprobado
2017	4,554,890.55
2018	4,341,423.00
2019	3,925,226.99
2020	4,160,740.61
2021	4,316,968.13

Fuente: Sistema integral de Información Administrativa del 2017 al 2021.



Tabla 29. Costo directo por alumno por año

Año	Costo directo por alumno*	Costo indirecto por alumno**	Costo total por alumnos
2017	4,219.72 ± 184.8	24.4	84,882.7 ± 4619.3
2018	4,824.29 ± 874.3	24.0	96,974.5 ± 21857.3
2019	4,635.76 ± 861.0	19.7	93,110.2 ± 21524.6
2020	4,993.02 ± 1362.2	13.3	100,125.9 ± 59053.8
2021	4,817.69 ± 178.7	20.6	96,766.2 ± 6653.9

Fuentes:

* Información obtenida de los cheques de nómina de profesor de asignatura.

**Información obtenida de los recibos de luz y de la agenda estadística 2017-2020.

Costo directo por alumno de la licenciatura considerando únicamente pago a nómina de profesores (n=7) y costo indirecto por alumno (pago de servicio de la luz) por año

A partir de lo anterior se puede decir que los aspectos de la instrumentación y operación del programa están limitados por los recursos financieros, dentro de ellos es la falta de equipo para los laboratorios, además de que se asignan los recursos financieros en función del Programa Operativo Anual (POA), solicitando necesidades bajo una organización calendarizada.

La asignación de recursos a los requerimientos de las cinco licenciaturas, así como el equipamiento que conllevan, son otro claro ejemplo de las consecuencias de la falta de equipo y asignar los recursos financieros en función del Programa Operativo Anual, solicitando necesidades bajo una organización calendarizada. Dicho esto, es necesario tipificar la relación existente entre el presupuesto como tal y las funciones administrativas de una organización. Además, es necesario mencionar que el presupuesto involucra la planificación de actividades orientada a definir las actividades de funcionamiento, en coordinación con el plan estratégico de la organización. Esta fase debe apuntar primero a apoyar la elaboración de un plan estratégico de acuerdo con los fines y propósitos de la Facultad de Medicina, tomar en cuenta todos estos planteamientos y con base a ello generar una propuesta operativa expresada en planes que luego se trasuntan en la expresión de operaciones económico-financieros y en un presupuesto global y consolidado para la institución. La gestión financiera debe manejar instrumentos apropiados para cumplir con esta tarea y la fase de planificación financiera se traduce en una planificación presupuestaria que consiste en la revisión de los gastos programados y la programación de dos partes importantes que son: el presupuesto de ingresos realizado en base a las proyecciones para la gestión y los tarifarios existentes; y el presupuesto de gastos que se programa en función a los POAs revisados.



1.7 Gestión

Valorará la contribución de la estructura de gestión académica y administrativa en el logro de los objetivos educativos

Contribución de la gestión y comunicación escolar al funcionamiento del programa

La vida académico-administrativa de la UAEMéx, es uno de los pilares esenciales que sostienen su vocación de generación y divulgación del conocimiento. Para que ésta se lleve a cabo de manera ordenada, la Universidad cuenta con un marco normativo que regula el quehacer de los docentes-investigadores y delinea los aspectos esenciales de una pertinente gestión académica.

Para valorar la contribución de la estructura de gestión académica y administrativa en el logro de los objetivos educativos de este programa educativo, es importante apreciar el impacto de la normatividad institucional en el funcionamiento del mismo, el cual se fundamenta en 23 instrumentos normativos de la UAEMéx: la Ley de la Universidad, el Estatuto Universitario, el Reglamento de Facultades y Escuelas Profesionales, el Reglamento de Estudios Profesionales, el Reglamento de Organismos Académicos y Centros Universitarios, Reglamento de Evaluación Profesional, Reglamento de Becas, Reglamento de Servicio Social, Reglamento de Prácticas y Estancias Profesionales, Reglamento del Personal Académico, Reglamento de la Defensoría de los Derechos Universitarios, Reglamento de Movilidad Estudiantil, Reglamento de Estudios Profesionales, Reglamento de Símbolos Universitarios, Reglamento del Reconocimiento al Mérito Universitario, Reglamento del uso de Toga, Reglamento para la transparencia y Acceso a la información Universitaria, Reglamento del Archivo Universitario, Reglamento para la “Gaceta Universitaria”, Reglamento del Sistema de Centros de Documentación e información Universitaria, Reglamento de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones Universitarias, Reglamento de los Centros de Autoacceso para Aprendizaje de Lenguas, Reglamento de Planeación, Seguimiento y Evaluación para el Desarrollo Institucional y Reglamento de Obras y Servicios de Universidad.

Desde este marco normativo se establece que la Facultad de Medicina deposita sus órganos de autoridad en el Consejo Universitario, el Rector, en sus Consejos Académico y de Gobierno, mismos que son los principales responsables de la observancia de la planeación, aplicación, evaluación y reestructuración de las actividades académicas y administrativas, así como de la distribución de tareas al resto de los departamentos y unidades auxiliares en la ejecución del programa educativo.

Así pues, la Facultad de Medicina como ámbitos de organización, están dotados de autoridad administrativa, no autónoma o deliberada, para atender una de las tres finalidades universitarias en la disciplina o ámbito de conocimiento asignado; mantienen una organización interna encabezada por la Dirección del Organismo Académico, se vale de Departamentos y Coordinaciones que integran la estructura de gestión académica y administrativa necesaria para el desarrollo del espacio académico.



En general para dar seguimiento a la planeación y evaluación de los objetivos institucionales se llevan a cabo procesos de planeación estratégica, teniendo como base un plan que ofrezca una dirección específica y sea lo suficientemente flexible para mantener la productividad y competitividad. En el cuadro 17, se presentan las principales instancias y sus funciones académico-administrativas al desarrollo del programa educativo de la licenciatura en Bioingeniería Médica.

Cuadro 17. Principales instancias y sus funciones

Instancia	Funciones
Consejo de Gobierno	<ul style="list-style-type: none">• Proponer la elaboración y reestructuración de los programas de estudio y, en su caso, aprobarlos previo dictamen del Consejo Académico y visto bueno del Comité Curricular de los planes de estudio.• Revisar y autorizar la propuesta que presente la Dirección, de la plantilla del personal académico de las coordinaciones de licenciaturas para cada semestre escolar.• Conocer, discutir y acordar, en el ámbito de su competencia, los planes, sus correcciones, modificaciones, y adiciones, así como en términos de las disposiciones aplicables, en su seguimiento y evaluación.• Atender al trabajo presentado por las áreas de docencia en relación con la actualización de los documentos de programación pedagógica.• Opinar, dictaminar y aprobar sobre la creación, reestructuración o suspensión de los proyectos curriculares, turnados, según sea el caso, por el Consejo Académico.• Aprobar la actualización de los diferentes documentos de programación pedagógica.
Dirección	<ul style="list-style-type: none">• Proponer ante el Consejo Universitario para su aprobación, previa opinión del Consejo General Académico de Educación Superior, la creación, reestructuración o suspensión de los proyectos curriculares, previo dictamen y aprobación respectiva del Consejo de Gobierno y Consejo Académico de la Facultad.• Presentar al Consejo de Gobierno los dictámenes del Consejo Académico, sobre las asignaturas o unidades de aprendizaje que integran los planes de estudio, sistematizadas en Áreas de Docencia de estudios profesionales y avanzados para su análisis y aprobación.• Coordinar los programas de estudio y dictar las medidas necesarias para el desarrollo, seguimiento y evaluación del trabajo académico de alumnos y docentes, a fin de garantizar su cumplimiento y desarrollo.



Continuación...

Instancia	Funciones
	<ul style="list-style-type: none">• Dirigir la elaboración de estudios de factibilidad; programas de instrumentación; objetivos de las unidades de aprendizaje y de asignaturas del plan y los programas de estudio, a fin de que, en su caso, sean aprobados para su modificación o creación de nuevos programas.
Consejo Académico	<ul style="list-style-type: none">• Proponer al Consejo de Gobierno el establecimiento, modificación o supresión de proyectos e iniciativas, así como políticas, estrategias, planes, programas u otros instrumentos de ordenación académica.• Opinar, dictaminar y aprobar la creación, reestructuración o suspensión de los proyectos curriculares y turnarlas, según sea el caso, al Consejo de Gobierno.• Dictaminar sobre las asignaturas o unidades de aprendizaje que integran los planes de estudio, sistematizándolas y determinando el número en áreas de docencia de estudios profesionales y avanzados, así como su denominación y las materias que las integran, sometiénolas, por conducto de la Dirección al Consejo de Gobierno para su aprobación.
Subdirección Académica	<ul style="list-style-type: none">• Planear, dirigir y controlar el funcionamiento y actividades de las coordinaciones y departamentos bajo su responsabilidad, conforme a los programas de trabajo derivados del Plan de Desarrollo de la Facultad, así como supervisar el cumplimiento de los planes y programas del personal académico y administrativo a su cargo, a fin de asegurar la eficiencia y eficacia de la Facultad.• Convocar y presidir las reuniones de academia, con el propósito de unificar criterios respecto al contenido de los planes y programas de estudio, así como la promoción de acciones para el diseño y actualización curricular de las licenciaturas.• Coordinar y supervisar los proyectos y acciones de vinculación académica con instancias internas y externas a la Facultad, con el fin de fortalecer la formación de estudiantes y docentes en campos clínicos, internado y servicio social.• Recibir de cada área de docencia los proyectos de actualización de los programas de estudio.• Coordinar y supervisar la conformación de la plantilla del personal docente de las diferentes licenciaturas con base en los lineamientos establecidos.



Continuación...

Instancia	Funciones
<p>Coordinación de la Docencia en la Licenciatura de Bioingeniería Médica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Promover y vigilar el cumplimiento de los lineamientos emitidos por la Dirección de Infraestructura Académica de la UAEMéx, respecto al material de apoyo didáctico, acervo bibliográfico, talleres, laboratorios y salas de cómputo. • Supervisar los inventarios de material de los laboratorios, material bibliográfico y hemerográfico, así como gestionar ante la Subdirección Administrativa los requerimientos necesarios para apoyar el desarrollo de las unidades de aprendizaje de los planes de estudio de la Facultad. • Implementar y dar seguimiento, en el ámbito de su competencia, a las acciones necesarias para la acreditación de los programas de estudio ante las instancias certificadoras. • Evaluar y, en su caso, aprobar la implementación de cursos de actualización que fortalezcan el desarrollo académico para docentes. • Coordinar con la Subdirección Administrativa, que se cumplan las disposiciones en materia de tecnologías de la información y comunicaciones, así como aquellas relativas al uso de las salas de autoacceso, de cómputo y laboratorios. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • Planear, coordinar y elaborar juntamente con los profesores de la licenciatura los planes y programas de estudio para determinar los mecanismos necesarios, a fin de garantizar su cumplimiento, actualización y aprobación de los Consejos Académico y de Gobierno de la Facultad. • Orientar y supervisar el trabajo de las áreas de docencia, derivado de los acuerdos tomados en las reuniones para la elaboración y reestructuración de los programas por competencias, temarios calendarizados, horarios y fechas de exámenes en cada semestre regular e intensivo. • Asistir a las sesiones de los Consejos Académico y de Gobierno, con voz, pero sin voto. • Recibir los proyectos de actualización de los documentos de programación pedagógica, de las diferentes áreas de docencia. • Presentar a la Subdirección Académica las propuestas de actualización para que los presente ante los Consejos para su aprobación. • Coordinar y verificar las actividades académicas del personal docente de la licenciatura, con la finalidad de cumplir con los indicadores de eficiencia terminal y de conformidad con los lineamientos y normas establecidos al respecto.



Continuación...

Instancia	Funciones
	<ul style="list-style-type: none">• Participar con el Comité Curricular en la formulación de iniciativas y actualización de los planes y programas de estudio para su elaboración o actualización y, someterlas a la aprobación de la Subdirección Académica.• Conocer los acuerdos y las actividades establecidas por el Comité de Currículo, así como observar su cumplimiento.• Detectar las necesidades de acervo bibliográfico, material didáctico, equipo de laboratorios, talleres y salas de cómputo para informar a la Subdirección Académica a fin de realizar las gestiones conducentes para su adquisición.• Contribuir con la Subdirección Académica en la implementación y seguimiento de las acciones necesarias para la acreditación del programa educativo de la Licenciatura en Bioingeniería Médica.• Coordinar acciones con la Subdirección Académica para el cumplimiento de las actividades que realizan los responsables de los laboratorios de bioingeniería.• Revisar juntamente con la Subdirección Académica los estudios de revalidación, convalidación o reconocimiento de estudios.• Dar seguimiento y evaluar el desempeño de las diferentes áreas de docencia de acuerdo con los documentos de programación pedagógica aprobados.
Departamento de Control Escolar	<ul style="list-style-type: none">• Dar seguimiento a los trámites de revalidación, convalidación o reconocimiento de estudios que soliciten los aspirantes al ingresar a la Facultad.• Contribuir y dar seguimiento en el ámbito de su competencia, a las acciones necesarias para la acreditación de los programas de estudios ante las instancias certificadoras.
Departamento de Evaluación Académica	<ul style="list-style-type: none">• Monitorear y verificar la entrega oportuna de calificaciones por parte del personal docente de la facultad, de acuerdo con lo previsto en la normatividad establecida para tal efecto.• Implementar y dar seguimiento, en el ámbito de su competencia, a las acciones necesarias para la acreditación de los programas de estudios ante las instancias certificadoras.
Departamento de Evaluación Profesional	<ul style="list-style-type: none">• Promover los procesos de evaluación profesional que apliquen en la Facultad, para orientar y apoyar al aspirante al título académico correspondiente, así como vigilar y dar seguimiento al proceso de evaluación profesional.• Colaborar con la Subdirección Académica en el establecimiento de mecanismos que permitan enriquecer el Programa de Seguimiento de Egresados.• Implementar y dar seguimiento, en el ámbito de su competencia, a las acciones necesarias para la acreditación de los programas de estudios ante las instancias certificadoras.



Continuación...

Instancia	Funciones
Departamento de Campos Clínicos, Internado y Servicio Social	<ul style="list-style-type: none">• Asignar a los alumnos que concluyeron los planes de estudios de las licenciaturas, en las plazas disponibles de las distintas instituciones de salud para realizar el servicio social.• Asignar y supervisar en las unidades receptoras convenidas, a los alumnos de las licenciaturas que cumplan con los créditos curriculares en los campos clínicos.• Implementar y dar seguimiento, en el ámbito de su competencia, a las acciones necesarias para la acreditación de los programas de estudios ante las instancias certificadoras.
Departamento de Tutoría Académica	<ul style="list-style-type: none">• Planear e implementar con la Dirección de Apoyo Académico a Estudiantes y Egresados, la impartición de cursos de formación y actualización de los Tutores.• Coordinar las actividades del Programa Institucional de Tutoría Académica a fin de contribuir a la reducción de los índices de reprobación, rezago y deserción estudiantil para incrementar la eficiencia terminal de la Facultad.• Implementar y dar seguimiento, en el ámbito de su competencia, a las acciones necesarias para la acreditación de los programas de estudio ante las instancias certificadoras.
Coordinación de Difusión Cultural	<ul style="list-style-type: none">• Promover la participación de la comunidad estudiantil de la Facultad, en talleres de actividades artísticas, sociales, deportivas y culturales.• Implementar y dar seguimiento, en el ámbito de su competencia, a las acciones necesarias para la acreditación de los programas de estudio ante las instancias certificadoras.
Coordinación de Extensión y Vinculación	<ul style="list-style-type: none">• Llevar a cabo las acciones correspondientes para el desarrollo de acuerdos operativos, derivados de los convenios generales con instituciones de los diferentes sectores, a fin de que los alumnos cuenten con espacios para el desarrollo de Campos Clínicos, prestación del servicio social y prácticas profesionales.• Proporcionar los datos necesarios sobre los egresados y su inserción en el campo laboral, para mantener actualizado el Programa de Seguimiento de Egresados de la Facultad.• Implementar y dar seguimiento, en el ámbito de su competencia, a las acciones necesarias para la acreditación de los programas de estudio ante las instancias certificadoras.



Continuación...

Instancia	Funciones
Departamento de Educación Continua y a Distancia	<ul style="list-style-type: none">• Implementar acciones conjuntas con el Departamento de Campos Clínicos, Internado y Servicio Social, para la formulación programática de educación a distancia a pasantes de las licenciaturas en servicio social.• Implementar y dar seguimiento, en el ámbito de su competencia, a las acciones necesarias para la acreditación de los programas de estudios ante las instancias certificadoras.
Coordinación de Planeación	<ul style="list-style-type: none">• Diseñar, integrar y operar un sistema básico de estadísticas que permitan el análisis y generación de indicadores y tendencias, para apoyar la toma de decisiones, así como el eficaz y eficiente cumplimiento de los fines asignados a la Facultad.• Implementar y dar seguimiento, en el ámbito de su competencia, a las acciones necesarias para la acreditación de los programas de estudios ante las instancias certificadoras.
Subdirección Administrativa	<ul style="list-style-type: none">• Implementar y dar seguimiento, en el ámbito de su competencia, a las acciones necesarias para la acreditación de los programas de estudios ante las instancias certificadoras.
Unidad de Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none">• Implementar y dar seguimiento, en el ámbito de su competencia, a las acciones necesarias para la acreditación de los programas de estudios ante las instancias certificadoras.
Unidad de Recursos Materiales	<ul style="list-style-type: none">• Implementar y dar seguimiento, en el ámbito de su competencia, a las acciones necesarias para la acreditación de los programas de estudios ante las instancias certificadoras.
Comité de Unidades de Aprendizaje	<ul style="list-style-type: none">• Apoyar a los consejos de gobierno y académico en la revisión de los documentos de programación pedagógica.
Comité de Currículo	<ul style="list-style-type: none">• Elaborar la tabla de equivalencias con base al análisis de semejanza entre las unidades de aprendizaje.• Apoyar la ejecución, seguimiento y evaluación del programa de instrumentación.• Revisar los documentos de programación pedagógica que se le presenten para su actualización.• Proporcionar el visto bueno a las actualizaciones de los documentos de programación pedagógica que se le presenten.



Continuación...

Instancia	Funciones
Presidente de Área de Docencia	<ul style="list-style-type: none">• Integrarse al Consejo Académico con voz y voto.• Coordinar el trabajo colegiado de los profesores pertenecientes a su área.• Entregar a los Coordinadores de Docencia los diferentes programas de estudio en forma escrita y electrónica.• Ejecutar, dar seguimiento y evaluar el programa de instrumentación de los estudios profesionales de su área.• Convocar y conducir a reuniones de su área a fin de favorecer el trabajo colegiado.
Áreas de Docencia	<ul style="list-style-type: none">• Realizar trabajo colegiado y de investigación para la actualización de los diferentes documentos de programación pedagógica.• Ejecutar, dar seguimiento y evaluar el programa de instrumentación de los estudios profesionales de su área.• Ejecutar el programa de estudios de la unidad de aprendizaje a su cargo.

Fuente: Elaboración propia con base en el Manual de Procedimientos de la Facultad de Medicina Versión Vigente No. 1.

A partir de la información desplegada en el Cuadro 17, las instancias involucradas en tareas de planificación son:

- Consejo de Gobierno
- Consejo Académico
- Subdirección Académica
- Coordinación de Docencia de la Licenciatura en Bioingeniería Médica
- Comité Curricular

La Subdirección Académica junto con la Coordinación de Docencia de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, planea, coordina y elabora juntamente con los profesores de la licenciatura los planes y programas de estudio para determinar los mecanismos necesarios. El Consejo de Gobierno aprueba los documentos de programación pedagógica previo dictamen del Consejo Académico y visto bueno del Comité Curricular.

Las instancias involucradas en tareas de organización según el cuadro 17, son:

- Consejo de Gobierno
- Consejo Académico
- Subdirección Académica
- Coordinación de Docencia de la Licenciatura en Bioingeniería Médica
- Comité Curricular



El Consejo de Gobierno es el encargado de revisar y autorizar la propuesta de la plantilla del personal académico para cada semestre escolar que presenta la Dirección. Además, analiza y en su caso aprueba con base en la propuesta que presenta la Dirección, lo relativo a los trámites de ingreso, promoción y permanencia del personal académico de la Facultad. El Consejo Académico emite los criterios u otros instrumentos para el establecimiento, desarrollo y evaluación de los procesos de enseñanza-aprendizaje, programas y proyectos de investigación y demás aspectos de la materia que no correspondan a otra autoridad universitaria.

La Subdirección Académica convoca y preside las reuniones de academia, con el propósito de unificar criterios respecto al contenido de los planes y programas de estudio, así como la promoción de acciones para el diseño y actualización curricular de la licenciatura. La Coordinación de Docencia de la Licenciatura en Bioingeniería Médica junto con el comité curricular, se encargan de orientar y supervisar el trabajo de las áreas de docencia, derivado de los acuerdos tomados en las reuniones para la elaboración de los programas, temarios calendarizados, horarios y fechas de exámenes en cada semestre regular e intensivo.

Las siguientes instancias son las involucradas en tareas de ejecución:

- Departamento de Control Escolar
- Departamento de Evaluación Académica
- Departamento de Evaluación Profesional
- Departamento de Campos Clínicos, Internado y Servicio Social
- Departamento de Tutoría Académica
- Coordinación de Difusión Cultural
- Coordinación de Extensión y Vinculación
- Comité Curricular
- Unidad de Recursos Materiales

El Departamento de Control Escolar, genera y emite los reportes referentes a los movimientos de la matrícula de la licenciatura para remitirlos en tiempo y forma a las instancias que los requieran. Da seguimiento a los trámites de revalidación, convalidación o reconocimiento de estudios que soliciten los aspirantes al ingresar a la Facultad.

El Departamento de Evaluación Académica monitorea y verifica la entrega oportuna de calificaciones por parte del personal docente de la facultad, de acuerdo con lo previsto en la normatividad establecida para tal efecto.

El Departamento de Evaluación Profesional promueve los procesos de evaluación profesional que apliquen en la Facultad, para orientar y apoyar al aspirante al título académico correspondiente, así como vigilar y dar seguimiento al proceso de evaluación profesional. Establece los mecanismos que permitan enriquecer el Programa de Seguimiento de Egresados.

El Departamento de Campos Clínicos, Internado y Servicio Social asigna a los alumnos que concluyeron el plan de estudios de la licenciatura, en las plazas disponibles de las distintas instituciones de salud para realizar el servicio social. Asigna y supervisa en las unidades receptoras convenidas, a los alumnos de las licenciaturas que cumplan con los créditos curriculares en los campos clínicos.



Departamento de Tutoría Académica coordina las actividades del Programa Institucional de Tutoría Académica a fin de contribuir a la reducción de los índices de reprobación, rezago y deserción estudiantil para incrementar la eficiencia terminal de la Facultad.

La Coordinación de Difusión Cultural promueve la participación de la comunidad estudiantil de la Facultad, en talleres de actividades artísticas, sociales, deportivas y culturales.

La Coordinación de Extensión y Vinculación lleva a cabo las acciones correspondientes para el desarrollo de acuerdos operativos, derivados de los convenios generales con instituciones de los diferentes sectores, a fin de que los alumnos cuenten con espacios para el desarrollo de Campos Clínicos, prestación del servicio social y prácticas profesionales. Proporciona los datos necesarios sobre los egresados y su inserción en el campo laboral, para mantener actualizado el Programa de Seguimiento de Egresados de la Facultad.

La Unidad de Recursos Materiales gestiona ante la Direcciones de Recursos Materiales y Servicios Generales y la Dirección de Obra Universitaria, las requisiciones de mobiliario, equipo, reactivos y servicios de mantenimiento a edificios para satisfacer las necesidades internas de la Facultad. Programa la entrega interna de material y reactivos de acuerdo con el presupuesto asignado y disposiciones generales que establezca la Administración Central.

El Comité Curricular elabora la tabla de equivalencias con base al análisis de semejanza entre las unidades de aprendizaje. Apoya la ejecución, seguimiento y evaluación del programa de instrumentación.

Todas las instancias descritas contribuyen y dan seguimiento en el ámbito de su competencia, a las acciones necesarias para la acreditación del programa de estudios ante las instancias certificadoras.

Las instancias anteriores utilizan diferentes medios de comunicación para poder realizar el desarrollo del programa. Debido a las diferentes agendas, la forma más usada de comunicación es el correo electrónico institucional; con el cual se envían en forma general la descripción de tareas, se distribuyen documentos, se llegan acuerdos sobre cuando realizar sesiones grupales ya sea de forma presencial o virtual, etc. En los últimos dos años como respuesta a la de necesidad de comunicación más personalizada sin tener contacto físico para así evitar contagios por COVID 19, se ha utilizado la plataforma TEAMS de Microsoft con la cual se han llevado la mayoría de las sesiones entre las diferentes instancias; debido a la versatilidad de la plataforma, es posible realizar en forma grupal tanto la distribución de documentos de trabajo como su edición simultánea y así poder llevar a cabo los proyectos académicos en forma asíncrona. En menor medida se siguen utilizando las llamadas telefónicas y grupos de mensajería por WhatsApp.



A partir de lo anterior, se puede decir que la organización de las responsabilidades y ejecución del programa educativo sin duda contribuyen para tener una operación de calidad de este. La forma en que éstas están constituidas ha sido ya normada por la UAEMéx a través del Manual de Procedimientos de la Facultad de Medicina, lo cual garantiza que dichos procedimientos son el resultado de años de experiencia en el manejo de programas educativos de no solo la Facultad de Medicina sino en toda la Universidad. Esta organización y delegación de actividades a las diferentes instancias, ha demostrado ser efectiva, ya que todas las licenciaturas de la Facultad están acreditadas y éstas siguen de la misma manera los criterios establecidos en el manual mencionado.

No obstante, es necesario desarrollar acciones para consolidar la gestión administrativa centrada en el alumno, habrá que eficientizar algunos procesos, ya que la atención a los alumnos está en horarios muy restringidos, o en función de las capacidades de la institución. Se podrían automatizar varios de los procesos educativos que actualmente necesitan de mucha interacción humana, de tal forma que se ahorre tiempo y que toda la información que se genere esté centralizada y disponible para los tomadores de decisión. Esto permitirá contar con información personalizada y lista para apoyar a cada alumno en el seguimiento de su trayectoria estudiantil.

Otro punto importante para mejorar la instrumentación y operación del programa se da a través de la evaluación externa que realizan los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), por lo que se consideraron las recomendaciones emitidas por este organismo evaluador mismas que se presentan a continuación.

Cuadro 18. Recomendaciones emitidas por los CIEES

Categoría	Recomendación
Trayectoria escolar	Agilizar los trámites e incrementar la promoción de la movilidad. Monitorear el sistema de tutorías para asegurar su buen funcionamiento, ya que hay alumnos que nunca asisten con su tutor, esto impacta en el rezago y deserción. Es necesario diseñar un programa que promueva la experiencia profesional en campos como los hospitales privados, empresas de servicio de mantenimiento preventivo y correctivo, así como distribuidores y comercializadores de equipo, que son los campos laborales que actualmente están contratando a sus egresados



Continuación...

Categoría	Recomendación
Egreso del programa	<p>Analizar los procesos para mejorar la eficiencia terminal (requisitos de titulación específicos del programa, tiempos de respuesta y calendarios de atención).</p> <p>Mejorar la difusión del proceso de titulación de forma clara y precisa. Actualmente existe confusión entre los estudiantes que impacta desde la selección de la modalidad de titulación, hasta la asignación de revisores o sinodales.</p> <p>Rediseñar los requisitos de las modalidades de titulación para que sean congruentes con el perfil de egreso.</p> <p>Mostrar hospitales privados a los estudiantes, así como prestadores de servicios y empresas comercializadoras que emplean ingenieros biomédicos.</p>
Resultados de los estudiantes (categoría básica)	<p>Brindar un seguimiento más preciso al desempeño del estudiante en el servicio social, así como un acercamiento con los empleadores de forma que las observaciones y datos recabados impacten en el rediseño del programa educativo.</p>
Personal académico (categoría básica)	<p>Incrementar la planta docente con profesores que tengan una formación más afín al programa educativo, principalmente para las unidades de aprendizaje optativas o de último semestre como Rehabilitación, Instrumentación, Robótica e Innovación.</p> <p>Promover el desarrollo de la investigación creando líneas de generación y aplicación del conocimiento.</p> <p>Incrementar la contratación de profesores de tiempo completo.</p> <p>Mejorar la capacitación docente de los profesores que participan en el programa para que sea congruente con el modelo educativo.</p> <p>Incluir la figura del técnico académico como responsables de los laboratorios de docencia</p>
Infraestructura académica (específica del programa) (categoría básica)	<p>Aumentar la cantidad de espacios asignados a los laboratorios y asegurar su equipamiento.</p> <p>Establecer mecanismos para asegurar el uso del equipo de laboratorio.</p> <p>Considerar la adquisición de una planta de emergencia y equipo de respaldo que permita tener una corriente controlada y proteja contra descargas eléctricas, como medida de protección del equipo que se adquiere.</p> <p>Incrementar considerablemente el acervo bibliográfico en áreas especializadas de la Bioingeniería e Ingeniería Biomédica, tanto la cantidad de volúmenes como de títulos.</p>



Continuación...

Categoría	Recomendación
Infraestructura física	Incrementar la conexión a internet, que resulta lenta e ineficiente en las áreas de trabajo.
Servicios de apoyo	Mejorar la comunicación y flujo de información de los servicios de apoyo. Mejorar los procesos de los servicios de tutoría, servicio profesional, titulación, seguimiento a egresados y otros, pues no se brinda un seguimiento al desempeño del estudiante o tutor. Establecer mecanismos para evaluar los procesos de los servicios de apoyo.

Fuente: Recomendaciones de CIEES, 2018.

A partir de estas recomendaciones a lo largo de estos últimos años se han implementado acciones para mejorar la instrumentación y operación del plan de estudios, de tal manera que se apoye al alumno durante su trayectoria escolar y pueda concluir y titularse satisfactoriamente.



Conocimiento del plan y programas de estudio por los alumnos y profesores

Con la intención de introducir a los alumnos de nuevo ingreso al entorno universitario, se programa un curso de inducción, a efecto de que conozcan y se familiaricen con la institución, sus áreas, departamentos, personal directivo, académico y administrativo, así como sus compañeros de aula. En este se les proporciona información sobre la historia, misión, visión, servicios y programas que les ofrece el espacio académico, con la intención de facilitar su integración y promover un desempeño académico óptimo e integral.

Su programación es la siguiente:

- 1.- Se realiza la bienvenida y apertura del curso por parte del director.
- 2.- Se presenta a los encargados de las diferentes áreas administrativas, con la finalidad de dar a conocer las actividades que desempeñan y el espacio académico en que se localizan.
- 3.- Se da una plática en donde se abordan los temas de Identidad Universitaria, Derechos Universitarios y Protección de Datos Personales.

El curso de inducción para todos los alumnos de la Facultad de Medicina tiene una duración de una semana. Posteriormente, para los alumnos de primer ingreso de la Licenciatura en Bioingeniería Médica hay un curso de nivelación de álgebra y cálculo, con el fin de homogeneizar los conocimientos y habilidades en estas áreas. Al final del curso se brinda una plática informativa sobre la Licenciatura en Bioingeniería Médica. Esta plática está a cargo de los profesores de tiempo completo asignados a la Licenciatura y hace énfasis en la misión, visión, objetivos del programa, actividades que pueden realizar los egresados, trayectoria ideal, normatividad de permanencia y valores institucionales. Todos los estudiantes de nuevo ingreso reciben en su correo electrónico el proyecto curricular.

Adicionalmente, a cada alumno de nuevo ingreso se le asigna un tutor, que puede ser un profesor de tiempo completo, medio tiempo o de asignatura, el cual lo orientará durante su tránsito por los estudios profesionales y es responsable de difundir constantemente la normatividad del plan de estudios. El tutor fungirá como orientador sobre los procesos administrativos y académicos de la Facultad.

Finalmente, los alumnos tienen a disposición el correo electrónico de la Coordinación de la Licenciatura en Bioingeniería Médica a través del cual también se les resuelven dudas del plan de estudios.

De acuerdo con lo anterior, se considera que existe una difusión adecuada de la operación del plan de estudios entre la comunidad estudiantil. Adicionalmente, en todo momento los alumnos pueden consultar a su tutor académico o a la Coordinación para orientación específica. Las acciones descritas previamente impactan positivamente en la toma de decisiones oportuna por parte de los alumnos a lo largo de su trayectoria académica.

Adicionalmente, se revisó la existencia y disponibilidad en la biblioteca de los libros que se mencionan en los programas de estudio de las UUA que pueden servir de apoyo.



La biblioteca cuenta con 17,087 títulos de libros en 35,046 volúmenes de diversos temas como ciencias médicas, químicas, biológicas y de ingeniería, entre otros temas afines, los cuales se encuentran ubicados en estantería abierta. Cabe mencionar que, al momento, se cuenta con 139 títulos y 779 ejemplares de la bibliografía básica indicada en los programas de estudio. Considerando que de los 344 títulos que se consideran en los planes de estudio, solamente se está cubriendo un 40.4% de dicha necesidad, por tanto, es necesario que se adquiera la bibliografía para cubrir las necesidades bibliográficas. Además, los alumnos pueden obtener préstamo a domicilio de cualquier biblioteca de la Universidad, salvo los lineamientos internos y restricciones de las bibliotecas de los espacios académicos siguiendo las especificaciones del procedimiento de préstamo en sala y a domicilio.

Hoy en día, se considera que los títulos que se encuentran físicamente en la biblioteca son suficientes e idóneos, aunque requieren una actualización y ampliación permanente. Para mejorar la disponibilidad de los títulos básicos del programa hay que apearse a los lineamientos para actualizar y enriquecer el acervo de las Bibliotecas, los cuales se encuentran certificados bajo la norma ISO 9001:2015 y publicados en el portal de la UAEMéx en la sección del Sistema de Gestión de la Calidad. El Comité Interno de Selección y Descarte recibe la solicitud de adquisición de acervo bibliográfico, evalúa, acuerda y complementa la solicitud, se elabora la minuta y turna dicha solicitud al titular del espacio académico, mismo que envía al titular de la Subdirección Administrativa para dar continuidad al proceso de compra.

Recientemente se realizó una encuesta para determinar la percepción de los usuarios de la Biblioteca de la Facultad de Medicina tienen sobre calidad del 1) Servicio, 2) Atención del Personal, 3) Material Bibliográfico e 4) Infraestructura. Los rubros más bajos de la evaluación tienen que ver con el conocimiento y la usabilidad del catálogo en línea; además de que la percepción generalizada de los usuarios es que hacen falta más materiales bibliográficos con el mismo título. Por lo que se deben realizar más campañas de capacitación para el uso del catálogo en línea de la biblioteca y se deberán gestionar la compra de nuevos materiales bibliográficos para que los estudiantes y profesores aprovechen mejor los recursos que la biblioteca pone a su disposición.



II. MODELO DE FORMACIÓN PROFESIONAL

2.1 Características del currículo profesional

Nombre de la carrera	Licenciatura en Bioingeniería Médica
Título que otorga	Licenciado (a) en Bioingeniería Médica
Espacio académico donde se imparte	Facultad de Medicina
Área del conocimiento a la que se inscribe	Salud
Tipo de programa educativo al que corresponde	Científico-Práctico
Duración total de la carrera	4 años y medio (9 periodos) y un año de servicio social hospitalario
Valor en créditos del plan de estudios	445 (425 obligatorios y 20 optativos)
Calendario escolar y periodos para administrar las unidades de aprendizaje	Calendario escolar anual, con dos periodos regulares y un intensivo
Modalidad educativa en la que se impartirá el plan de estudios	Mixta: las unidades de aprendizaje además de impartirse en la modalidad escolarizada, dos o más de éstas se podrán ofrecer en forma no escolarizada.
Administración del plan de estudios	Flexible



2.2 Conceptuación de la profesión

Objeto de estudio

El objeto de estudio de la Licenciatura en Bioingeniería Médica de la UAEMéx son las **tecnologías para la salud**, que, de acuerdo con el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (2016), se refieren a *“la aplicación de conocimiento organizado y habilidades en forma de dispositivos, equipos, procedimientos y sistemas desarrollados para resolver problemas de salud y mejorar la calidad de vida”*.

Hoy en día, la prevención, el diagnóstico, el tratamiento y la rehabilitación de un paciente se auxilia, en gran medida, de las tecnologías para la salud. Por ello, la innovación, el desarrollo y la gestión de éstas se ha vuelto primordial para garantizar la calidad en la atención médica. Dependiendo del objetivo y la función de las tecnologías para la salud, estas emplean diferentes principios y componentes técnicos.

Para abordar el objeto de estudio, el profesionista en Bioingeniería Médica requiere comprender principios matemáticos, físicos, mecánicos, electrónicos, computacionales, fisiológicos y anatómicos, entre otros. De la misma manera, debe ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinarios, pues de ello depende el éxito de la implementación, uso, funcionamiento e impacto de las tecnologías para la salud.

El objeto de estudio de la Licenciatura en Bioingeniería Médica permite al profesionista iniciar una empresa propia o su inserción al mercado laboral dentro de empresas de innovación y desarrollo de tecnologías para la salud, empresas de consultoría biomédica, empresas dedicadas a la comercialización y mantenimiento de equipos médicos, centros hospitalarios públicos o privados, organismos de regulación y certificación médica, centros académicos e instancias gubernamentales de salud.

La Organización Mundial para la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y los Programas Nacionales en Salud, reconocen la importancia de las tecnologías para la salud y han marcado dentro de sus recomendaciones de acción para 2030 la implementación de programas y políticas para su generación, regulación, gestión y evaluación, en particular de dispositivos médicos.

De igual manera, la OMS (2017) reconoce que los dispositivos médicos son cada vez más indispensables en el cuidado de la salud y que los Bioingenieros Médicos son especialistas responsables del diseño, desarrollo, regulación, evaluación y capacitación de estos dispositivos médicos.

Esto resalta que el objeto de estudio de la Licenciatura en Bioingeniería Médica es vigente, nacional e internacional y de impacto social para la resolución de las problemáticas en materia de salud.



Las escuelas de pensamiento y métodos de investigación para abordarlo

Escuelas del pensamiento

Teorías de fisicoquímica: Las tres leyes de Newton se describen de la siguiente manera:

1ª Ley, denominada la ley de la inercia establece que todo cuerpo permanece en su estado de reposo o movimiento uniforme a menos que sobre él actúe una fuerza exógena.

2ª Ley establece que la fuerza es igual al producto de la masa por la aceleración.

3ª Ley, denominada de acción-reacción explica que a toda acción hay una reacción de la misma magnitud, en la misma dirección y sentido contrario.

Asimismo, las leyes de Coulomb y Ampere han permitido caracterizar muchos fenómenos de la electricidad y la electrónica. La ley de Coulomb introduce el término fuerza electrostática de dos cargas puntuales, la cual establece que la fuerza electrostática es proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Por otro lado, la ley de Ampere o “de la mano derecha”, expresa que la corriente que circula por un conductor genera un campo magnético proporcional a esta corriente, la manifestación de este campo se puede aproximar como espacios circulares alrededor del conductor.

En química y física, la teoría atómica de Dalton es una teoría científica sobre la naturaleza de la materia que sostiene que está compuesta de unidades discretas llamadas átomos.

Teorías y fundamentos de circuitos electrónicos e instrumentación: Las principales leyes que fundamentan a la electrónica son las leyes de la física. La principal ley que le da valor científico a la electrónica es la planteada por Alejandro de Afrodisia 200 años a. C., la cual establece la diferencia entre la atracción de cargas magnéticas y eléctricas, supone la existencia de Eidos, que es la sustancia en donde suceden las atracciones mencionadas. Posteriormente en el siglo XIII, Peter Peregrinus establece la ley del magnetismo que permitió modelar las propiedades de los imanes y su aplicación en la brújula, originalmente la ley se demostró utilizando imanes en formas circulares.

En el siglo XVIII las tres leyes del movimiento y de la gravedad desarrolladas por Isaac Newton sirvieron como base para la física clásica, sus conceptos macroscópicos son esenciales para el análisis elemental de las partículas subatómicas, entre ellas, el electrón, que han permitido el cálculo de la masa de estas partículas y su relación con la energía que producen. En el siglo XIX surgen las leyes de Ohm y de Kirchhoff, que permiten a partir de formalismos matemáticos basados en la conservación de la energía, analizar circuitos eléctricos con métodos de mallas y nodos para encontrar valores precisos de intensidades de corriente, voltaje y potencia. Cabe señalar que los formalismos desarrollados con estas leyes pueden plantearse con ecuaciones algebraicas o con ecuaciones diferenciales en primero y segundo orden. Por otro lado, la ley de Ohm establece que el voltaje es proporcional a la intensidad de corriente que circula por un alambre, la proporcionalidad en esta relación es la resistencia.



Las leyes de Kirchhoff son dos, una denominada de corrientes, que establece que la suma de las intensidades de corriente que ingresan a un nodo (nudo) es igual a la suma de las intensidades de corriente que salen; la segunda denominada de voltajes, afirma que la suma de los voltajes en una malla cerrada (circuito) es igual a cero.

Teoría de la probabilidad y estadística: la teoría de la probabilidad es la parte de las matemáticas que se encarga del estudio de los fenómenos o experimentos aleatorios. Por experimento aleatorio se entiende a todo aquel experimento que cuando se le repite bajo las mismas condiciones iniciales, el resultado que se obtiene no siempre es el mismo. Las pruebas estadísticas forman parte de la teoría de decisión, a partir de la información que se extrae de una muestra se estiman características generales de una población de referencia.

Teorías de ciencias computacionales: algunas de las teorías más relevantes en esta área incluyen a la teoría de la información, la cual está relacionada con las leyes matemáticas que rigen la transmisión y el procesamiento de la información y se ocupa de la medición de la información y de la representación de esta, así como también de la capacidad de los sistemas de comunicación para transmitir y procesar información. En general, las teorías de ciencias de la computación se centran en las disciplinas teóricas y aplicadas en el desarrollo y uso de las computadoras para el almacenamiento y procesamiento de la información, las matemáticas, la lógica, la ciencia y diversas áreas.

Teoría de la administración: la teoría clásica de la administración se encarga de lograr un aumento en la eficacia de la organización mediante su ordenamiento, de la configuración y distribución de los departamentos que la componen.

Teoría de señales: la teoría de señales plantea las herramientas básicas para el tratamiento, transmisión y recepción de la información. Trata de establecer las bases matemáticas y físicas de los modelos y sistemas de telecomunicaciones análogas y digitales. La teoría de señales es una característica medible de un fenómeno observado; por lo tanto, es el resultado de una medida del fenómeno bajo observación. En el ámbito de la bioingeniería médica, las principales señales que se observan y miden son de naturaleza electrofisiológica.

Teoría de control: la teoría de control es un campo interdisciplinario de la ingeniería y las matemáticas, que trata el comportamiento de sistemas dinámicos. A la salida deseada de un sistema se la llama referencia. Cuando una o más variables de salida de un sistema necesitan seguir cierta referencia sobre el tiempo, un controlador manipula la entrada al sistema para obtener el efecto deseado en la salida del sistema.

Teorías de Biología: las principales teorías de la Biología son evolutiva, celular, y genética. La teoría evolutiva explica el origen de diversas formas de vida como resultado de cambios en su carga genética a través del tiempo. Dicha teoría establece que los organismos modernos descienden, con modificaciones, de formas de vida preexistentes. Por otro lado, la teoría celular sostiene que todos los organismos están compuestos por una o más células, y que esas células se originaron de células preexistentes. Finalmente, la teoría genética es la idea de que las características de los organismos vivos están controladas por genes, los cuales se pasan de generación en generación.



Métodos de investigación

Entre los métodos que pueden estar basados en técnicas y/o procedimientos que requiere el Licenciado en Bioingeniería Médica con la finalidad de cumplir el objeto de estudio, se mencionan los siguientes:

Método científico: es un método empírico de adquisición de conocimientos que ha caracterizado el desarrollo de la ciencia desde el siglo XVII. Implica una observación cuidadosa del fenómeno a estudiar. También implica formular hipótesis, vía inducción, basadas en las observaciones; comprobación experimental, a través de mediciones objetivas de las deducciones extraídas de las hipótesis; y refinamiento (o eliminación) de las hipótesis a partir del estudio y análisis de los resultados experimentales.

Métodos de diseño de equipo médico: son aquellos conocimientos y métodos empleados en el quehacer del Licenciado en Bioingeniería Médica para identificar necesidades y/o mejoras para el diseño e implementación de nuevos equipos médicos que sirvan de apoyo al especialista médico en diagnosticar y tratar diferentes patologías clínicas. Los conocimientos relacionados con el área fisicomatemática, la electrónica y proyectos serán requeridos para que el Licenciado en Bioingeniería Médica diseñe equipo innovador y que cumpla con la reglamentación aplicable y vigente, así como para brindar el bienestar y seguridad del médico y del paciente.

Métodos de identificación de fallas y/o mantenimiento en equipo médico: son aquellos que permiten analizar y comprender el funcionamiento de distintos dispositivos médicos, así como la normatividad correspondiente y vigente. En su quehacer y para atender las demandas de la sociedad, el Licenciado en Bioingeniería Médica aplicará los conocimientos de electrónica e instrumentación para la identificación de fallas y/o diagnóstico de equipo médico, así como para brindar mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo a distintos tipos de equipo médico.

Métodos de administración hospitalaria: son aquellas estrategias administrativas que van desde brindar servicios de apoyo de calidad para la atención médica hasta los esfuerzos por rediseñar espacios que optimicen los servicios en el sector público y privado para satisfacer las demandas de la sociedad.

Métodos de innovación tecnológica: aplican los conocimientos para la innovación tecnológica metódica que parte desde la identificación y conceptualización de necesidades, pasando por el diseño, instrumentación y evaluación de prototipos, hasta la validación clínica del equipo médico aplicando la normatividad correspondiente y vigente para la seguridad del paciente.

Métodos de anatomía y fisiología: son las técnicas de disecciones, el registro electrocardiográfico y el registro espirométrico, así como el método anatomo-clínico, el cual permite realizar correlaciones entre las estructuras anatómicas, imágenes y señales bioeléctricas que se obtienen del cuerpo humano. El método clínico contribuye al desarrollo del razonamiento clínico que requiere el bioingeniero médico para comprender el uso racional de las tecnologías para la salud.

Métodos de programación: involucran los métodos o procedimientos para la codificación de secuencias finitas de instrucciones (algoritmos) que permiten resolver un problema específico, desde los sistemas convencionales hasta el uso de sistemas inteligentes.



Métodos de procesamiento, análisis de imágenes y señales: destacan los métodos híbridos, que son técnicas de inteligencia artificial combinadas con algoritmos de aprendizaje automático y operadores de procesamiento de imágenes y señales, lo que hace que sean semiautomáticos. Los métodos de procesamiento de imágenes y señales utilizan características múltiples para aumentar la precisión en cada una de las categorías a analizar.

Métodos de análisis y medición de circuitos electrónicos: los teoremas de Thévenin y Norton permiten simplificar circuitos eléctricos. El teorema de la máxima transferencia de potencia permite saber a partir de un nodo la máxima cantidad en watts que le puede transferir a una carga resistiva. Método de nodos: permite calcular los voltajes de nodo en un circuito eléctrico a partir de las aplicaciones de la primera ley de Kirchhoff de corrientes. Método de mallas: permite calcular las intensidades de corriente en un circuito eléctrico, esto a partir de la segunda ley de Kirchhoff de voltajes.

Métodos numéricos: son algoritmos que permiten obtener soluciones numéricas a problemas que la matemática analítica no puede dar solución. Algunos ejemplos de análisis numérico son: las ecuaciones diferenciales ordinarias de la mecánica, el álgebra lineal numérica en el análisis de datos, las ecuaciones diferenciales estocásticas y las cadenas de Markov para simular células vivas en medicina y biología.



Los conceptos centrales de la disciplina y sus interrelaciones

Bioelectrodo o electrodo. Material conductor que se utiliza para detección de eventos bioeléctricos, aplicación de impulsos eléctricos terapéuticos o caracterización de la impedancia del tejido con corriente alterna.

Biomaterial. Material tolerado por el organismo, utilizado en un dispositivo médico, con el fin de interactuar con este, solo o dentro de un sistema complejo, para dirigir el curso de un proceso de diagnóstico o terapéutico.

Biopotencial. Potencial eléctrico que existe entre dos puntos de una célula, tejido u organismo vivo.

Bioseguridad. Conjunto de medidas y acciones orientadas a la protección del personal, comunidad y medio ambiente para el manejo de agentes que representan un riesgo a la salud.

Biosensores. Se distinguen por incluir un elemento de reconocimiento biológico (enzima purificada, anticuerpo o antígeno) que funciona como mediador selectivo ante un componente químico de interés (analito), y una estructura de soporte en contacto con el componente biológico, que funciona como transductor.

Ciclo de vida de la tecnología médica. Secuencia de etapas en las que un equipo médico es creado, probado, usado y reemplazado o abandonado.

Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB). Estructura funcional de una unidad médica, responsable de realizar actividades relacionadas con la gestión de equipo médico. Puede formar parte de la estructura orgánica o serlo de un tercero prestador de servicios. Debe contar con espacio físico, recursos humanos y materiales adecuados para la realización de sus funciones.

Dispositivo médico. Instrumento, aparato, utensilio, máquina, incluido el software para su funcionamiento, producto o material implantable, agente de diagnóstico, material, sustancia o producto similar, utilizado en la prevención, diagnóstico o tratamiento de una enfermedad o padecimiento, o para detección, medición, restablecimiento, corrección o modificación de la estructura o función del cuerpo con propósitos de mejorar la salud. Típicamente el propósito del dispositivo médico no es farmacológico, inmunológico o metabólico.

Equipo médico. Dispositivo que requiere calibración, mantenimiento, reparación, capacitación y desmantelamiento o desinstalación. El equipo médico es utilizado para propósitos específicos de diagnóstico y tratamiento de enfermedades, o de rehabilitación, después de un padecimiento o lesión; puede utilizarse solo o en combinación con un accesorio, consumible u otra pieza de equipo médico. El equipo médico excluye dispositivos implantables, desechables o de un solo uso.

Equipos de imágenes médicas. Dispositivos que realizan el registro, presentación y almacenamiento de imágenes médicas.

Equipos de laboratorio clínico. Dispositivos que permiten el análisis de muestras biológicas que contribuyen al estudio, prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

Equipos de monitorización de variables fisiológicas y diagnóstico. Se encuentran principalmente en Unidades de Cuidados Intensivos (UCI).



Equipos de soporte de vida y resucitación. Mantienen la vida del paciente tras el fallo de uno o más órganos vitales. Su mal uso puede provocar daños serios sobre el paciente o el personal.

Gestión de equipo médico (GEM). Conjunto de procedimientos sistemáticos para proveer y evaluar la tecnología apropiada, segura, eficaz y costo-efectiva en establecimientos de atención a la salud, con el objetivo de garantizar el cuidado y buen uso del equipo médico verificando su funcionalidad, seguridad y disponibilidad.

Imágenes médicas. Conjunto de datos ordenados, provenientes de una fuente de energía física, como la radiación X o las ondas ultrasónicas, que se pueden visualizar como una imagen, proporcionando información sobre el estado de un ser vivo, aportando a su evaluación o diagnóstico médico.

Impedancia eléctrica. Mide la oposición de un circuito o de un componente eléctrico al paso de una corriente eléctrica alterna. El concepto de impedancia generaliza la ley de Ohm en el estudio de circuitos en corriente alterna.

Instrumentación médica. Diseño y desarrollo de dispositivos y procedimientos para el monitoreo y medición de eventos fisiológicos.

Inteligencia artificial. Campo de la computación que se enfoca en la generación de sistemas computacionales con propiedades de la inteligencia (máquinas inteligentes), que interactúan con su ambiente y se adaptan, que operan en circunstancias impredecibles.

Neuroprótesis. Dispositivos que reemplazan una función perdida, por trauma o enfermedad, del sistema nervioso.

Óptica. Es la ciencia que estudia el comportamiento de la luz y su interacción con la materia.

Radiación ionizante. Toda radiación electromagnética o corpuscular capaz de producir iones, directa o indirectamente, debido a su interacción con la materia.

Radiación electromagnética. Radiación que no es capaz de producir iones, directa o indirectamente, a su paso a través de la materia comprendida entre longitudes de onda de 10^8 a 10^{-8} cm (cien millones a un cienmillonésimo de centímetro) del espacio electromagnético, y que incluye ondas de radio, microondas, radiaciones: láser, máser, infrarroja, visible y ultravioleta.

Regulación sanitaria. Conjunto de acciones que lleva a cabo el Estado para normar y controlar las condiciones sanitarias del hábitat humano, los establecimientos, los productos, los equipos, los vehículos y las actividades de las personas que puedan representar riesgos o daños a la salud de la población en general, y fomentar paralelamente las prácticas que tengan repercusión positiva en la salud personal y colectiva.

Salud. La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades.

Seguridad eléctrica. Reconocimiento de los riesgos y peligros asociados con el uso de energía eléctrica y la toma de precauciones, de manera que los peligros no puedan causar lesiones o la muerte.

Seguridad radiológica. Aquella que tiene por objeto proteger a los trabajadores, la población y sus bienes, así como el ambiente en general mediante la prevención y limitación de los efectos que puedan resultar de la exposición a radiación ionizante.



Sensores biomédicos. Elementos de transducción que constituyen el bloque de inicio en un instrumento biomédico.

Tecnología de asistencia. Es producto de las actividades de la ingeniería en rehabilitación, puede representarse por cualquier objeto, equipo o sistema, ya sea adquirido comercialmente, modificado o personalizado, utilizado para aumentar o mejorar las capacidades funcionales de un individuo con discapacidad.

Tecnología médica invasiva. Se refiere a aquella tecnología o procedimiento en el cual el cuerpo es invadido o penetrado, con fines diagnósticos o terapéuticos. Ejemplos: uso de agujas, incisiones, o sondas.

Tecnología médica no invasiva. Se refiere a aquella tecnología o procedimientos que no involucran el uso de instrumentos que rompen la piel o que penetran físicamente en el cuerpo.

Tecnovigilancia. Conjunto de actividades que tienen por objeto la identificación y evaluación de incidentes adversos producidos por dispositivos médicos en uso, así como la identificación de los factores de riesgo asociados a éstos con base en la notificación, el registro y evaluación sistemática de las notificaciones de incidentes adversos, con el fin de determinar la frecuencia, gravedad e incidencia.

Telesalud. Suministro de atención sanitaria en los que la distancia constituye un factor crítico por parte de profesionales que apelan a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) con el objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, aprobar tratamientos y prevenir enfermedades y heridas, así como para la formación permanente de los profesionales de atención de la salud en actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y las comunidades en las que viven.

Vida útil de los dispositivos médicos. Periodo dentro del cual un dispositivo médico conserva sus propiedades de calidad y de funcionalidad.

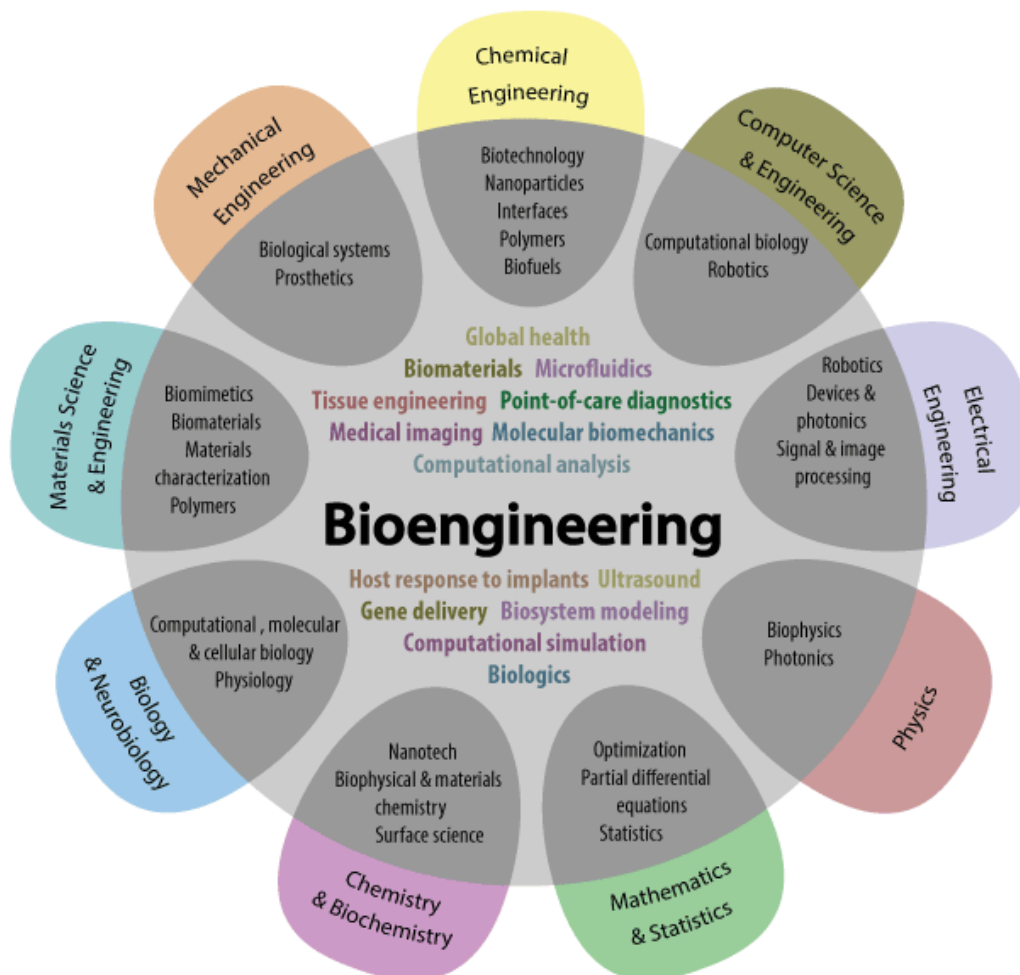
La evolución del área del conocimiento, disciplinas centrales y auxiliares que comprende

Disciplinas centrales

Ingeniería biomédica

En general, la bioingeniería aplica conceptos y métodos de ingeniería a sistemas biológicos para abordar, comprender y resolver problemas relacionados con la salud a través del diseño e implementación de tecnologías que contribuyan a subsanar dichas problemáticas. La Figura 1 muestra el esquema general de las áreas de conocimiento que están relacionadas con la Bioingeniería.

Figura 1. Esquema general de áreas de conocimiento involucradas en bioingeniería



Fuente: Universidad de Washington. (s.f.) Is Bioengineering right for me?. Recuperado el 06 de junio, 2022, de <https://bioe.uw.edu/academic-programs/about-bioengineering/>



Como se puede observar en la Figura 1, la Ingeniería Biomédica es una rama de la Ingeniería que se vincula con la Biología y la Medicina. De acuerdo con la Federación Internacional de Ingenieros Médicos y Biológicos (por sus siglas en inglés, IFMBE) la Ingeniería Biomédica es definida como: “la ingeniería médica y biológica que integra los conocimientos físicos, matemáticos y de ciencias de la vida, con los principios y técnicas de la ingeniería para el estudio de la biología, medicina y sistemas de salud y la aplicación de tecnología para mejorar la salud y la calidad de vida. Crea conocimientos desde el nivel molecular hasta el de los sistemas de órganos, desarrolla materiales, dispositivos, sistemas, enfoques de la información, gestión de la tecnología y métodos para la valoración y la evaluación de la tecnología para la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades, así como para la prestación de asistencia sanitaria y para la atención al paciente y la rehabilitación” (IFMBE, 2022). Por lo que; este término incluye a otras disciplinas similares o equivalentes como son la ingeniería médica, electromedicina, bioingeniería, ingeniería médica y biológica, bioingeniería médica, y la ingeniería clínica (World Health Organization [WHO], 2017).

Particularmente, en el ámbito relacionado con las Tecnologías de la Salud, el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC) ha definido a la Ingeniería Biomédica como aquella disciplina que “se encarga del desarrollo, implementación y gestión de los recursos tecnológicos que apoyan a la prevención, el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de la población a través de actividades interdisciplinarias en los ámbitos de la práctica clínica, la investigación y las políticas en salud” (Glosario de Gestión de Equipo Médico, 2016); en consecuencia, la Ingeniería Biomédica da origen a varias subespecialidades dentro de las cuales se encuentran:

- Imagenología médica, esta especialidad se encuentra relacionada con la instrumentación y técnicas para proporcionar representaciones gráficas de detalles anatómicos y funciones fisiológicas (Ortiz, 2013);
- Ingeniería clínica, esta especialidad tiene como objetivo el apoyar e impulsar el cuidado de la salud aplicando habilidades de ingeniería y gestión de equipo médico (Bronzino, 2000);
- Informática médica, es el estudio interdisciplinario del diseño, desarrollo, adopción y aplicación de innovaciones basadas en Tecnologías de la Información, en la prestación, gestión y planeación de servicios de salud (Kun, 2000);
- Ingeniería de rehabilitación, es la aplicación de la ciencia y la tecnología en la mejora de las habilidades de las personas con discapacidad; entre otras (WHO, 2017).

Los ingenieros biomédicos son profesionales que pueden interactuar interdisciplinariamente con el conjunto de profesionales relacionados en el ámbito de la salud, involucrándose a diferentes niveles: en la investigación, realizando investigación básica, estudios preclínicos y clínicos, desarrollo de prototipos, entre otras actividades; en la generación de estándares y especificaciones técnicas de las tecnologías en salud; así como en el ámbito hospitalario en la gestión del equipo médico (Ortiz, 2013).



Biología

La Biología es una rama de las ciencias naturales que se enfoca en el estudio científico de la vida. Su objeto de estudio son los organismos vivos y su interacción con otros y su entorno (Mader, 2019), específicamente estudia su origen, evolución y propiedades: génesis, nutrición, reproducción, patogenia, etc. Esta ciencia trata de estudiar la estructura y la dinámica funcional comunes a todos los seres vivos, con el fin de establecer las leyes generales que rigen la vida orgánica y los principios explicativos fundamentales de ésta (EcuRed, 2019).

Los campos de estudio de la Biología que aportan las bases a la Ingeniería Biomédica son: Anatomía, que trata sobre las estructuras de los organismos; Bioquímica, que se dedica al estudio de la estructura molecular de los seres vivos y de los procesos que implican transformaciones de la materia; Fisiología, que es el estudio de las funciones de los seres vivos (digestión, respiración, circulación, etc.); Biología molecular para valorar la formación y funcionamiento de los complejos macromoleculares responsables de la organización subcelular mediante la estructura 3D de las proteínas, enzimas, ácidos nucleicos (biomoléculas) así como los receptores de la superficie celular de la secuenciación del genoma humano (Alberts, 2013); Medicina, la cual estudia los métodos y remedios por medio de los cuales los organismos enfermos pueden recuperar la salud (EcuRed, 2019). Para la Ingeniería Biomédica, la Biología es donde se aplican los conocimientos de ingeniería, por lo que los conocimientos derivados de esta deben abarcar desde los procesos biológicos básicos, particularmente la fisiología humana, hasta la descripción de los procesos patológicos por sistemas (Ortiz, 2013).

Química

Por otro lado, la Química es el estudio de la materia y los cambios que ocurren en ella, se reconoce la división de ésta en dos grandes ramas: la Química inorgánica, la cual estudia la formación, composición, estructura y reacciones químicas de los elementos y compuestos inorgánicos, mientras que la Química orgánica estudia a los compuestos del carbono (Chang, 2020). alguna de las ramas de la Química que se relaciona íntimamente con la química orgánica y la biología es la bioquímica, la cual; como se mencionó anteriormente; se encuentra relacionada con las moléculas presentes en los organismos vivos, las reacciones químicas individuales y sus enzimas catalíticas, y la expresión y regulación de cada proceso metabólico.

En este sentido, la bioquímica aporta a la Ingeniería Biomédica las bases teóricas para entender a la salud y enfermedad en términos de las reacciones o procesos bioquímicos que experimentan los seres vivos, en donde la primera representa un estado de equilibrio armonioso de las reacciones bioquímicas que ocurren en el cuerpo, y el segundo representa una anomalía en dicho equilibrio. Los enfoques bioquímicos a menudo son fundamentales para elucidar las causas de enfermedades y en el diseño de la terapia apropiada (Rodwell, 2019).



Física

La Física puede definirse como la ciencia que investiga los conceptos fundamentales de materia, energía y espacio y las relaciones entre ellos (Tippens, 2007). A diferencia de las ciencias biológicas, su objeto de estudio son las leyes que rigen las interacciones entre las distintas partes del universo (Juana, 2003), por lo que sus campos de estudio abarcan desde la mecánica clásica, con el estudio de los cuerpos y movimiento, hasta la física moderna, la cual aborda temas relacionados con la física nuclear y la teoría de la relatividad.

Para la Ingeniería Biomédica, los conceptos de física son la teoría fundamental que le permitirá entender, analizar y modelar los fenómenos biológicos. Uno de los conceptos principales es la electricidad, la cual se define como la energía fundamental que resulta del movimiento de partículas cargadas, observable en forma positiva o negativa, que ocurre naturalmente o se produce; ésta puede expresarse en términos del movimiento e interacción de los electrones.

Electrónica

Una de las ramas de la física es la electrónica que trata con la emisión, comportamiento y efecto de los electrones con los dispositivos electrónicos (Scace, 2020). También se ocupa de los dispositivos de estado sólido y circuitos para procesar señales y así cumplir con los objetivos de control deseados; trata principalmente con circuitos eléctricos que involucran componentes eléctricos activos como tubos de vacío, transistores, diodos, circuitos integrados, optoelectrónica y sensores, así como semiconductores (Rashid, 2015).

Se identifican diversas ramas de la electrónica que proporcionan fundamentos teóricos y herramientas para el desarrollo del profesional en la Ingeniería Biomédica como son la Electrónica analógica y digital. La primera estudia los sistemas cuyas variables se modifican de una forma continua en el tiempo; Electrónica digital, donde las variables utilizan magnitudes discretas y se deriva la teoría concerniente con el procesamiento digital de señales e instrumentación médica (Floyd, 2006); Electrónica de potencia, la cual es la aplicación de la electrónica de estado sólido para el control y conversión de la potencia eléctrica (Rashid, 2015); y Telecomunicaciones, la cual involucra la transmisión y recepción de señales de cualquier naturaleza, típicamente electromagnéticas, que contengan signos, sonidos, imágenes o, en definitiva, cualquier tipo de información que se desee comunicar a cierta distancia (Diccionario Español de Ingeniería, 2014). Cada una de estas áreas inciden en las diferentes subdivisiones de la Ingeniería Biomédica.



Mecánica

La Mecánica es una rama de las ciencias físicas que investiga los efectos de la energía y las fuerzas sobre la materia o los sistemas materiales; se ocupa de estudiar, definir y cuantificar matemáticamente las interacciones que tienen lugar entre los diferentes elementos de nuestro universo (Peterson, 2007). La mecánica tiene diferentes ramas que abarcan desde la mecánica clásica, con la revisión de los conceptos de la estática y dinámica, hasta la mecánica cuántica, que estudia el comportamiento de la materia cuando las dimensiones de ésta son muy pequeñas, por ejemplo, un átomo (Tippens, 2007).

Estos principios pueden aplicarse en conjunto con las ciencias naturales para la explicación de algunos fenómenos biológicos, por ejemplo, la Biomecánica la cual hace referencia a la aplicación de los principios de la mecánica clásica al estudio de los sistemas vivos. En el caso específico de la Ingeniería Biomédica, los conceptos relacionados con la Biomecánica permiten a estos profesionales modelar aspectos sistémicos del cuerpo humano (sistema musculoesquelético, sistema respiratorio, sistema cardiovascular, etc.); el desarrollo y la aplicación de dispositivos a nivel de sistema; y recientemente, en el estudio de los comportamientos mecánicos de los subsistemas biológicos (tejidos, células y moléculas) con el fin de relacionar las funciones de los subsistemas en todos los niveles. Lo anterior muestra cómo la función mecánica está estrechamente asociada a determinados procesos celulares y moleculares (Peterson, 2007).

Mecatrónica y control

La Mecatrónica es el campo de estudio que se ocupa del diseño, la selección, el análisis y el control de sistemas que combinan elementos mecánicos con componentes electrónicos, incluyendo computadoras, microcontroladores o ambos. Este campo combina conocimientos de mecánica, electrónica, eléctrica y ciencias de la computación (Jouaneh, 2016). Dentro de la mecatrónica se encuentra el Control, el cual se ocupa del estado estable y las características dinámicas de los sistemas de lazo cerrado (Rashid, 2015). La Mecatrónica permite poner en marcha o detener procesos, y que pueden adquirir incluso cierto grado de automatización. El Control analiza el comportamiento de los sistemas bajo estudio, en presencia o ausencia de perturbaciones externas, atiende requerimientos de regulación de variables y de seguimiento de trayectorias bajo condiciones deseables de funcionamiento. En la Ingeniería Biomédica, los conceptos y metodologías heredados de la mecatrónica y control permiten a los profesionales desarrollar sistemas específicos que, siendo de naturaleza diferente, se deseen estudiar bajo la perspectiva de los sistemas dinámicos, tomando en cuenta la rapidez y suavidad de sus respuestas, aspectos de estabilidad y errores con respecto a comportamientos deseados. Desde un enfoque determinista, sea mecatrónico o de control, el modelo matemático del sistema bajo estudio es necesario para su riguroso análisis y para la síntesis de estrategias que permitan controlar al sistema de acuerdo con comportamientos deseados.



Algunos ejemplos de variables que, dentro del campo de la Bioingeniería Médica, se pueden controlar son: temperatura, presión, volumen, gasto, PH, tiempo, fuerzas, torques, desplazamientos, velocidades, aceleraciones, frecuencias, etc. Como ejemplos de sistemas de interés en la Bioingeniería Médica que se estudian desde los puntos de vista mecatrónico y de control se pueden citar los siguientes: incubadoras, aparatos de resonancia magnética y de tomografía computarizada, dosificadores de medicamentos, dispositivos médicos, sistemas de rehabilitación, sistemas de entrenamiento quirúrgico, robots médicos, sondas intracorpóreas, etc.

Matemáticas

Las Matemáticas son una ciencia formal que se encarga del estudio, análisis, relaciones y propiedades de entidades abstractas como son los números, símbolos y figuras geométricas, haciendo uso del razonamiento lógico. Ésta se interrelaciona con otras ciencias como disciplina y a su vez se divide en dos ramas, como lo son las matemáticas puras y las matemáticas aplicadas (Mora, 2018).

Para la Ingeniería Biomédica, esta constituye en una herramienta de apoyo y disciplina formativa; pueden usar los modelos matemáticos y estadísticas para estudiar muchas de las señales generadas por órganos, como el cerebro, corazón y músculo esquelético; así como, traducirlos en miles de ecuaciones matemáticas y millones de puntos de datos, que luego se ejecutan como simulaciones por computadora (IEEE-EMB, 2003).

Ciencias de la computación

Las Ciencias de la computación, tratan de establecer una base científica para temas tales como el diseño asistido por computadora, la programación de computadoras, el procesamiento de la información, las soluciones algorítmicas de problemas y el propio proceso algorítmico. Proporciona los fundamentos para las aplicaciones informáticas actuales, así como la base para la infraestructura de computación del futuro (Roxitrglo, 2012).

Dentro de las Ciencias de la computación se encuentra la Informática Médica que es una disciplina formativa y de apoyo para que el profesional en Ingeniería Biomédica pueda desarrollar actividades como (WHO, 2017): la puesta en marcha de sistemas informáticos de administración hospitalaria; la definición de metodologías y algoritmos de compresión y manejo de datos e imágenes médicas, redes de distribución de información, llaves de seguridad, etc. (Kun, 2000; Ortiz, 2013).



Disciplinas auxiliares

Administración

La Administración constituye el proceso de conseguir que las cosas se realicen, de manera eficiente y eficaz, con las personas y por medio de ellas, entendiendo que un proceso se refiere a un conjunto de actividades continuas y relacionadas entre sí; en ese sentido, la administración busca por medio de la planificación, la organización, ejecución y el control de los recursos darles un uso más eficiente para alcanzar los objetivos de una institución (Robbins, 2020).

El Ingeniero Biomédico dentro de su medio laboral, deberá emplear las herramientas de administración para realizar adecuadamente sus tareas (Ortiz, 2013). Por ejemplo, dentro de la Ingeniería Clínica, los profesionistas de esta área trabajan dentro de un hospital o clínica, en donde aplican los conocimientos de administración y asignación de recursos, planeación, supervisión y evaluación, análisis de tiempos y movimientos para la adecuada Gestión de las Tecnologías de la Salud (Bronzino 2000; Ortiz, 2013). Mientras que para los profesionales que laboran dentro de la Informática Médica, los principios de administración son aplicados para el correcto flujo y manejo de información dentro de los diferentes campos laborales: industria, academia, gobierno y servicios de salud (Kun, 2000).

Ergonomía

La Asociación Internacional de Ergonomía (por sus siglas en inglés, IEA), define a la ergonomía como el “conjunto de conocimientos científicos aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona” (IEA, 2022). Esta ciencia busca adaptar los objetos utilizados por las personas a sus capacidades y características (de la Caridad, 2020).

Para la Ingeniería Biomédica, esta constituye una herramienta de apoyo, pues las herramientas y conocimientos permiten a estos profesionales incursionar en la Ingeniería de Rehabilitación, así como en las tareas del diseño y supervisión de la construcción de equipo médico de propósito específico, áreas clínicas, y evaluación de riesgos (Ortíz, 2013).



Psicología

La Psicología es el estudio científico de la conducta y los procesos mentales en todas sus facetas; abarca cada aspecto de los pensamientos, sentimientos y acciones humanas (Morris, 2014). La tanatología, como disciplina asociada a la psicología, que se encarga del estudio de la muerte y sus manifestaciones, estudia el fenómeno de la muerte en los seres humanos. Está enfocada en establecer entre el enfermo en tránsito de muerte, su familia y el personal médico que lo atiende, un lazo de confianza, esperanza y buenos cuidados, que ayuden al enfermo a morir con dignidad (Domínguez, 2009).

De acuerdo con Domínguez “el deber de la tanatología como rama de la medicina consiste, en facilitar toda la gama de cuidados paliativos terminales y ayudar a la familia del enfermo a sobrellevar y elaborar el duelo producido por la muerte” (Domínguez, 2009). Para el Ingeniero Biomédico, como parte del personal de salud que labora dentro de un hospital e interactúa con algunos pacientes en fase terminal, esta disciplina proporciona herramientas para comprender el proceso de vida y muerte y de esa manera desarrollar tecnologías con sentido humano.

Filosofía

La Filosofía es el estudio de problemáticas diversas como son el conocimiento, la mente, la consciencia, la ética, el lenguaje, la belleza, la moral; se puede definir como el conjunto de reflexiones sobre la esencia, las propiedades, las causas y los efectos de las cosas naturales, especialmente sobre el hombre y el universo. (Oxford University Press, 2021).

En este sentido, la bioética, la cual es una rama de la ética aplicada que reflexiona, delibera y hace planteamientos normativos y de políticas públicas para regular y resolver conflictos en la vida social, especialmente en las ciencias de la vida, así como en la práctica y en la investigación médica que afectan la vida en el planeta, tanto en la actualidad como en futuras generaciones (Pineda, 2010).

Idioma

Un idioma es la lengua propia de un grupo social, establece un sistema de comunicación propio de una comunidad humana el cual incluye un vocabulario y gramática propios y característicos de un grupo social (RAE, 2022). Particularmente, el idioma inglés se ha convertido en el principal idioma de comunicación de los avances tecnológicos y médicos, por lo que resulta importante que el personal asociado al área de la salud debe de procurar desarrollar las competencias necesarias que le permita actualizarse y comunicar los resultados de sus investigaciones (Ángel, 2020), el Ingeniero Biomédico no es la excepción.



Los grados y tipos de integración disciplinar, pudiendo ser, multi, pluri e interdisciplinarios

La Licenciatura en Bioingeniería Médica de la UAEMéx se caracteriza porque los métodos, teorías e instrumentos que concurren en el currículo tienen origen en diferentes disciplinas, como son la Ingeniería, la Medicina y las Humanidades; cada una aporta sus propios conceptos mediante estrategias particulares para explicar o enfocar los fenómenos y proponer soluciones a problemáticas que sobrepasan los límites que cada una de las líneas de estudio tiene de manera independiente.

Con este enfoque de integración multidisciplinario se incorporan las disciplinas para conformar relaciones de colaboración con el objetivo común del cuidado de la salud con soporte de la tecnología, desde la gestión de equipamiento hasta investigación, desarrollo e innovación.

Las perspectivas científicas y tecnológicas

La Universidad Autónoma del Estado de México, comprometida con todas las áreas del conocimiento, impulsa el desarrollo humanístico, científico, tecnológico y cultural. Además, busca posicionarse en un contexto internacional para, desde esta perspectiva, atender los problemas de la sociedad mexicana.

En este contexto, el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND, 2019), el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024 (CONACyT, 2019), el Plan de Desarrollo Estatal del Gobierno del Estado de México 2018-2023 (Gobierno del Estado de México, 2018), y el Plan Rector de Desarrollo Institucional de la UAEMéx 2021-2025 (UAEMéx, 2021) se alinean con la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2020) para el logro de objetivos de desarrollo sustentable. Por otra parte, el interés por la atención y solución de problemas de la sociedad mexicana lleva a la creación de los Programas Nacionales Estratégicos o PRONACES (CONACyT, 2019b).

El quehacer de la Bioingeniería Médica se fundamenta en bases científicas, tecnológicas y humanistas que, tanto en el ámbito nacional como internacional, se alinean con los PRONACES y con la Agenda 2030, respectivamente.

En el ámbito nacional, a la Bioingeniería Médica le concierne, principalmente, el PRONACES-SALUD cuyo objetivo principal es “generar conocimiento y acciones estratégicas que contribuyan a la prevención, diagnóstico, manejo y control de los principales problemas de salud de la población” (CONACyT, 2019b).

En el ámbito internacional, a la Bioingeniería Médica le conciernen metas de la Agenda 2030 que tienen que ver con, por ejemplo, reducir la tasa de mortalidad materna, eliminar muertes evitables en recién nacidos, promover el bienestar, reducir muertes y lesiones por accidentes, lograr el acceso a servicios de salud de calidad, reducir riesgos para la salud, salud digna, incremento en la investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación.



La Bioingeniería Médica ha sido durante mucho tiempo el motor de los avances en la atención sanitaria. Desde las nuevas tecnologías para diagnosticar y tratar algunas de las enfermedades más complejas hasta los avances que mejoran la calidad de vida. El trabajo que se está llevando a cabo en los laboratorios de todo el mundo en este momento probablemente cambiará la cara de la asistencia sanitaria tanto en el futuro a corto como a largo plazo. Aunque hay literalmente miles de proyectos diferentes que se están llevando a cabo en este mismo momento, hay algunas tendencias definidas que se están produciendo en la Bioingeniería Médica, las cuales se describen a continuación:

Tendencia 1: Mejora de las tecnologías de asistencia

La tecnología protésica ya ha dado pasos importantes en las últimas décadas. Gracias a los avances en materiales y desarrollo, las prótesis no sólo son más ligeras y fáciles de usar, sino que son más avanzadas que nunca (Dhaouafi, 2021). Sin embargo, los bioingenieros médicos están trabajando en prótesis aún más avanzadas que sólo pueden calificarse de biónicas (Setiawan et al., 2021). De hecho, algunos predicen que no pasará mucho tiempo antes de que los amputados puedan controlar sus prótesis utilizando su mente, al igual que un miembro natural. Las prótesis con chip están en el horizonte, pero también las extremidades que tienen más movilidad y flexibilidad, o incluso los motores auxiliares que pueden ayudar a proporcionar fuerza y potencia adicionales, haciendo que la extremidad sea más fácil de usar (Georgescu et al., 2020).

Más allá de las prótesis, los bioingenieros médicos también están trabajando en otros dispositivos robóticos que seguirán difuminando las líneas entre los dispositivos terapéuticos y los de asistencia. Por ejemplo, los investigadores están desarrollando exoesqueletos robóticos para ayudar a las personas con debilidad muscular y otros problemas de movilidad (Jang et al., 2019). Esencialmente, los exoesqueletos permitirán a los individuos funcionar en casa y en la comunidad, con la tecnología proporcionando el equilibrio adecuado entre la ayuda y la ejecución real de los movimientos para los pacientes (Leng et al., 2021). También se están desarrollando tecnologías de asistencia robótica para otras funciones sanitarias; por ejemplo, los ingenieros están trabajando en "asistentes" robóticos que puedan ayudar al personal de la salud a levantar y trasladar a los pacientes, para evitar lesiones (Du et al., 2020).

Tendencia 2: Interfaces cerebro-computadora (BCI)

Las BCI son dispositivos que permiten a las personas con discapacidades controlar dispositivos externos, como computadoras y prótesis, con señales cerebrales (Nassim et al., 2019). Las BCI se han utilizado durante muchos años para ayudar a las personas con discapacidad a interactuar con el mundo que les rodea, recientes avances tecnológicos han hecho que las BCI estén más disponibles. Uno de los usos más comunes de las BCI es el control de las prótesis. Las personas que han perdido el uso de sus manos o brazos pueden utilizar las BCI para controlar una prótesis utilizando sus ondas cerebrales (Aly et al., 2018). Esto les permite hacer cosas que antes no podían hacer, como cocinar o teclear en una computadora. Otra aplicación popular de las BCI es en los videojuegos, ya que muchos jugadores utilizan las BCI para controlar a los personajes de los videojuegos utilizando señales cerebrales. Esto les permite realizar tareas complejas sin utilizar las manos o los brazos que han perdido. Esto puede suponer un avance para los médicos de medicina física y rehabilitación de los pacientes que no pueden mover su cuerpo (Ahani et al., 2018).



Tendencia 3: Inteligencia artificial (IA) en la mejora de las imágenes médicas

Las imágenes médicas ya no se limitan a las simples radiografías bidimensionales. Disponemos ya de ultrasonidos, tomografías computarizadas, resonancias magnéticas y otras muchas tecnologías, pero los bioingenieros médicos deben desarrollar nuevas y mejores opciones de obtención de imágenes. Los bioingenieros médicos están utilizando la IA en el diagnóstico médico por varias razones. En primer lugar, la IA puede ayudar a identificar las anomalías con mayor rapidez y precisión que los seres humanos (Arif et al., 2020). En segundo lugar, la IA puede ayudar a automatizar el proceso de análisis e interpretación de imágenes, reduciendo el tiempo necesario para tomar decisiones sobre la atención al paciente (van Zon et al., 2020). Por último, la IA puede ayudar a los investigadores a desarrollar nuevos métodos de análisis de imágenes médicas (Figueira et al., 2020). La IA se ha utilizado ampliamente en el campo de la imagen médica, mejorando la precisión y la velocidad del análisis de imágenes. La IA puede identificar anomalías en las imágenes, ayudar a los médicos a realizar mejores diagnósticos y recomendar tratamientos.

Tendencia 4: Dispositivos vestibles

Estos dispositivos inteligentes vestibles tienen diversos fines médicos, como el control de la salud del corazón o el seguimiento de la actividad física (Zhang et al., 2021). Las tendencias de la bioingeniería médica incluyen el desarrollo de nuevas formas de utilizar los dispositivos vestibles para mejorar la atención al paciente (Jiang et al., 2019). Los dispositivos médicos vestibles son cada vez más populares porque son cómodos y ayudan a las personas a mantenerse organizadas. Hay muchos tipos diferentes de dispositivos ponibles, como los rastreadores de bienestar, el reloj inteligente y los monitores médicos. Las tecnologías médicas vestibles son dispositivos que se llevan en el cuerpo para recoger datos médicos. Con el uso de la inteligencia artificial y el 5G, los datos recogidos de los pacientes y consumidores pueden ayudar a diagnosticar, prevenir enfermedades y tratar afecciones médicas (Magsi et al., 2018).

Tendencia 5: Tecnologías implantables

Las tecnologías implantables son dispositivos que los médicos pueden insertar en el cuerpo del paciente, a menudo mediante cirugía (Dang et al., 2020). Una de las tendencias de la bioingeniería médica en las tecnologías implantables incluye dispositivos que los médicos pueden insertar dentro del cuerpo para controlar, detectar síntomas y ayudar a las condiciones de los pacientes. Estos dispositivos de bioingeniería médica ayudan a mantener o mejorar la salud e incluso a salvar vidas. Las tecnologías implantables han revolucionado el campo de la bioingeniería médica al ofrecer nuevas formas de tratar a los pacientes. Estas tecnologías incluyen marcapasos cardíacos, desfibriladores, implantes cocleares y otros (Awan et al., 2020). En algunos casos, las tecnologías implantables sustituyen a los procedimientos médicos tradicionales. Otras veces, las tecnologías implantables se utilizan junto con los procedimientos médicos convencionales para proporcionar una atención mejorada a los pacientes (Alan et al., 2018).



Tendencia 6: Realidad virtual, Realidad Aumentada y Realidad Mixta

La Realidad virtual (RV), Aumentada (RA) y Mixta (RM), son tecnologías que permiten a los usuarios experimentar un entorno tridimensional diferente del mundo real. Estas tecnologías tienen una serie de beneficios potenciales para el campo de la medicina, como la mejora de la atención al paciente, la formación de médicos y enfermeras y la ayuda a los pacientes para conocer su salud (Dang et al., 2020). La RV es una tecnología que sumerge a los usuarios en un entorno generado por computadora. La RA es una tecnología que superpone información digital en el mundo real. La RM es una tecnología que mezcla el mundo real y el virtual. La RM puede crear simulaciones realistas del entorno de los pacientes, por ejemplo, para ayudar a los médicos a diagnosticar afecciones médicas (Kim et al., 2020). La RV, la RA y la RM son tecnologías que se utilizan en la atención sanitaria. Estas tecnologías pueden cambiar la forma de tratar a los pacientes y mejorar su calidad de vida. La RV se ha utilizado para tratar la ansiedad (Park et al., 2019), mientras que la RA se ha empleado para ayudar a pacientes con afecciones como el ictus (Ko et al., 2021), o la enfermedad de Parkinson (Lin et al., 2021). La RM se está utilizando para desarrollar entrenadores de emergencias médicas (Schild et al., 2021).

La bioingeniería médica innova constantemente y mejora la vida de quienes la utilizan. Desde los diagnósticos hasta los tratamientos, la bioingeniería médica trabaja continuamente para mejorar la calidad de vida de todos.



2.3 Perfil de ingreso

A continuación, se describen las aptitudes, intereses y actitudes que deben tener los aspirantes a la Licenciatura de Bioingeniería Médica, además de que es necesario que tengan conocimientos sobre: Aritmética, Geometría analítica, Álgebra, Cálculo diferencial e integral, Ciencias de la salud, así como, del idioma inglés.

Cuadro. Características deseables del aspirante

	1. Indispensable	2. Importante	3. Necesaria	4. Deseable	5. No la requiere				
	Rasgos				1	2	3	4	5
Aptitudes	Inteligencia /resolución de problemas				X				
	Aptitud verbal					X			
	Aptitud numérica				X				
	Percepción viso espacial					X			
	Percepción de las formas							X	
	Comprensión de textos				X				
	Coordinación psicomotriz								X
	Percepción de colores								X
	El trabajo abstracto y creador						X		
Intereses (Gusto o preferencia por)	Trabajar con cosas u objetos					X			
	Trabajar en grupos interdisciplinarios				X				
	El trabajo constante, concreto y organizado					X			
	El trabajo diversificado					X			
	Actividades de servicio social					X			
	Los trabajos que dan prestigio o confieren la estima de los demás								X
	Las relaciones y los contactos humanos						X		
	Las actividades que se traducen por resultados tangibles						X		
	Actitudes (Disposición favorable por)	Efectuar un trabajo de acuerdo con directrices particulares				X			
Dirigir y organizar						X			
Trabajar apartado de la gente, en solitario									X
Ejercer influencia sobre la gente						X			
Trabajar en situaciones críticas e imprevistas						X			



Continuación...

1. Indispensable	2. Importante	3. Necesaria	4. Deseable	5. No la requiere				
Rasgos				1	2	3	4	5
Juzgar el valor de la información en función de criterios sensoriales							X	
Juzgar el valor de la información en función de criterios racionales				X				
Dar una interpretación personal de sentimientos, ideas y hechos								X
Trabajar dentro de los límites, tolerancias o normas establecidas				X				
Ética profesional (honestidad)				X				
Seguridad en sí mismo							X	
Mantener un sentido de responsabilidad y disciplina							X	

En este sentido, los aspirantes deberán tener competencias en el manejo de tecnologías de la información y comunicación, para el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje y la interacción profesor-alumno y alumno-alumno.

Competencias comunicativas y tecnológicas

Empleo de tecnologías de la información y comunicación como:

- Computadora
- Teléfono inteligente
- Tablet
- Internet
- Módem, etc.

Manejo de medios digitales como:

- Correo electrónico
- Adjuntar, descargar y comprimir archivos
- Chats y foros
- Exploradores web
- Buscadores web
- Ofimática, etc.



2.4 Perfil de egreso

2.4.1 Funciones y tareas profesionales que desarrollará el egresado

Innova tecnologías para la salud

- Detecta necesidades o problemáticas en tecnologías del área de la salud.
- Busca información sobre la necesidad de herramientas tecnológicas que aporten a resolver una problemática del área de la salud.
- Identifica requerimientos en tecnología para la salud de los usuarios.
- Establece requerimientos funcionales para las tecnologías de la salud.
- Identifica la normatividad vigente y aplicable a la tecnología para la salud que se pretende innovar.
- Define requerimientos técnicos que debe tener la tecnología para la salud.
- Establece propuestas de solución para la evaluación de tecnologías para la salud.
- Selecciona una propuesta de solución sobre tecnologías para con aplicación en las ciencias médico-biológicas.
- Esquematiza la propuesta tecnológica seleccionada para ser utilizada en atención a la salud.
- Solicita el registro de la nueva tecnología para la salud de acuerdo con la normatividad vigente.

Diseña tecnologías para la salud

- Identifica características y requerimientos funcionales asociados a un problema de salud que puede apoyarse de una herramienta tecnológica.
- Valida junto con el profesional de la salud correspondiente las características y requerimientos funcionales de una tecnología para la salud.
- Identifica la normatividad vigente y aplicable a la tecnología para la salud que se pretende diseñar.
- Conceptualiza una o varias propuestas de diseño de las tecnologías para la salud que cumplan con las características y requerimientos identificados.
- Emplea herramientas computacionales para plasmar la propuesta de diseño que mejor cubra las características y requerimientos identificados enfocados a estudiar un problema de las ciencias médico-biológicas.
- Elabora reportes técnicos de los elementos necesarios para el desarrollo de la tecnología para la salud, así como los pasos necesarios para su implementación.
- Aplica técnicas de validación del diseño de tecnologías para la salud para verificar el cumplimiento de características y requerimientos identificados y en caso de ser necesario realiza adecuaciones.
- Sintetiza la propuesta de diseño de una tecnología para la salud validada para que pueda desarrollarse.



Desarrolla tecnologías para la salud

- Implementa el hardware y software necesarios para el desarrollo de la tecnología para la salud previamente diseñada.
- Instrumenta pruebas preliminares de funcionamiento.
- Identifica e implementa mejoras a la tecnología para la salud.
- Valida el funcionamiento y cumplimiento de características de diseño de las tecnologías para la salud.
- Planea la generación de la tecnología para la salud y certificaciones.

Evalúa tecnologías para la salud

- Analiza la necesidad de evaluación de tecnologías para salud.
- Identifica el tipo de evaluación requerida por las tecnologías para la salud en función de la incorporación al mercado.
- Diseña la evaluación y los métodos de análisis de información.
- Recupera información, analiza e identifica impactos de las tecnologías para la salud.
- Evalúa aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud.
- Formula conclusiones y recomendaciones sobre las tecnologías para la salud a partir de los resultados de la evaluación.

Gestiona tecnologías para la salud

- Determina necesidades de tecnología para la salud en instituciones públicas y privadas.
- Planifica presupuestos de adquisición y mantenimiento de tecnología para la salud.
- Planifica los programas de seguridad y capacitación de personal dirigido al uso y conservación de las tecnologías para la salud.
- Planifica el mantenimiento predictivo, correctivo y preventivo de equipo médico.
- Establece políticas de sustitución de equipo médico.
- Gestiona contratos de servicio técnico y de adquisición de nuevo equipo médico.
- Controla el inventario de equipo médico.
- Evalúa el área para instalación de equipo con base en la normatividad aplicable.
- Define indicadores de gestión.



2.4.2 Competencias requeridas para el desempeño de las funciones y tareas como profesional universitario

Básicas o para la vida

- Ejerce el diálogo y el respeto como principios de la convivencia con sus semejantes, y de apertura al mundo.
- Reconoce la diversidad cultural y disfruta de sus bienes y valores.
- Adquiere los valores de cooperación y solidaridad.
- Amplía su universo cultural para mejorar la comprensión del mundo y del entorno en que vive, para cuidar de la naturaleza y potenciar sus expectativas.
- Participa activamente en su desarrollo académico para acrecentar su capacidad de aprendizaje y evolucionar como profesional con autonomía.
- Asume los principios y valores universitarios, y actúa en consecuencia.
- Desarrolla un juicio profesional basado en la responsabilidad, objetividad, credibilidad y la justicia.
- Usa responsablemente las tecnologías de la información y comunicación.
- Construye relaciones sociales, económicas y culturales basadas en la igualdad entre los géneros y el respeto de los derechos humanos.
- Desarrolla la capacidad de resolución de problemas.
- Desarrolla habilidades socioemocionales que permitan adquirir y generar conocimientos.
- Desarrolla la capacidad para aprender a pensar, sentir, actuar y desarrollarse como persona integrante de una comunidad.
- Trabaja en equipo multidisciplinarios.



Genéricas:

Cognitivas

Fortalece el pensamiento crítico a partir de la libertad, el análisis, la reflexión, la comprensión, el diálogo, la argumentación, la conciencia histórica y el conocimiento de las ciencias médicas, exactas y humanidades.

Toma decisiones y formula soluciones racionales, éticas y estéticas.

Representa de manera creativa ideas para el desarrollo de tecnologías para la salud.

Analiza los principios físicos y matemáticos para el desarrollo del lenguaje de programación.

Reconoce patrones de señales fisiológicas.

Aprehede los modelos, teorías y ciencias que explican el objeto de estudio de su formación.

Tecnológicas

Incorpora estrategias para el análisis, procesamiento y comprensión de datos e información relacionado con la salud.

Emplea las habilidades técnicas y tecnológicas para evolucionar en el campo laboral.

Utiliza lenguajes de programación como Python, MATLAB o afines.

Utiliza software de diseño asistido por computadora y software de animación, modelación y simulación.

Emplea sistemas evolutivos e inteligentes y crea ambientes virtuales.

Lingüísticas

Comunica correctamente, ideas en forma oral y escrita para permitir un mejor entendimiento del conocimiento de la Bioingeniería Médica.

Emplea habilidades lingüístico-comunicativas en una segunda lengua para desarrollarse profesionalmente a nivel internacional.

Sistémicas: Comprensión, sensibilidad y conocimiento.

Planifica proyectos para el desarrollo, servicio, diseño y gestión de tecnologías para la salud.

Comprende y aplica los principios subyacentes a los métodos, técnicas e instrumentos empleados en la intervención profesional de la Bioingeniería Médica.

Evalúa las etapas que conforman a un instrumento biomédico.

Integra sistemas electrónicos digitales y análogos.



Profesionales

Asesora en la toma de decisiones técnicas y económicas en la adquisición de tecnología y equipo médico para la atención a la salud.

Asesora en procesos de difusión, adopción y uso de las tecnologías en la prestación de los servicios de salud.

Desarrolla programas de intercambio y cooperación en materia de tecnología, que optimicen la asignación de recursos.

Asesora sobre la tecnología que mejore el modelo de atención a la salud.

Opera diversas tecnologías para la salud como equipos de electromedicina, dispositivos de visión, y de soporte de vida; así como las relacionadas con los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento.



2.4.3 Instrumentos y equipo que utilizará en el desempeño profesional

- Analizadores de seguridad eléctrica.
- Analizadores de volumen y flujo.
- Simuladores de paciente.
- Medidores de potencia para desfibriladores.
- Básculas.
- Bombas de infusión.
- Calibradores de tiempo sin contacto para rayos x.
- Desfibriladores.
- Electrocardiógrafos.
- Equipos de electrocirugía.
- Equipos de rayos x.
- Equipos de resonancia magnética.
- Equipos de terapia.
- Implantes cocleares.
- Incubadoras.
- Marcapasos.
- Monitores de signos vitales.
- Oxímetros.
- Tococardiógrafos.
- Tomógrafos.
- Ultrasonidos.



2.4.4 Sectores sociales y productivos donde se inserta el ejercicio profesional

El profesionista participará en el sector público, privado y externo, así como en los sectores productivos secundario, terciario y cuaternario.

2.4.5 Necesidades o problemas que contribuirá a satisfacer o resolver

1. Conocer los procedimientos vigentes para uso, regulación, mantenimiento, importación, exportación y disposición final de equipos y dispositivos médicos.
2. Elaborar directrices nacionales o regionales sobre prácticas adecuadas de fabricación y reglamentación, que instituyan sistemas de vigilancia y otras medidas para garantizar la calidad, seguridad y eficacia de los dispositivos médicos y, cuando corresponda, participar en la armonización internacional.
3. Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología en el área de la salud del país.
4. Formular estrategias para la incorporación, uso y aprovechamiento de las TIC, así como de sistemas de evaluación, planificación, adquisición y gestión de tecnologías sanitarias, en particular de dispositivos médicos; asegurando que éstas respondan a las necesidades de salud de la población.
5. Diseñar y desarrollar dispositivos de calidad y efectivos para garantizar su seguridad y accesibilidad.
6. Evaluar y administrar desde el ámbito clínico y tecnológico en el área biomédica de hospitales e industrias públicas y privadas.
7. Evaluar las tecnologías para la salud con el fin de que sean de alta calidad, efectiva, accesible, de precio justo, apropiada, disponible y socialmente aceptable.
8. Promover el desarrollo sostenible, los derechos humanos, la igualdad de género, una cultura de paz y no violencia, la valoración de la diversidad cultural mediante la educación.
9. Fortalecer la enseñanza de un segundo idioma.

2.4.6 Ámbitos de intervención profesional

Servicios: relacionado con la consultoría, mantenimiento, capacitación y ventas.

Administrativo: relacionado con los asuntos regulatorios, calidad, y gestión.

Desarrollo: relacionado con la innovación, diseño y evaluación de la tecnología para la salud.

Investigación: relacionado con la investigación básica, aplicada y traslacional.



2.5 Objetivos del programa educativo

Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:

- Seleccionar entre los distintos tipos de tecnologías: electrónica, mecánica y computacional, mediante las características y requerimientos identificados para plasmar propuestas de diseño.
- Seleccionar los requerimientos del usuario mediante software CAD y técnicas de validación por CAE, para sintetizar y validar propuestas de diseño de tecnologías para la salud.
- Preparar reportes e informes técnicos empleando software de ofimática para la conceptualización de una o varias propuestas de diseño de tecnología para la salud.
- Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios para la salud, mediante la valoración de problemáticas, necesidades y oportunidades en el área de la salud, para proponer soluciones que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población.
- Desarrollar hardware y software a través de lenguajes de programación, instrumentación, electrónica analógica y digital, para aportar propuestas de tecnología para la salud, garantizando su seguridad y accesibilidad.
- Valorar los aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud por medio de herramientas de evaluación para garantizar su desempeño adecuado a fin de optimizar su utilización y funcionamiento.
- Calificar las tecnologías para la salud con análisis objetivo que permitan formular recomendaciones y dictámenes para su mejora continua.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares y normas nacionales e internacionales vigentes aplicables a las tecnologías y servicios de la salud a través de metodologías de diseño, manufactura, innovación y/o servicios, para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.
- Planificar programas de mantenimiento y adquisición de tecnologías de la salud a través de metodologías y software para la gestión de proyectos para asegurar que estas respondan a las necesidades de salud de la población.
- Diseñar un modelo de negocio asociado al área de la salud a través de metodologías y herramientas para el manejo y análisis de datos para contribuir en la innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de salud.



Objetivos de núcleos de formación

Núcleo básico. Promoverá en el alumno el aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Núcleo sustantivo. Desarrollará en el alumno el dominio teórico, metodológico y axiológico del campo de conocimiento donde se inserta la profesión.

Comprenderá unidades de aprendizaje sobre los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para dominar los procesos, métodos y técnicas de trabajo; los principios disciplinares y metodológicos subyacentes; y la elaboración o preparación del trabajo que permita la presentación de la evaluación profesional.

Núcleo integral. Proveerá al alumno de escenarios educativos para la integración, aplicación y desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan el desempeño de funciones, tareas y resultados ligados a las dimensiones y ámbitos de intervención profesional o campos emergentes de la misma.



III. PLAN DE ESTUDIOS

3.1 Objetivos de aprendizaje

OBJETIVO DE PROGRAMA EDUCATIVO	OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR
<p>Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:</p> <ul style="list-style-type: none">• Seleccionar entre los distintos tipos de tecnologías: electrónica, mecánica y computacional, mediante las características y requerimientos identificados para plasmar propuestas de diseño.• Seleccionar los requerimientos del usuario mediante software CAD y técnicas de validación por CAE, para sintetizar y validar propuestas de diseño de tecnologías para la salud.• Preparar reportes e informes técnicos empleando software de ofimática para la conceptualización de una o varias propuestas de diseño de tecnología para la salud.• Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios para la salud, mediante la valoración de problemáticas, necesidades y oportunidades en el área de la salud, para proponer soluciones que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población.• Desarrollar hardware y software a través de lenguajes de programación, instrumentación, electrónica analógica y digital, para aportar propuestas de tecnología para la salud, garantizando su seguridad y accesibilidad.	<p>Bioingeniería Médica Solucionar problemas en el ámbito de la biología y la medicina mediante la aplicación de métodos de investigación, la metrología, la electrónica e instrumentación, así como el desarrollo e implementación de tecnologías para la salud, con el propósito de mejorar la calidad de vida de los seres humanos.</p> <p>Ciencias de la Computación Proponer soluciones computacionales a problemas asociados con los sistemas de la bioingeniería médica mediante la aplicación de lenguajes de programación, técnicas de modelado e inteligencia artificial, con el fin de automatizarlos y mejorar sus tiempos de respuesta.</p> <p>Ciencias Exactas Examinar problemas asociados con procesos, fenómenos o sistemas de naturaleza biomédica a través de su representación matemática como modelos, para su análisis y solución.</p> <p>Ciencias Médicas Analizar los diferentes niveles de organización biológica de la estructura del cuerpo humano sano interpretando las bases moleculares y morfológicas de las funciones metabólicas, bioquímicas y fisiológicas en las diferentes etapas de la vida, para comprender el uso de la tecnología médica en los mecanismos de regulación homeostáticos normales y sus desviaciones en el proceso salud-enfermedad y así, preservar la salud y mejorar la calidad de vida del individuo.</p>



OBJETIVO DE PROGRAMA EDUCATIVO

- Valorar los aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud por medio de herramientas de evaluación para garantizar su desempeño adecuado a fin de optimizar su utilización y funcionamiento.
- Calificar las tecnologías para la salud con análisis objetivo que permitan formular recomendaciones y dictámenes para su mejora continua.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares y normas nacionales e internacionales vigentes aplicables a las tecnologías y servicios de la salud a través de metodologías de diseño, manufactura, innovación y/o servicios, para garantizar su calidad, seguridad y eficacia. Planificar programas de mantenimiento y adquisición de tecnologías de la salud a través de metodologías y software para la gestión de proyectos para asegurar que estas respondan a las necesidades de salud de la población.
- Diseñar un modelo de negocio asociado al área de la salud a través de metodologías y herramientas para el manejo y análisis de datos para contribuir en la innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de salud.

OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR

Ciencias Sociales y Humanidades

Examinar el marco referencial humanístico de la Bioingeniería Médica a través de las relaciones que establecen las dimensiones epistemológicas, éticas, axiológicas, bioéticas, culturales y sociales para tomar decisiones deliberativas como profesional del equipo de salud en escenarios reales.

Ingeniería Clínica

Desarrollar proyectos vinculados con las tecnologías y servicios de salud a través de estrategias, métodos y herramientas de gestión y administración para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.

Robótica Médica

Analizar las tecnologías asociadas con dispositivos médicos mecánicos o mecatrónicos a través del estudio de sus principios de funcionamiento para sintetizar soluciones a problemas de sistemas de rehabilitación, exoesqueletos, sistemas quirúrgicos, sistemas de control de temperatura, sistemas de punción, sistemas de asistencia, entre otros.

Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas

Evaluar diversos tipos de señales e imágenes biomédicas a través de su adquisición, tratamiento, análisis y visualización con la finalidad de proporcionar indicadores cuantitativos de bienestar o enfermedad de un ser humano.



OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR	UNIDAD DE APRENDIZAJE
<p>Bioingeniería Médica</p> <p>Solucionar problemas en el ámbito de la biología y la medicina mediante métodos de investigación, la aplicación de la metrología, la electrónica e instrumentación, así como el desarrollo y aplicación de tecnologías para la salud, con el propósito de mejorar la calidad de vida de los seres humanos.</p>	<p>Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica (optativa)</p> <p>Desarrollar aplicaciones móviles para la Bioingeniería, mediante la integración del diseño, prueba y seguridad con el fin de que sean eficientes y fáciles de usar por el personal de la salud.</p> <p>Dispositivos biomédicos</p> <p>Analizar el desarrollo de dispositivos biomédicos de acuerdo con los estándares aceptados por la industria y que atiendan el panorama regulatorio, económico y legal para introducir nueva tecnología segura al mercado.</p> <p>Electrónica digital y microcontroladores</p> <p>Integrar sistemas electrónicos digitales basados en microcontroladores empleando los periféricos como puertos, temporizadores, interrupciones y protocolos de comunicación, para proponer soluciones a diversos problemas en el ámbito de la Bioingeniería Médica.</p> <p>Electrónica I</p> <p>Integrar sistemas electrónicos analógicos empleando componentes pasivos y semiconductores de pequeña señal para proponer soluciones a diversos problemas en el ámbito de la bioingeniería médica utilizando técnicas de análisis de circuitos y modelos matemáticos.</p> <p>Electrónica II</p> <p>Integrar sistemas electrónicos analógicos empleando amplificadores operacionales para proponer soluciones a diversos problemas en el ámbito de la bioingeniería médica utilizando técnicas de filtrado analógico y electrónica de potencia.</p>



Continuación...

OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR

UNIDAD DE APRENDIZAJE

Bioingeniería Médica

Solucionar problemas en el ámbito de la biología y la medicina mediante métodos de investigación, la aplicación de la metrología, la electrónica e instrumentación, así como el desarrollo y aplicación de tecnologías para la salud, con el propósito de mejorar la calidad de vida de los seres humanos.

Instrumentación biomédica

Analizar las diferentes etapas que conforman a un instrumento biomédico, estudiando los ejemplos más utilizados en las especialidades médicas, para plantear modelos que representen a los instrumentos utilizados en el ámbito clínico.

Instrumentación biomédica avanzada

Integrar modelos que representen instrumentos biomédicos, a través de estrategias electrónicas, para el planteamiento de instrumentos que realicen una medición de valor para el ámbito médico.

Metodología de la investigación

Distinguir las herramientas metodológicas de investigación documental y experimental a través de procesos sistemáticos que permitan abordar científicamente las diversas problemáticas en el área de la salud.

Metrología

Analizar los instrumentos utilizados para la medición de fenómenos físicos y eléctricos, así como las características que los definen, mediante su uso para comprender la base de la medición de fenómenos biológicos.

Proyecto integral de Bioingeniería Médica

Diseñar proyectos de Bioingeniería Médica a través de la integración de técnicas y metodologías multidisciplinarias para proponer una solución viable a alguna problemática identificada en el área de la salud.



Continuación...

OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR

UNIDAD DE APRENDIZAJE

Bioingeniería Médica

Solucionar problemas en el ámbito de la biología y la medicina mediante métodos de investigación, la aplicación de la metrología, la electrónica e instrumentación, así como el desarrollo y aplicación de tecnologías para la salud, con el propósito de mejorar la calidad de vida de los seres humanos.

Tecnología de asistencia (optativa)

Evaluar el desarrollo, los procesos y el uso de productos tecnológicos con enfoque biosistemático que le permitan la interacción activa desde la óptica de la Fisioterapia.

Tecnología médica 1

Examinar diversas tecnologías para la salud como equipos de electromedicina, dispositivos de visión, y de soporte de vida a través de una perspectiva ingenieril con el propósito de comprender su funcionamiento, operación, evaluación e importancia en el sistema de salud.

Tecnología médica 2

Examinar diversas tecnologías para la salud relacionadas con los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento, a través de una perspectiva ingenieril con el propósito de comprender su funcionamiento, operación, evaluación e importancia en el sistema de salud.

Tecnología médica aplicada 1[☞]

Operar diversas tecnologías para la salud como equipos de electromedicina, dispositivos de visión, y de soporte de vida a través de una perspectiva ingenieril con el propósito de comprender su funcionamiento, operación, evaluación e importancia en el sistema de salud.

Tecnología médica aplicada 2[☞]

Operar diversas tecnologías relacionadas con los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento, a través de una perspectiva ingenieril con el propósito de comprender su funcionamiento, operación, evaluación e importancia en el sistema de salud.



OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR

UNIDAD DE APRENDIZAJE

Ciencias de la Computación

Proponer soluciones computacionales a problemas asociados con los sistemas de la bioingeniería médica mediante la aplicación de lenguajes de programación, técnicas de modelado e inteligencia artificial, con el fin de automatizarlos y mejorar sus tiempos de respuesta.

3D modelling¹ (optativa)

Implement animation, modeling, and simulation software, making adjustments to surfaces and solids to obtain models applicable to Medical Bioengineering.

Algoritmos y programación básica

Analizar los conceptos de programación estructurada en el diseño y desarrollo de algoritmos para proponer soluciones a problemas específicos de Bioingeniería Médica.

Artificial intelligence¹ (optativa)

Implement evolutionary and intelligent systems by adapting their fundamental algorithms to solve practical problems in Bioengineering.

Dibujo por computadora

Ejecutar software de diseño asistido por computadora empleando normas de dibujo técnico para representar objetos aplicados en el campo de la Bioingeniería Médica.

Métodos numéricos

Programar algoritmos numéricos utilizando el lenguaje de programación Python, para plantear y resolver problemas numéricos específicos de la Bioingeniería Médica.

Programación avanzada

Implementar paradigmas de programación en lenguaje de alto nivel en el diseño y desarrollo de programas para proponer soluciones a problemas de Bioingeniería Médica

Reconocimiento de patrones

Implementar el reconocimiento de patrones a señales fisiológicas, utilizando algoritmos de regresión y clasificación para resolver problemas en el contexto de la Bioingeniería Médica.

Virtual reality¹ (optativa)

Create virtual environments producing a certain degree of immersion, imagination, and interaction to simulate real medical bioengineering application environments.



OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR**UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Ciencias Exactas

Examinar problemas asociados con procesos, fenómenos o sistemas de naturaleza biomédica a través de su representación matemática como modelos, para su análisis y solución.

Álgebra lineal

Examinar las propiedades de elementos vectoriales y matriciales, a través del estudio de las leyes de los espacios a los que pertenecen, para resolver sistemas de ecuaciones lineales y comprender los espacios vectoriales, entre otros.

Álgebra superior

Examinar los principios y elementos algebraicos, mediante el estudio de números, operaciones, relaciones, funciones, ecuaciones, desigualdades, fracciones y polinomios, para analizar y solucionar problemas de operaciones algebraicas en la Bioingeniería Médica.

Bioestadística

Examinar las técnicas de obtención, tratamiento, análisis e interpretación de datos, por medio de métodos estadísticos para resolver problemas relacionados con la Bioingeniería Médica.

Cálculo diferencial e integral

Examinar las propiedades de las funciones de una y de varias variables, mediante el estudio de las reglas de diferenciación e integración y el uso de la Geometría Analítica, para, analizar y solucionar problemas relacionados con funciones y su interpretación, razones de cambio, crecimiento poblacional, entre otros.

Circuitos eléctricos

Examinar las características técnicas y la estructura de circuitos, eléctricos, a través del estudio de sus leyes y propiedades, para modelar el comportamiento de sistemas fisiológicos, entre otras aplicaciones.



Continuación...

OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR	UNIDAD DE APRENDIZAJE
<p>Ciencias Exactas</p> <p>Examinar problemas asociados con procesos, fenómenos o sistemas de naturaleza biomédica a través de su representación matemática como modelos, para su análisis y solución.</p>	<p>Ecuaciones diferenciales</p> <p>Examinar las propiedades de las ecuaciones diferenciales que representan sistemas, a través del estudio de los métodos para resolverlas, con el propósito de comprender modelos como el de crecimiento biológico, propagación de enfermedades o la absorción de medicamentos en el cuerpo humano, entre otros.</p> <p>Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos</p> <p>Examinar los principios y leyes de los comportamientos fluido y térmico de sistemas, mediante el estudio de sus propiedades, para comprender el funcionamiento de equipos biomédicos.</p> <p>Mecánica clásica</p> <p>Examinar los principios y elementos de sistemas mecánicos, mediante el estudio de la estática y la dinámica, para identificar, plantear y resolver problemas aplicados a la biomecánica.</p>



OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR	UNIDAD DE APRENDIZAJE
<p>Ciencias Médicas</p> <p>Analizar los diferentes niveles de organización biológica de la estructura del cuerpo humano sano interpretando las bases moleculares y morfológicas de las funciones metabólicas, bioquímicas y fisiológicas en las diferentes etapas de la vida, para comprender el uso de la tecnología médica en los mecanismos de regulación homeostáticos normales y sus desviaciones en el proceso salud-enfermedad y así, preservar la salud y mejorar la calidad de vida del individuo.</p>	<p>Anatomía del aparato musculoesquelético</p> <p>Examinar la estructura anatómica del aparato musculoesquelético del cuerpo humano, relacionando teleológicamente las características anatómicas con la tecnología médica, para diferenciar al individuo sano del enfermo en relación con la tecnología que proporciona la Bioingeniería Médica.</p> <p>Anatomía por aparatos y sistemas</p> <p>Integrar la forma, estructura y función de los aparatos y sistemas que conforman el cuerpo humano, relacionando teleológicamente las características anatómicas con la tecnología médica, para diferenciar al individuo sano del enfermo en relación con la tecnología que proporciona la Bioingeniería Médica.</p> <p>Biología molecular y celular (optativa)</p> <p>Valorar la formación y funcionamiento de las estructuras celulares macro y micromoleculares, responsables de la organización subcelular a través del análisis de problemas basados en datos clínicos y experimentales, para analizar la forma, estructura y función, en los diferentes niveles de organización: aparatos, sistemas y moléculas que constituyen el cuerpo humano sano.</p> <p>Bioquímica médica</p> <p>Evaluar los procesos bioquímicos y metabólicos que conducen al funcionamiento normal del organismo humano, mediante la organización estructural y funcional de las diferentes biomoléculas que forman parte de los seres vivos, para reconocer su función en el organismo humano, su producción e utilización en los diferentes procesos biológicos y la transferencia de características hereditarias.</p>



Continuación...

OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR	UNIDAD DE APRENDIZAJE
<p>Ciencias Médicas</p> <p>Analizar los diferentes niveles de organización biológica de la estructura del cuerpo humano sano interpretando las bases moleculares y morfológicas de las funciones metabólicas, bioquímicas y fisiológicas en las diferentes etapas de la vida, para comprender el uso de la tecnología médica en los mecanismos de regulación homeostáticos normales y sus desviaciones en el proceso salud-enfermedad y así, preservar la salud y mejorar la calidad de vida del individuo.</p>	<p>Fisiología del aparato musculoesquelético</p> <p>Analizar los principios físico-químicos y biológicos que rigen los procesos fisiológicos del aparato músculo esquelético, explicando los mecanismos de regulación homeostática de sus funciones, para la aplicación de la tecnología médica en medidas de preservación y recuperación de la salud.</p> <p>Fisiología por aparatos y sistemas</p> <p>Analizar los principios físico-químicos y biológicos que rigen los procesos fisiológicos normales en el funcionamiento de los diferentes aparatos y sistemas del cuerpo humano (respiratorio, circulatorio, digestivo, urinario, nervioso y endócrino), explicando los mecanismos de regulación homeostática de las funciones normales y sus desviaciones en el individuo al interactuar con el entorno, para comprender la aplicación de la tecnología médica a los modelos fisiopatológicos en la preservación y recuperación de la salud.</p> <p>Patología</p> <p>Analizar los mecanismos que ocurren durante las reacciones celulares y tisulares básicas en los procesos fisiopatológicos que subyacen en el tránsito de la salud a la enfermedad, a partir escenarios que involucren el uso de la tecnología para diagnosticar, tratar y rehabilitar las principales patologías en la población mexicana, para comprender las alteraciones morfológicas y funcionales generales que ocasionan los principales problemas de salud y sus determinantes.</p>



Continuación...

OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR**UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Ciencias Médicas

Analizar los diferentes niveles de organización biológica de la estructura del cuerpo humano sano interpretando las bases moleculares y morfológicas de las funciones metabólicas, bioquímicas y fisiológicas en las diferentes etapas de la vida, para comprender el uso de la tecnología médica en los mecanismos de regulación homeostáticos normales y sus desviaciones en el proceso salud-enfermedad y así, preservar la salud y mejorar la calidad de vida del individuo.

Química

Distinguir los mecanismos, estructuras y principios básicos de la química, a través de la observación, el planteamiento de hipótesis y la experimentación, para aplicarlos en los procesos bioquímicos y en el desarrollo tecnológico con aplicación social.



OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR**UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Ciencias Sociales y Humanidades

Examinar el marco referencial humanístico de la Bioingeniería Médica a través de las relaciones que establecen las dimensiones epistemológicas, éticas, axiológicas, bioéticas, culturales y sociales para tomar decisiones deliberativas como profesional del equipo de salud en escenarios reales.

Bioética

Evaluar la relación médico-tecnología-paciente a través de los principios y métodos deliberativos de la bioética, para conducir una relación con el paciente y la tecnología que coadyuve a solucionar los conflictos bioéticos que surgen en la práctica profesional en el ámbito de la Bioingeniería Médica.

Cultura de paz, igualdad de género e inclusión

Examinar la relación que guarda el respeto pleno de los derechos humanos con la igualdad género y la inclusión en la prevención de la violencia y el proceso de paz, a través de la adquisición y problematización de las bases teóricas y conceptuales; para fomentar una perspectiva crítica, íntegra y reflexiva, acorde con los principios de corresponsabilidad y los códigos de conducta universal.

Epistemología de la Bioingeniería Médica

Analizar el proceso salud-enfermedad a través de los modelos de pensamiento científico, de la historia natural y social de la Bioingeniería Médica para la aplicación de estrategias epistémicas en la construcción e innovación científica.

Ética de la confianza como responsabilidad

Debatir sobre los conceptos de autonomía, responsabilidad y confianza en escenarios contemporáneos, concretamente, la vida democrática, la dignidad y su relación con la responsabilidad social ejemplificada con la cuestión de la migración y los deberes con el medioambiente, a través de herramientas reflexivas y críticas con el fin de integrar un criterio ético propio, racional, autónomo y abierto a la integración de las diferencias.



Continuación...

OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR	UNIDAD DE APRENDIZAJE
<p>Ciencias Sociales y Humanidades</p> <p>Examinar el marco referencial humanístico de la Bioingeniería Médica a través de las relaciones que establecen las dimensiones epistemológicas, éticas, axiológicas, bioéticas, culturales y sociales para tomar decisiones deliberativas como profesional del equipo de salud en escenarios reales.</p>	<p>Ética de la persona y la comunidad</p> <p>Reflexionar sobre la ética de las emociones, de las emociones morales y de la comunidad a través del análisis de los conceptos clásicos de la filosofía aplicados a los casos de corrupción, desigualdad y discriminación en nuestro país, de los desafíos en la construcción y transformación de la sociedad, y de las discusiones públicas sobre distintas posturas políticas y sociales que implican consideraciones de valor, para desarrollar un pensamiento crítico y reflexivo, y consolidar un criterio ético propio, racional, responsable y autónomo.</p> <p>Ética y humanismo</p> <p>Debatir el comportamiento del profesional de Bioingeniería Médica a través de la reflexión de los principios éticos de la filosofía práctica vinculados con la antropología filosófica y el marco humanístico de las relaciones existenciales para la praxis innovadora de los saberes médicos e ingenieriles.</p> <p>Inglés 5</p> <p>Aplicar los elementos básicos para comunicarse en el idioma Inglés, en sus formas oral y escrita, en situaciones como: comprensión de reglas, experiencias y hábitos presentes y pasados siguiendo secuencias lógicas, restricciones y obligaciones, solicitud y concesión de permisos, referencia a sucesos significativos, comprensión y expresión de relaciones de causa y efecto, comprensión de ideas centrales en un discurso oral y escrito; así como detalles relacionados con información personal, secuencia de eventos y descripción de lugares.</p>



Continuación...

OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR

UNIDAD DE APRENDIZAJE

Ciencias Sociales y Humanidades

Examinar el marco referencial humanístico de la Bioingeniería Médica a través de las relaciones que establecen las dimensiones epistemológicas, éticas, axiológicas, bioéticas, culturales y sociales para tomar decisiones deliberativas como profesional del equipo de salud en escenarios reales.

Inglés 6

Aplicar estructuras, vocabulario y estrategias comunicativas del idioma inglés en la expresión de situaciones presentes y anhelos a futuro, así como en la descripción de procesos, eventos y hechos haciendo énfasis en el objeto que recibe la acción.

Inglés 7

Aplicar la estructura y función de tiempos verbales con el fin de comunicar eventos, hábitos, opiniones, planes y expectativas dando a su discurso matices de modo y aspecto tanto en lo oral como en lo escrito.

Inglés 8

Formular opiniones, requerimientos, advertencias, recomendaciones y otro tipo de discursos que conlleven una intención específica mediante el uso de verbos que definan esa intención en la que podrá imprimir un tono impersonal y de generalidad al centrar su discurso en un objeto evento o proceso mediante el uso de voz pasiva y estructuras causativas.

Tanatología (optativa)

Analizar los fundamentos teórico-prácticos y legales relacionados con la filosofía personal, social y familiar en torno de la muerte humana, a través de la aplicación de los procesos de apoyo tanatológico desarrollados en el ámbito hospitalario, para comprender y coadyuvar a la atención del paciente, durante la etapa terminal del ser humano, así como el conflicto existencial del apoyo mecánico para preservar la vida.



OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR

UNIDAD DE APRENDIZAJE

Ingeniería Clínica

Desarrollar proyectos vinculados con las tecnologías y servicios de salud a través de estrategias, métodos y herramientas de gestión y administración para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.

Calidad en los servicios de salud

Elaborar proyectos relacionados con la implementación y evaluación de Sistemas de Gestión de la Calidad mediante la aplicación de conceptos, técnicas, herramientas, normativas, estándares relacionados al área de la bioingeniería médica, que permitan incrementar la satisfacción de los usuarios, monitorear el desempeño y dar lugar a la mejora continua de la organización.

Comunicación asertiva (optativa)

Analizar conceptos, procesos y técnicas de asertividad y comunicación para lograr la comprensión de la información y el desarrollo óptimo con su entorno.

Expresar ideas y sentimientos de forma consciente congruente, clara, directa, equilibrada y respetuosa.

Executive skills¹ (optativa)

Develop soft skills for the effective performance of the responsibilities inherent to senior management in organizations in the current context, based on the identification and recognition of the characteristics that distinguish managers who achieve highly effective performance in the fulfillment of their functions.

Gestión de la tecnología médica

Distinguir los procesos de planeación, incorporación, uso y desuso de la tecnología médica y empleando metodologías estratégicas que permitan optimizar los servicios de salud y brindar atención médica de calidad.



Continuación...

OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR

UNIDAD DE APRENDIZAJE

Ingeniería Clínica

Desarrollar proyectos vinculados con las tecnologías y servicios de salud a través de estrategias, métodos y herramientas de gestión y administración para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.

Gestión de proyectos

Diseñar propuestas de trabajo vinculados a la bioingeniería médica, mediante el análisis y aplicación de metodologías para la administración y gestión proyectos, basado en las mejores prácticas, estándares nacionales e internacionales, gestión de recursos humanos y financieros, para contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de la salud del país.

Seguridad e higiene en el sector salud

Evaluar todos aquellos riesgos dentro del medio hospitalario que representan la posibilidad de un daño a la salud del personal sanitario y los pacientes, mediante la aplicación de las normas y estándares nacionales e internacionales en materia de seguridad e higiene, el análisis de las actividades, procesos de trabajo, ubicación geográfica y ambiente laboral, a fin de elaborar un plan de trabajo que permita el control sistemático de todo riesgo potencial.

Sistema de salud

Analizar el papel del profesional en bioingeniería médica en el sistema de salud mediante la revisión de las funciones de un departamento de ingeniería biomédica, los conceptos básicos de ingeniería clínica, la organización del sistema de salud en México e internacional y la identificación de áreas hospitalarias, realizando prácticas escolares fuera del espacio académico, con el propósito de entender su quehacer e impacto en el medio hospitalario.



Continuación...

OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR	UNIDAD DE APRENDIZAJE
<p>Ingeniería Clínica Desarrollar proyectos vinculados con las tecnologías y servicios de salud a través de estrategias, métodos y herramientas de gestión y administración para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.</p>	<p>Sistemas informáticos de administración hospitalaria Analizar el intercambio electrónico de información dentro del área de la salud a través de la revisión de metodologías para el desarrollo de software, principios de seguridad en el manejo de la información, marco regulatorio y análisis de casos, para el desarrollo de propuestas que optimicen las tareas de gestión y administración de los servicios de salud.</p> <p>Telemedicina Proponer modelos de atención a la salud a distancia a través de la aplicación de estándares utilizados para el intercambio electrónico de información, protocolos de comunicación, y dispositivos médicos, para mejorar la cobertura de los servicios de salud en una población.</p>



OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR**UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas

Evaluar diversos tipos de señales e imágenes biomédicas a través de su adquisición, tratamiento, análisis y visualización con la finalidad de proporcionar indicadores cuantitativos de bienestar o enfermedad de un ser humano.

Adquisición de imágenes médicas

Distinguir los tipos de imágenes utilizadas en medicina, los principios físicos para generarlas y el proceso de adquisición de estas, con el fin de evaluar los parámetros de adquisición que determinan la calidad de la imagen.

Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas

Medir señales fisiológicas originadas por el cuerpo humano a través de la utilización de amplificadores de biopotenciales con el propósito de cuantificarlas usando diversas técnicas de procesamiento digital de señales.

Análisis de imágenes médicas

Valorar las técnicas de segmentación, clasificación, reconocimiento y registro de imágenes médicas, utilizando programación de alto nivel, para obtener información de casos clínicos.

Procesamiento de imágenes médicas

Evaluar las técnicas utilizadas para ajustar, filtrar, y mitigar la degradación de imágenes digitales médicas, utilizando programación de alto nivel, para auxiliar en el diagnóstico.

Reconstrucción de imágenes médicas en 3D (optativa)

Analizar las técnicas de visualización tridimensional de imágenes médicas por medio de programación de alto nivel, para planeación quirúrgica, o navegación de estudios en casos patológicos.



Continuación...

OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR	UNIDAD DE APRENDIZAJE
<p>Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas</p> <p>Evaluar diversos tipos de señales e imágenes biomédicas a través de su adquisición, tratamiento, análisis y visualización con la finalidad de proporcionar indicadores cuantitativos de bienestar o enfermedad de un ser humano.</p>	<p>Sistemas y señales continuas</p> <p>Analizar sistemas y señales en el dominio continuo a través de la aplicación de herramientas matemáticas y computacionales para entender los conceptos fundamentales de los sistemas y señales en el tiempo continuo con un énfasis en las características de las señales fisiológicas.</p> <p>Sistemas y señales discretas</p> <p>Analizar sistemas y señales en el dominio discreto a través de la aplicación de herramientas matemáticas y computacionales para entender los conceptos fundamentales de los sistemas y señales en el tiempo discreto con un énfasis en las características de las señales fisiológicas.</p>



OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR**UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Robótica médica

Analizar las tecnologías asociadas con dispositivos médicos mecánicos o mecatrónicos a través del estudio de sus principios de funcionamiento para sintetizar soluciones a problemas de sistemas de rehabilitación, exoesqueletos, sistemas quirúrgicos, sistemas de control de temperatura, sistemas de punción, sistemas de asistencia, entre otros.

Análisis y síntesis de mecanismos

Examinar el funcionamiento de diferentes mecanismos, mediante el estudio de sus leyes y de sus propiedades, con el propósito de sintetizar nuevos mecanismos que solucionen problemas de los sistemas de soporte y movimiento, entre otros.

Biomateriales

Analizar los diferentes tipos de biomateriales existentes, mediante el estudio de sus propiedades y de su estructura, para proponer su uso en la solución de problemas de bioingeniería médica donde se requiera el uso de materiales biocompatibles, entre otros.

Biomecánica

Analizar las leyes de la mecánica clásica, mediante el estudio de sus aplicaciones al cuerpo humano, para proponer soluciones a problemas asociados con el sistema musculoesquelético.

Comunicación persona máquina

Analizar los criterios de usabilidad y de diseño centrado en el usuario de la tecnología médica, mediante la evaluación de requerimientos específicos, para desarrollar interfaces hombre-máquina de dispositivos médicos.

Control de sistemas dinámicos

Analizar esquemas de control, mediante técnicas clásicas de respuesta en frecuencia, para el control de dispositivos médicos.

Ergonomía y factores humanos

Analizar las características ergonómicas y de seguridad relacionadas con equipos y dispositivos médicos, mediante el estudio de sus principios de funcionamiento y de su comportamiento con el fin de adaptar o proponer nuevos diseños.



Continuación...

OBJETIVO DE ÁREA CURRICULAR	UNIDAD DE APRENDIZAJE
<p>Robótica Médica</p> <p>Analizar las tecnologías asociadas con dispositivos médicos mecánicos o mecatrónicos a través del estudio de sus principios de funcionamiento para sintetizar soluciones a problemas de sistemas de rehabilitación, exoesqueletos, sistemas quirúrgicos, sistemas de control de temperatura, sistemas de punción, sistemas de asistencia, entre otros.</p>	<p>Modelado y análisis de sistemas dinámicos</p> <p>Desarrollar modelos matemáticos de sistemas dinámicos lineales de la Bioingeniería Médica, mediante la aplicación de las leyes que los rigen, con el propósito de analizar su comportamiento.</p> <p>Robótica médica</p> <p>Analizar sistemas robóticos o dispositivos médicos, mediante el estudio de sus propiedades cinemáticas y dinámicas, con el propósito de proponer soluciones a problemas en el área quirúrgica, de rehabilitación, de tratamiento, entre otros.</p> <p>Sistemas de asistencia y rehabilitación</p> <p>Analizar las tecnologías existentes de asistencia y rehabilitación, mediante el estudio de sus principios de funcionamiento y de sus propiedades, realizando prácticas escolares fuera del espacio académico, con la finalidad de sintetizar soluciones a problemas de sistemas de asistencia o de rehabilitación física u ocupacional, entre otros.</p>

¹ UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

© UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico-hospitalaria.



3.2 Contenidos de aprendizaje

ÁREA CURRICULAR	UNIDAD DE APRENDIZAJE
Bioingeniería Médica	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica (optativa) Dispositivos biomédicos Electrónica digital y microcontroladores Electrónica I Electrónica II Instrumentación biomédica Instrumentación biomédica avanzada Metodología de la investigación Metrología Proyecto integral de Bioingeniería Médica Tecnología de asistencia (optativa) Tecnología médica 1 Tecnología médica 2 Tecnología médica aplicada 1 [Ⓞ] Tecnología médica aplicada 2 [Ⓞ]
Ciencias de la Computación	<i>3D modelling</i> [†] (optativa) Algoritmos y programación básica <i>Artificial intelligence</i> [†] (optativa) Dibujo por computadora Métodos numéricos Programación avanzada Reconocimiento de patrones <i>Virtual reality</i> [†] (optativa)



Continuación...

ÁREA CURRICULAR	UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ciencias Exactas	Álgebra lineal Álgebra superior Bioestadística Cálculo diferencial e integral Circuitos eléctricos Ecuaciones diferenciales Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos Mecánica clásica
Ciencias Médicas	Anatomía del aparato musculoesquelético Anatomía por aparatos y sistemas Biología molecular y celular Bioquímica médica Fisiología del aparato musculoesquelético Fisiología por aparatos y sistemas Patología Química
Ciencias Sociales y Humanidades	Bioética Cultura de paz, igualdad de género e inclusión Epistemología de la Bioingeniería Médica Ética de la confianza como responsabilidad Ética de la persona y la comunidad Ética y humanismo Inglés 5 Inglés 6 Inglés 7 Inglés 8 Tanatología (optativa)



Continuación...

ÁREA CURRICULAR	UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ingeniería Clínica	Calidad en los servicios de salud Comunicación asertiva (optativa) <i>Executive skills</i> [†] (optativa) Gestión de la tecnología médica Gestión de proyectos Seguridad e higiene en el sector salud Sistema de salud Sistemas informáticos de administración hospitalaria Telemedicina
Procesamiento de Imágenes Médicas	Señales e Adquisición de imágenes médicas Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas Análisis de imágenes médicas Procesamiento de imágenes médicas Reconstrucción de imágenes médicas en 3D (optativa) Sistemas y señales continuas Sistemas y señales discretas
Robótica Médica	Análisis y síntesis de mecanismos Biomateriales Biomecánica Comunicación persona máquina Control de sistemas Dinámicos Ergonomía y factores humanos Modelado y análisis de sistemas dinámicos Robótica médica Sistemas de asistencia y rehabilitación

[†] UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

[©] UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico-hospitalaria.



3.3 Estructura y organización del plan de estudios

NÚCLEO BÁSICO

OBLIGATORIAS

No.	UNIDAD DE APRENDIZAJE	TIPO	HT	HP	TH	CR	ÁREA CURRICULAR
1	Álgebra lineal	Curso	3	1	4	7	Ciencias Exactas
2	Álgebra superior	Curso	3	1	4	7	Ciencias Exactas
3	Anatomía del aparato musculoesquelético	Curso	4	2	6	10	Ciencias Médicas
4	Anatomía por aparatos y sistemas	Curso	4	2	6	10	Ciencias Médicas
5	Bioquímica médica	Curso	4	2	6	10	Ciencias Médicas
6	Cálculo diferencial e integral	Curso	3	1	4	7	Ciencias Exactas
7	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión	Seminario	0	3	3	3	Ciencias Sociales y Humanidades
8	Ecuaciones diferenciales	Curso	3	1	4	7	Ciencias Exactas
9	Epistemología de la Bioingeniería Médica	Seminario	3	3	6	9	Ciencias Sociales y Humanidades
10	Ética de la confianza como responsabilidad	Seminario	0	4	4	4	Ciencias Sociales y Humanidades
11	Fisiología del aparato musculoesquelético	Curso	4	2	6	10	Ciencias Médicas
12	Fisiología por aparatos y sistemas	Curso	4	2	6	10	Ciencias Médicas
13	Inglés 5	Taller	2	2	4	6	Ciencias Sociales y Humanidades



Continuación...

No.	UNIDAD DE APRENDIZAJE	TIPO	HT	HP	TH	CR	ÁREA CURRICULAR
14	Inglés 6	Taller	2	2	4	6	Ciencias Sociales y Humanidades
15	Inglés 7	Taller	2	2	4	6	Ciencias Sociales y Humanidades
16	Inglés 8	Taller	2	2	4	6	Ciencias Sociales y Humanidades
17	Mecánica clásica	Curso	3	1	4	7	Ciencias Exactas
18	Metrología	Taller	1	2	3	4	Bioingeniería Médica
19	Patología	Curso	6	0	6	12	Ciencias Médicas
20	Química	Curso	2	0	2	4	Ciencias Médicas
20	TOTAL		55	35	90	145	



NÚCLEO SUSTANTIVO

OBLIGATORIAS

No.	UNIDAD DE APRENDIZAJE	TIPO	HT	HP	TH	CR	ÁREA CURRICULAR
1	Adquisición de imágenes médicas	Curso	2	2	4	6	Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas
2	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas	Curso	4	2	6	10	Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas
3	Algoritmos y programación básica	Taller	2	2	4	6	Ciencias de la Computación
4	Análisis y síntesis de mecanismos	Curso	3	1	4	7	Robótica Médica
5	Bioestadística	Curso	3	1	4	7	Ciencias Exactas
6	Biomateriales	Curso	3	1	4	7	Robótica Médica
7	Biomecánica	Curso	2	2	4	6	Robótica Médica
8	Circuitos eléctricos	Curso	4	2	6	10	Ciencias Exactas
9	Dibujo por computadora	Taller	0	4	4	4	Ciencias de la Computación
10	Electrónica digital y microcontroladores	Curso	4	2	6	10	Bioingeniería Médica
11	Electrónica I	Curso	4	2	6	10	Bioingeniería Médica
12	Electrónica II	Curso	3	2	5	8	Bioingeniería Médica
13	Ergonomía y factores humanos	Curso	2	2	4	6	Robótica Médica



Continuación...

No.	UNIDAD DE APRENDIZAJE	TIPO	HT	HP	TH	CR	ÁREA CURRICULAR
14	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos	Curso	3	1	4	7	Ciencias Exactas
15	Gestión de la tecnología médica	Curso	2	2	4	6	Ingeniería Clínica
16	Instrumentación biomédica	Curso	2	2	4	6	Bioingeniería Médica
17	Metodología de la investigación	Curso	2	0	2	4	Bioingeniería Médica
18	Métodos numéricos	Taller	2	2	4	6	Ciencias de la Computación
19	Modelado y análisis de sistemas dinámicos	Curso	2	2	4	6	Robótica Médica
20	Procesamiento de imágenes médicas	Taller	2	2	4	6	Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas
21	Programación avanzada	Taller	2	2	4	6	Ciencias de la Computación
22	Seguridad e higiene en el sector salud	Curso	2	2	4	6	Ingeniería Clínica
23	Sistema de salud	Curso-taller	2	2	4	6	Ingeniería Clínica
24	Sistemas de asistencia y rehabilitación	Curso	2	2	4	6	Robótica Médica
25	Sistemas informáticos de administración hospitalaria	Curso	2	2	4	6	Ingeniería Clínica



Continuación...

No.	UNIDAD DE APRENDIZAJE	TIPO	HT	HP	TH	CR	ÁREA CURRICULAR
26	Sistemas y señales continuas	Curso	3	1	4	7	Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas
27	Sistemas y señales discretas	Curso	4	2	6	10	Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas
27		TOTAL	68	49	117	185	



NÚCLEO INTEGRAL

OBLIGATORIAS

No.	UNIDAD DE APRENDIZAJE	TIPO	HT	HP	TH	CR	ÁREA CURRICULAR
1	Análisis de imágenes médicas	Taller	2	2	4	6	Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas
2	Bioética	Taller	0	4	4	4	Ciencias Sociales y Humanidades
3	Calidad en los servicios de salud	Curso	2	2	4	6	Ingeniería Clínica
4	Comunicación persona máquina	Curso	2	2	4	6	Robótica Médica
5	Control de sistemas dinámicos	Curso	2	2	4	6	Robótica Médica
6	Dispositivos biomédicos	Taller	1	3	4	5	Bioingeniería Médica
7	Ética de la persona y la comunidad	Seminario	0	4	4	4	Ciencias Sociales y Humanidades
8	Ética y humanismo	Taller	0	4	4	4	Ciencias Sociales y Humanidades
9	Gestión de proyectos	Curso	2	2	4	6	Ingeniería Clínica
10	Instrumentación biomédica avanzada	Curso	4	2	6	10	Bioingeniería Médica
11	Proyecto integral de Bioingeniería Médica	Taller	0	4	4	4	Bioingeniería Médica
12	Reconocimiento de patrones	Curso	4	2	6	10	Ciencias de la Computación
13	Robótica médica	Curso	2	2	4	6	Robótica Médica
14	Tecnología médica 1	Curso	2	0	2	4	Bioingeniería Médica
15	Tecnología médica 2	Curso	2	0	2	4	Bioingeniería Médica
16	Tecnología médica aplicada 1 ¢	Curso-taller	0	2	2	2	Bioingeniería Médica
17	Tecnología médica aplicada 2 ¢	Curso-taller	0	2	2	2	Bioingeniería Médica
18	Telemedicina	Curso	2	2	4	6	Ingeniería Clínica
18		SUBTOTAL	27	41	68	95	



OPTATIVAS. Cursar y acreditar 4 UA para cubrir 20 créditos.

No.	UNIDAD DE APRENDIZAJE	TIPO	HT	HP	TH	CR	ÁREA CURRICULAR
1	3D modelling [†]	Taller	1	3	4	5	Ciencias de la Computación
2	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	Taller	1	3	4	5	Bioingeniería Médica
3	Artificial intelligence [†]	Taller	1	3	4	5	Ciencias de la Computación
4	Biología molecular y celular	Taller	1	3	4	5	Ciencias Médicas
5	Comunicación asertiva	Taller	1	3	4	5	Ingeniería Clínica
6	Executive skills [†]	Taller	1	3	4	5	Ingeniería Clínica
7	Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	Taller	1	3	4	5	Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas
8	Tanatología	Taller	1	3	4	5	Ciencias Sociales y Humanidades
9	Tecnología de asistencia	Taller	1	3	4	5	Bioingeniería Médica
10	Virtual reality [†]	Taller	1	3	4	5	Ciencias de la Computación

4	SUBTOTAL	4	12	16	20	
----------	-----------------	----------	-----------	-----------	-----------	--

[†] UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

[©] UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico-hospitalaria.

22	TOTAL DEL NÚCLEO INTEGRAL	31	53	84	115	
-----------	----------------------------------	-----------	-----------	-----------	------------	--

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA OBLIGATORIAS	65
UA OPTATIVAS	4
UA A ACREDITAR	69
CRÉDITOS	445

Nota: Una vez que se hayan acreditado el total de créditos, el alumno deberá realizar un año de servicio social.



3.3.1 Resumen de la estructura y organización del plan de estudios

Área curricular	Núcleo Básico			Núcleo Sustantivo			Núcleo Integral					
	Obligatorio			Obligatorio			Obligatorio			Optativo		
	UA	TH	CR	UA	TH	CR	UA	TH	CR	UA	TH	CR
Bioingeniería Médica	1	3	4	5	23	38	7	22	31	2	8	10
Ciencias de la Computación	0	0	0	4	16	22	1	6	10	3	12	15
Ciencias Exactas	5	20	35	3	14	24	0	0	0	0	0	0
Ciencias Médicas	7	38	66	0	0	0	0	0	0	1	4	5
Ciencias Sociales y Humanidades	7	29	40	0	0	0	3	12	12	1	4	5
Ingeniería Clínica	0	0	0	4	16	24	3	12	18	2	8	10
Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas	0	0	0	5	24	39	1	4	6	1	4	5
Robótica Médica	0	0	0	6	24	38	3	12	18	0	0	0
Total	20	90	145	27	117	185	18	68	95	10	40	50



Resumen de la estructura curricular

No.	Área curricular	Unidades de aprendizaje		Créditos	
		Obligatorias	Optativas	Obligatorios	Optativos
1	Bioingeniería Médica	13	2	73	10
2	Ciencias de la Computación	5	3	32	15
3	Ciencias Exactas	8	0	59	0
4	Ciencias Médicas	7	1	66	5
5	Ciencias Sociales y Humanidades	10	1	52	5
6	Ingeniería Clínica	7	2	42	10
7	Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas	6	1	45	5
8	Robótica Médica	9	0	56	0
Total		65	10	425	50

Resumen de la organización curricular a acreditar

Núcleo	Obligatorio			Optativo		
	UA	TH	CR	UA	TH	CR
Básico	20	90	145	0	0	0
Sustantivo	27	117	185	0	0	0
Integral	18	68	95	4	16	20
Total	65	275	425	4	16	20



3.4 Seriación

Unidad de aprendizaje antecedente	Unidad de aprendizaje consecuente
Adquisición de imágenes médicas	Procesamiento de imágenes médicas
Álgebra superior	Álgebra lineal
Algoritmos y programación básica	Programación avanzada
Anatomía del aparato musculoesquelético	Anatomía por aparatos y sistemas
Cálculo diferencial e integral	Ecuaciones diferenciales
Circuitos eléctricos	Electrónica I
Electrónica I	Electrónica II
Electrónica II	Instrumentación biomédica
Fisiología del aparato musculoesquelético	Fisiología por aparatos y sistemas
Inglés 5	Inglés 6
Inglés 6	Inglés 7
Inglés 7	Inglés 8
Instrumentación biomédica	Instrumentación biomédica avanzada
Modelado y análisis de sistemas dinámicos	Control de sistemas dinámicos
Procesamiento de imágenes médicas	Análisis de imágenes médicas
Programación avanzada	Métodos numéricos
Programación avanzada	Electrónica digital y microcontroladores
Sistemas informáticos de administración hospitalaria	Telemedicina
Sistemas y señales continuas	Sistemas y señales discretas
Sistemas y señales discretas	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas



3.5 Distribución en períodos escolares

Primer periodo escolar

UNIDAD DE APRENDIZAJE	HT	HP	TH	CR
Álgebra superior	3	1	4	7
Anatomía del aparato musculoesquelético	4	2	6	10
Cultura de paz, igualdad de género e inclusión	0	3	3	3
Epistemología de la Bioingeniería Médica	3	3	6	9
Fisiología del aparato musculoesquelético	4	2	6	10
Metrología	1	2	3	4
Química	2	0	2	4
TOTAL	17	13	30	47

Segundo periodo escolar

UNIDAD DE APRENDIZAJE	HT	HP	TH	CR
Álgebra lineal	3	1	4	7
Anatomía por aparatos y sistemas	4	2	6	10
Ética de la confianza como responsabilidad	0	4	4	4
Fisiología por aparatos y sistemas	4	2	6	10
Inglés 5	2	2	4	6
Mecánica clásica	3	1	4	7
TOTAL	16	12	28	44



Tercer periodo escolar

UNIDAD DE APRENDIZAJE	HT	HP	TH	CR
Algoritmos y programación básica	2	2	4	6
Bioquímica médica	4	2	6	10
Cálculo diferencial e integral	3	1	4	7
Circuitos eléctricos	4	2	6	10
Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos	3	1	4	7
Inglés 6	2	2	4	6
Sistema de salud	2	2	4	6
TOTAL	20	12	32	52

Cuarto periodo escolar

UNIDAD DE APRENDIZAJE	HT	HP	TH	CR
Análisis y síntesis de mecanismos	3	1	4	7
Ecuaciones diferenciales	3	1	4	7
Electrónica I	4	2	6	10
Inglés 7	2	2	4	6
Patología	6	0	6	12
Programación avanzada	2	2	4	6
Seguridad e higiene en el sector salud	2	2	4	6
TOTAL	22	10	32	54



Quinto periodo escolar

UNIDAD DE APRENDIZAJE	HT	HP	TH	CR
Adquisición de imágenes médicas	2	2	4	6
Biomateriales	3	1	4	7
Electrónica digital y microcontroladores	4	2	6	10
Electrónica II	3	2	5	8
Gestión de la tecnología médica	2	2	4	6
Inglés 8	2	2	4	6
Métodos numéricos	2	2	4	6
Sistemas y señales continuas	3	1	4	7
TOTAL	21	14	35	56

Sexto periodo escolar

UNIDAD DE APRENDIZAJE	HT	HP	TH	CR
Biomecánica	2	2	4	6
Dibujo por computadora	0	4	4	4
Ergonomía y factores humanos	2	2	4	6
Ética de la persona y la comunidad	0	4	4	4
Instrumentación biomédica	2	2	4	6
Procesamiento de imágenes médicas	2	2	4	6
Sistemas de asistencia y rehabilitación	2	2	4	6
Sistemas y señales discretas	4	2	6	10
TOTAL	14	20	34	48



Séptimo periodo escolar

UNIDAD DE APRENDIZAJE	HT	HP	TH	CR
Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas	4	2	6	10
Análisis de imágenes médicas	2	2	4	6
Bioestadística	3	1	4	7
Instrumentación biomédica avanzada	4	2	6	10
Metodología de la investigación	2	0	2	4
Modelado y análisis de sistemas dinámicos	2	2	4	6
Sistemas informáticos de administración hospitalaria	2	2	4	6
Tecnología médica 1	2	0	2	4
Tecnología médica aplicada 1 [©]	0	2	2	2
TOTAL	21	13	34	55

Octavo periodo escolar

UNIDAD DE APRENDIZAJE	HT	HP	TH	CR
Comunicación persona máquina	2	2	4	6
Control de sistemas dinámicos	2	2	4	6
Ética y humanismo	0	4	4	4
Gestión de proyectos	2	2	4	6
Reconocimiento de patrones	4	2	6	10
Tecnología médica 2	2	0	2	4
Tecnología médica aplicada 2 [©]	0	2	2	2
Telemedicina	2	2	4	6
Optativa 1	1	3	4	5
TOTAL	15	19	34	49



Noveno periodo escolar

UNIDAD DE APRENDIZAJE	HT	HP	TH	CR
Bioética	0	4	4	4
Calidad en los servicios de salud	2	2	4	6
Dispositivos biomédicos	1	3	4	5
Proyecto integral de Bioingeniería Médica	0	4	4	4
Robótica médica	2	2	4	6
Optativa 2	1	3	4	5
Optativa 3	1	3	4	5
Optativa 4	1	3	4	5
TOTAL	8	24	32	40

¹ UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

² UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico-hospitalaria.



3.6 Reglas de operación para administrar el plan de estudios

La administración de la trayectoria escolar del alumno se concreta en la oferta de unidades de aprendizaje por periodos escolares desde la operación de los criterios del plan de estudios siguientes:

Generales

1. Se deberán impartir componentes temáticos en el idioma inglés en al menos cuatro UUAA obligatorias.
2. Las UUAA referentes a los idiomas se podrán acreditar en algún espacio académico; por reconocimiento de constancias institucionales o certificados internacionales obtenidos previamente; y/o mediante la evaluación por examen de competencias.
3. Se incluyen cuatro UUAA optativas en el plan de estudios con denominación, objetivos y contenidos en inglés, para impartirlas y evaluarlas en dicho idioma. Se recomienda sean cursadas una vez que se hayan aprobado las UUAA obligatorias de inglés.
4. En caso de que no se acredite una UA optativa en segunda oportunidad, y se hayan agotado las UUAA ofertadas, la oferta se deberá ampliar.
5. El desarrollo de las competencias básicas (leer, escribir, administración de recursos, trabajo en grupo, pensamiento crítico, etcétera) así como los aprendizajes para la vida (educación sexual, educación para el consumo, cultura física y deporte, arte y cultura, entre otros) se trabajarán como temas transversales en las UUAA que conforman el plan de estudios, incluyéndose en actividades escolares permanentes y aplicaciones creativas de su disciplina en estos temas, reforzándose por medio de actividades co-curriculares.
6. La elección de la carga académica máxima que señala el plan de estudios se conforma por UUAA del periodo escolar que se cursa, como se visualiza en el mapa curricular, y algunas de máximo dos periodos escolares consecuentes, lo que permite reducir la duración en los estudios en un mínimo de cuatro años.
7. Se puede utilizar el periodo intensivo o especial con la finalidad de reducir la duración de los estudios, en un mínimo de cuatro años, y favorecer el egreso de los alumnos de manera anticipada.
8. La movilidad estudiantil intrainstitucional se sustentará en UUAA comunes o equivalentes de este o diferente plan de estudios, así como en acuerdos o convenios entre los Organismos Académicos, Centros Universitarios y Dependencias Académicas, previa aprobación de los Consejos respectivos.
9. La movilidad estudiantil y académica con otras Instituciones de Educación Superior, nacionales o extranjeras, se sujetará a los programas, lineamientos, convenios y acuerdos interinstitucionales en la materia; y en los criterios y procedimientos establecidos por la universidad.
10. Los estudios realizados en movilidad estudiantil podrán reconocerse en el plan de estudios de origen por UA, por bloque de créditos o por periodo escolar.



11. En las UUAA establecidas como tipo curso-taller la aplicación de los conocimientos es través de prácticas escolares obligatorias para el logro del objetivo de la UA, mismas que podrán realizarse durante o al final de un periodo escolar y fuera del espacio académico de adscripción
12. En la modalidad educativa mixta, las UUAA del plan de estudios se deberán impartir de manera escolarizada (presencial), y de éstas, dos o más se ofrecerán en la modalidad no escolarizada (a distancia, abierta o virtual).
En la modalidad educativa no escolarizada, las UUAA del plan de estudios se deberán impartir a través del sistema de administración de la enseñanza a distancia, abierto o virtual.
13. Cada UA impartida de manera presencial deberá contar con un programa de estudios, una guía de evaluación y una guía pedagógica, en su caso, la guía de organización pedagógica.
Para la UA impartida a través de un sistema de enseñanza a distancia, virtual o abierta se deberá elaborar la guía de estudio independiente.
14. Se deberá asignar un solo profesor por grupo de cada UA, el cual será responsable de impartir y evaluar los contenidos de esta, así como de asignar la calificación correspondiente a cada alumno.
15. Para la apertura de grupos se deberá ocupar la capacidad máxima del espacio destinado para impartir la UA, en su caso, contar con al menos 15 alumnos inscritos en la UA, o los necesarios para que sea costeable el pago del profesor.
16. La evaluación de las UUAA se regirá por lo dispuesto en el Reglamento de Facultades y Escuelas Profesionales, y desde las normas que ahí se establecen se regulará la permanencia y promoción académica de los alumnos.
17. En el certificado de estudios la denominación de las UUAA deberá corresponder con lo señalado en el apartado *Estructura y organización del plan de estudios*, diferenciando las UUAA obligatorias de las optativas.
18. Para otorgar el certificado de estudios y la carta de pasante, se deberá aprobar la totalidad de UUAA (obligatorias y optativas) y cubrir el total de créditos señalados en el plan de estudios.
19. La evaluación profesional se regirá por lo establecido en el Reglamento de Evaluación Profesional.
20. El plazo para presentar la evaluación profesional será de dos veces la duración total del plan de estudios, a partir de la primera inscripción, sin contar los intervalos de interrupción.



Particulares:

1. Para concluir el plan de estudios de la Licenciatura en Bioingeniería Médica se deberán aprobar 65 UUAA obligatorias y 4 UUAA optativas, para cubrir un total de 445 créditos, de los cuales 425 son obligatorios y 20 optativos. De los 445 créditos se deberán cubrir 145 del núcleo básico, 185 del sustantivo y 115 de la integral.
2. Se podrán cursar un mínimo de 25 créditos y un máximo de 56 créditos por periodo escolar regular.
3. El comité de currículo podrá ampliar la gama de UUAA optativas del plan de estudios, previa autorización de los consejos internos correspondientes, misma que deberá notificarse a la Dirección de Estudios Profesionales.
4. El comité de currículo determinará cuáles UUAA deben ser instrumentadas en el sistema de administración de la enseñanza a distancia, abierta, virtual o en línea, un periodo antes de su impartición; y serán aprobadas por los consejos respectivos, y del conocimiento de la Dirección de Estudios Profesionales.
5. La elección de UUAA optativas a cursar deberá ser de la gama que se señala en el apartado de estructura y organización del plan de estudios.
6. Las UUAA de Tecnología médica 1 y Tecnología médica aplicada 1 deberán cursarse simultáneamente en el periodo que establece el mapa curricular, al igual que Tecnología médica 2 y Tecnología médica aplicada 2.

Recomendaciones para la planeación académica de las UUAA

1. La oferta académica de las UUAA del primer periodo escolar quedará sujeta a lo establecido en el mapa curricular; para las UUAA del segundo periodo en adelante, se tomará en cuenta la ubicación y seriación señaladas en el mismo, así como las UUAA con mayor índice de reprobación, esto último con la finalidad de ir disminuyendo la matrícula que esté en situación irregular.
2. Dosificar la carga académica por periodo escolar regular con base en los mínimos y máximos a cursar.
3. Realizar sondeo de preferencias para identificar el número de alumnos con las condiciones de inscripción a las UUAA optativas establecidas en forma manual, y ajustarlo con base en la matrícula activa del programa educativo, es decir, alumnos de movilidad, de planes en desplazamiento, desfasados y/o reprobados.
4. Ampliar la oferta académica tomando en cuenta las UUAA obligatorias u optativas de máximo dos periodos escolares siguientes, con base en el mapa curricular y en la secuencia lógica disciplinaria de los contenidos.
5. Analizar los recursos financieros, humanos e infraestructura para definir el número de grupos por cada UA que se oferte en el periodo regular.
6. Analizar de manera continua las trayectorias académicas para evitar irregularidades académicas y atenderlas oportunamente.
7. El mapa curricular corresponde a una trayectoria académica ideal en la que el alumno debe cursar su plan de estudios, con base en sus necesidades e intereses, y recursos del espacio académico a fin de que pueda concluir en menos o más tiempo.



8. Las UUA de Algoritmos y programación básica; Programación avanzada; Métodos numéricos; Electrónica I y II; Electrónica digital y microcontroladores; Instrumentación Avanzada, Circuitos eléctricos y unidades de aprendizaje impartidas por profesores adscritos a la Facultad de Ingeniería se podrán impartir, cursar y acreditar en la Facultad de Ingeniería.



3.7 Formación común

Que se comparte en la Facultad de Medicina

Programa educativo	FC
Licenciatura en Nutrición, 2016	●
Licenciatura de Médico Cirujano, 2018	●
Licenciatura en Fisioterapia, 2019	●
Licenciatura en Terapia Ocupacional, 2019	●
Licenciatura en Bioingeniería Médica, 2023	●

Unidad de Aprendizaje	HT	HP	TH	CR
Inglés 5	2	2	4	6

Aplicar los elementos básicos para comunicarse en el idioma Inglés, en sus formas oral y escrita, en situaciones como: comprensión de reglas, experiencias y hábitos presentes y pasados, siguiendo secuencias lógicas, restricciones y obligaciones, solicitud y concesión de permisos, referencia a sucesos significativos, comprensión y expresión de relaciones de causa y efecto, comprensión de ideas centrales en un discurso oral y escrito; así como detalles relacionados con información personal, secuencia de eventos y descripción de lugares.

Unidad de Aprendizaje	HT	HP	TH	CR
Inglés 6	2	2	4	6

Aplicar estructuras, vocabulario y estrategias comunicativas del idioma inglés en la expresión de situaciones presentes y anhelos a futuro, así como en la descripción de procesos, eventos y hechos haciendo énfasis en el objeto que recibe la acción.

Unidad de Aprendizaje	HT	HP	TH	CR
Inglés 7	2	2	4	6

Aplicar la estructura y función de tiempos verbales con el fin de comunicar eventos, hábitos, opiniones, planes y expectativas, dando a su discurso matices de modo y aspecto tanto en lo oral como en lo escrito.



Unidad de Aprendizaje	HT	HP	TH	CR
Inglés 8	2	2	4	6

Formular opiniones, requerimientos, advertencias, recomendaciones y otro tipo de discursos que conlleven una intención específica mediante el uso de verbos que definan esa intención en la que podrá imprimir un tono impersonal y de generalidad al centrar su discurso en un objeto evento o proceso mediante el uso de voz pasiva y estructuras causativas.

*

Programa educativo	FC
Licenciatura en Nutrición, 2016	●
Licenciatura en Bioingeniería Médica, 2023	●

Unidad de Aprendizaje	HT	HP	TH	CR
Comunicación asertiva	1	3	4	5

Analizar conceptos, procesos y técnicas de asertividad y comunicación para lograr la comprensión de la información y el desarrollo óptimo con su entorno.
Expresar ideas y sentimientos de forma consciente congruente, clara, directa, equilibrada y respetuosa.

*

Programa educativo	FC
Licenciatura en Fisioterapia, 2019	●
Licenciatura en Bioingeniería Médica, 2023	●

Unidad de Aprendizaje	HT	HP	TH	CR
Tecnología de asistencia	1	3	4	5

Evaluar el desarrollo, los procesos y el uso de productos tecnológicos con enfoque biosistemático que le permitan la interacción activa desde la óptica de la Fisioterapia.



3.8 Mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA, 2023

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
O B L I G A T O R I A S	Anatomía del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Anatomía por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Bioquímica médica 4 2 6 6	Patología 6 0 6 12	Adquisición de imágenes médicas 2 2 4 6	Procesamiento de imágenes médicas 2 2 4 6	Análisis de imágenes médicas 2 2 4 6	Comunicación persona máquina 2 2 4 6	Robótica médica 2 2 4 6
	Fisiología del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Fisiología por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Sistema de salud 2 2 4 6	Seguridad e higiene en el sector salud 2 2 4 6	Gestión de la tecnología médica 2 2 4 6	Ergonomía y factores humanos 2 2 4 6	Sistemas informáticos de administración hospitalaria 2 2 4 6	Telemedicina 2 2 4 6	Calidad en los servicios de salud 2 2 4 6
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Cálculo diferencial e integral 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Sistemas y señales continuas 3 1 4 7	Sistemas y señales discretas 4 2 6 10	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas 4 2 6 10	Reconocimiento de patrones 4 2 6 10	Dispositivos biomédicos 1 3 4 5
	Química 2 0 2 4	Mecánica clásica 3 1 4 7	Circuitos eléctricos 4 2 6 10	Electrónica I 4 2 6 10	Electrónica II 3 2 5 8	Instrumentación biomédica 2 2 4 6	Instrumentación biomédica avanzada 4 2 6 10	Ética y humanismo 0 4 4 4	Bioética 0 4 4 4
	Metrología 1 2 3 4		Algoritmos y programación básica 2 2 4 6	Programación avanzada 2 2 4 6	Métodos numéricos 2 2 4 6	Dibujo por computadora 0 4 4 4	Metodología de la investigación 2 0 2 4	Gestión de proyectos 2 2 4 6	Proyecto integral de Bioingeniería Médica 0 4 4 4
	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 3 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos 3 1 4 7	Análisis y síntesis de mecanismos 3 1 4 7	Electrónica digital y microcontroladores 4 2 4 10	Sistemas de asistencia y rehabilitación 2 2 4 6	Modelado y análisis de sistemas dinámicos 2 2 4 6	Control de sistemas dinámicos 2 2 4 6	
					Biomateriales 3 4 7	Biomecánica 2 2 4 6	Tecnología médica 1 2 0 4	Tecnología médica 2 2 0 4	
	Epistemología de la Bioingeniería Médica 3 3 6 9	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4	Tecnología médica aplicada 1 ^{RS} 0 2 4 2	Tecnología médica aplicada 2 ^{RS} 0 2 4 2	
							Bioestadística 3 1 4 7		
	O P T A T I V A S							Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5
								Optativa 3 1 3 4 5	
								Optativa 4 1 3 4 5	
	HT 17 HP 13 TH 30 CR 47	HT 16 HP 12 TH 28 CR 44	HT 20 HP 12 TH 32 CR 52	HT 22 HP 10 TH 32 CR 54	HT 21 HP 14 TH 35 CR 56	HT 14 HP 20 TH 34 CR 48	HT 21 HP 13 TH 34 CR 55	HT 15 HP 19 TH 34 CR 49	HT 8 HP 24 TH 32 CR 40





DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9																
							<table border="1"> <tr><td>3D modelling ¹</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	3D modelling ¹	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Reconstrucción de imágenes médicas en 3D</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1		3		4		5
3D modelling ¹	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Tanatología</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tanatología	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1		3		4		5
Tanatología	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Biología molecular y celular</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Biología molecular y celular	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Artificial intelligence ¹</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Artificial intelligence ¹	1		3		4		5
Biología molecular y celular	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Artificial intelligence ¹	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Executive skills ¹</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Executive skills ¹	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Virtual reality ¹</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Virtual reality ¹	1		3		4		5
Executive skills ¹	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Virtual reality ¹	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Comunicación asertiva</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Comunicación asertiva	1		3		4		5								
Comunicación asertiva	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Tecnología de asistencia</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tecnología de asistencia	1		3		4		5								
Tecnología de asistencia	1																							
	3																							
	4																							
	5																							

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

- Núcleo básico obligatorio.
- Núcleo sustantivo obligatorio.
- Núcleo integral obligatorio.
- Núcleo integral optativo

➔ 20 líneas de seriación.
Créditos mínimos 25 y máximos 56 por periodo escolar.

² UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico hospitalaria.
¹ UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 20 UA	55
	35
	90
	145

Total del núcleo básico: acreditar 20 total de UA para cubrir 145 total de créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	68
	49
	117
	185

Total del núcleo sustantivo acreditar 27 total de UA para cubrir 185 total de créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 18 UA	27
	41
	68
	95

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 4 UA	4
	12
	16
	20

Total del núcleo integral acreditar 22 total de UA para cubrir 115 total de créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	65
UA optativas	4
UA a acreditar	69
Créditos	445

Nota: Una vez que se hayan acreditado el total de créditos, el alumno deberá realizar un año de servicio social.





3.9 Tabla de equivalencia para desplazamiento

Plan de estudios 2010				Plan de estudios 2023				Relación
Unidad de aprendizaje	TH	CR	Carácter	Unidad de aprendizaje	TH	CR	Carácter	
Administración y evaluación de proyectos de bioingeniería	4	6	Obligatoria	Gestión de proyectos	4	6	Obligatoria	Cambio de denominación
Adquisición de imágenes médicas	4	6	Obligatoria	Adquisición de imágenes médicas	4	6	Obligatoria	Cambio de denominación, créditos y contenidos
Imagenología	4	4	Obligatoria					
Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas	6	10	Obligatoria	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas	6	10	Obligatoria	Sin cambio
Álgebra lineal para bioingeniería	4	8	Obligatoria	Álgebra lineal	4	7	Obligatoria	Cambio de denominación y créditos
Algoritmos y programación básica	4	6	Obligatoria	Algoritmos y programación básica	4	6	Obligatoria	Sin cambio
Análisis de imágenes médicas	4	6	Obligatoria	Análisis de imágenes médicas	4	6	Obligatoria	Sin cambio
Análisis de sistemas y señales biomédicas continuas	4	8	Obligatoria	Sistemas y señales continuas	4	7	Obligatoria	Cambio de denominación y créditos
Análisis de sistemas y señales biomédicas discretas	4	8	Obligatoria	Sistemas y señales discretas	6	10	Obligatoria	Cambio de denominación, horas y créditos
Análisis y síntesis de mecanismos	6	10	Obligatoria	Análisis y síntesis de mecanismos	4	7	Obligatoria	Cambio de horas y créditos
Anatomía del aparato musculoesquelético	6	10	Obligatoria	Anatomía del aparato musculoesquelético	6	10	Obligatoria	Sin cambio



Continuación...

Plan de estudios 2010				Plan de estudios 2023				Relación
Unidad de aprendizaje	TH	CR	Carácter	Unidad de aprendizaje	TH	CR	Carácter	
Anatomía por aparatos y sistemas	6	10	Obligatoria	Anatomía por aparatos y sistemas	6	10	Obligatoria	Sin cambio
Aplicaciones de la mecánica clásica a la bioingeniería	4	6	Obligatoria	Mecánica clásica	4	7	Obligatoria	Cambio de denominación y créditos
Bioética	4	8	Obligatoria	Bioética	4	4	Obligatoria	Cambio de créditos
Biología molecular y celular	4	6	Optativa	Biología molecular y celular	4	5	Optativa	Cambio de créditos
Biomecánica	4	6	Obligatoria	Biomecánica	4	6	Obligatoria	Sin cambio
Bioquímica médica	10	16	Obligatoria	Bioquímica médica	6	10	Obligatoria	Cambio de horas y créditos
Cálculo diferencial e integral para bioingeniería	4	8	Obligatoria	Cálculo diferencial e integral	4	7	Obligatoria	Cambio de denominación y créditos
Calidad en los servicios de salud	4	6	Optativa	Calidad en los servicios de salud	4	6	Obligatoria	Cambio de carácter
Circuitos eléctricos	6	10	Obligatoria	Circuitos eléctricos	6	10	Obligatoria	Sin cambio
Comunicación persona máquina	4	6	Obligatoria	Comunicación persona máquina	4	6	Obligatoria	Sin cambio
Dibujo por computadora	6	8	Obligatoria	Dibujo por computadora	4	4	Obligatoria	Cambio de horas y créditos
Ecuaciones diferenciales para bioingeniería	4	8	Obligatoria	Ecuaciones diferenciales	4	7	Obligatoria	Cambio de créditos y denominación



Continuación...

Plan de estudios 2010				Plan de estudios 2023				Relación
Unidad de aprendizaje	TH	CR	Carácter	Unidad de aprendizaje	TH	CR	Carácter	
Electrónica analógica	6	10	Obligatoria	Electrónica I	6	10	Obligatoria	Cambio de denominación y contenidos
				Electrónica II	5	8	Obligatoria	Cambio de denominación, contenidos, horas y créditos
Electrónica digital y procesadores de señales	6	10	Obligatoria	Electrónica digital y microcontroladores	6	10	Obligatoria	Cambio de denominación
Epistemología de las ciencias naturales	2	2	Obligatoria	Epistemología de la Bioingeniería Médica	6	9	Obligatoria	Cambio de denominación, horas, créditos y contenidos
Epistemología general	4	8	Obligatoria					
Ergonomía y factores humanos	4	6	Obligatoria	Ergonomía y factores humanos	4	6	Obligatoria	Sin cambio
Ética y humanismo	4	7	Obligatoria	Ética y humanismo	4	4	Obligatoria	Cambio de créditos
Farmacología general	4	6	Optativa					Sin equivalencia
Fisiología del aparato musculoesquelético	6	10	Obligatoria	Fisiología del aparato musculoesquelético	6	10	Obligatoria	Sin cambio
Fisiología por aparatos y sistemas	6	10	Obligatoria	Fisiología por aparatos y sistemas	6	10	Obligatoria	Sin cambio
Fluidos y termodinámica	4	8	Obligatoria	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos	4	7	Obligatoria	Cambio de denominación y créditos
Histología	6	10	Obligatoria					Sin equivalencia
Inglés C1	4	6	Obligatoria	Inglés 5	4	6	Obligatoria	Cambio de denominación
Inglés C2	4	6	Obligatoria	Inglés 6	4	6	Obligatoria	Cambio de denominación



Continuación...

Plan de estudios 2010				Plan de estudios 2023				Relación
Unidad de aprendizaje	TH	CR	Carácter	Unidad de aprendizaje	TH	CR	Carácter	
Inglés D1	4	6	Obligatoria	Inglés 7	4	6	Obligatoria	Cambio de denominación
Inglés D2	4	6	Obligatoria	Inglés 8	4	6	Obligatoria	Cambio de denominación
Inteligencia artificial/vida artificial	4	6	Optativa	<i>Artificial intelligence</i> [†]	4	5	Optativa	Cambio de denominación y créditos
Introducción a la instrumentación biomédica	6	10	Obligatoria	Instrumentación biomédica	4	6	Obligatoria	Cambio de denominación, horas y créditos
Mecánica de materiales	4	6	Obligatoria	Biomateriales	4	7	Obligatoria	Cambio de denominación y créditos
Métodos numéricos	4	6	Obligatoria	Métodos numéricos	4	6	Obligatoria	Sin cambio
Metrología de variables biomédicas	2	2	Obligatoria	Metrología	3	4	Obligatoria	Cambio de denominación, horas y créditos
Modelado de objetos en 3 Dimensiones	4	6	Optativa	<i>3D modelling</i> [†]	4	5	Optativa	Cambio de denominación y créditos
Neurociencias	6	10	Obligatoria					Sin equivalencia
Patología clínica	6	10	Obligatoria	Patología	6	12	Obligatoria	Cambio de denominación, horas y créditos
Patología general	5	10	Obligatoria					
Probabilidad y estadística para bioingeniería	4	8	Obligatoria	Bioestadística	4	7	Obligatoria	Cambio de denominación y créditos
Programación avanzada	4	6	Obligatoria	Programación avanzada	4	6	Obligatoria	Sin cambio
Proyecto terminal de bioingeniería	6	6	Obligatoria	Proyecto integral de Bioingeniería Médica	4	4	Obligatoria	Cambio de denominación, horas y créditos
Realidad virtual	4	6	Optativa	<i>Virtual reality</i> [†]	4	5	Optativa	Cambio de denominación y horas



Continuación...

Plan de estudios 2010				Plan de estudios 2023				Relación
Unidad de aprendizaje	TH	CR	Carácter	Unidad de aprendizaje	TH	CR	Carácter	
Robótica médica	4	6	Obligatoria	Robótica médica	4	6	Obligatoria	Sin cambio
Seguridad e higiene en el trabajo	4	6	Obligatoria	Seguridad e higiene en el sector salud	4	6	Obligatoria	Cambio de denominación
Sistemas de asistencia y rehabilitación	4	6	Obligatoria	Sistemas de asistencia y rehabilitación	4	6	Obligatoria	Sin cambio
Sistema de salud	4	6	Obligatoria	Sistema de salud	4	6	Obligatoria	Sin cambio
Sistemas informáticos de administración hospitalaria	2	4	Obligatoria	Sistemas informáticos de administración hospitalaria	4	6	Obligatoria	Cambio de horas y créditos
Tanatología	3	5	Obligatoria	Tanatología	4	5	Optativa	Cambio de carácter y horas
Tecnología médica por aparato y sistema 1	4	6	Obligatoria	Tecnología médica 1	2	4	Obligatoria	Cambio de denominación, horas, créditos y contenidos
				Tecnología médica aplicada 1 [€]	2	2	Obligatoria	Cambio de denominación, horas, créditos y contenidos
Tecnología médica por aparato y sistema 2	4	6	Obligatoria	Tecnología médica 2	2	4	Obligatoria	Cambio de denominación, horas, créditos y contenidos.
				Tecnología médica aplicada 2 [€]	2	2	Obligatoria	Cambio de denominación, horas, créditos y contenidos.
Telemedicina	4	6	Obligatoria	Telemedicina	4	6	Obligatoria	Sin cambio
Temas selectos de bioingeniería 1	4	6	Obligatoria	Modelado y análisis de sistemas dinámicos	4	6	Obligatoria	Cambio de denominación



Continuación...

Plan de estudios 2010				Plan de estudios 2023				Relación
Unidad de aprendizaje	TH	CR	Carácter	Unidad de aprendizaje	TH	CR	Carácter	
Temas selectos de bioingeniería 2	4	6	Obligatoria	Gestión de la tecnología médica	4	6	Obligatoria	Cambio de denominación
Tratamiento de imágenes médicas	4	6	Obligatoria	Procesamiento de imágenes médicas	4	6	Obligatoria	Cambio de denominación
Tratamiento de señales inspirado en la naturaleza	6	10	Obligatoria	Reconocimiento de patrones	6	10	Obligatoria	Cambio de denominación
				Álgebra superior	4	7	Obligatoria	Nueva
				Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	4	5	Optativa	Nueva
				Comunicación asertiva	4	5	Optativa	Nueva
				Control de sistemas dinámicos	4	6	Obligatoria	Nueva
				Cultura de paz, igualdad de género e inclusión	3	3	Obligatoria	Nueva
				Dispositivos biomédicos	4	5	Obligatoria	Nueva
				Ética de la confianza como responsabilidad	4	4	Obligatoria	Nueva
				Ética de la persona y la comunidad	4	4	Obligatoria	Nueva
				<i>Executive skills</i> _i	4	5	Optativa	Nueva
				Instrumentación biomédica avanzada	6	10	Obligatoria	Nueva



Continuación...

Plan de estudios 2010				Plan de estudios 2023				Relación
Unidad de aprendizaje	TH	CR	Carácter	Unidad de aprendizaje	T H	CR	Carácter	
				Metodología de la investigación	2	4	Obligatoria	Nueva
				Química	2	4	Obligatoria	Nueva
				Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	4	5	Optativa	Nueva
				Tecnología de asistencia	4	5	Optativa	Nueva

¹UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

²UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico-hospitalaria.



IV. MODELO EDUCATIVO

La Universidad Autónoma del Estado de México es una Institución pública al servicio de la sociedad que imparte educación de Nivel Medio Superior, Estudios Profesionales y Estudios Avanzados. Su carácter universal, intercultural, laico, moderno, innovador, gratuito, humanista, científico, orientado a resultados, creador y gestor de conocimiento transformador, le confiere la capacidad de autoevaluarse y recibir evaluaciones, bajo estándares internacionales. Es promotora de la identidad nacional, fomenta y fortalece la democracia, la justicia, el pluralismo, la transparencia y rendición de cuentas en el uso de sus recursos y el desempeño de sus funciones.

Desde su origen, se ha enfocado al bien social, fortaleciendo la impartición de una educación inclusiva y equitativa; de calidad, con reconocimiento nacional e internacional, favoreciendo una formación integral y la libre discusión de las ideas, en todos los ámbitos y áreas del conocimiento.

Promueve oportunidades de aprendizaje permanente para todos y para la vida, formado así a ciudadanos aptos para el mundo globalizado e interconectado, que contribuyan al desarrollo humano, social, económico, tecnológico, cultural, y al desarrollo sostenible.

Lleva a cabo investigación innovadora, humanista, científica y tecnológica de calidad para la generación, difusión y extensión del conocimiento, vinculada a los problemas de la sociedad, para contribuir al desarrollo de esta; procura la vinculación de todas las ramas del conocimiento, con libertad de cátedra y de investigación, constituye un espacio público para la libre manifestación del arte, las expresiones de la cultura, la diversidad y la pluralidad lingüística.

Genera una conciencia universal, nacional, histórica, libre, justa y democrática, se compromete con la integración de voluntades y la identidad de la comunidad universitaria en el desarrollo de sus funciones.

Consciente de su entorno, favorece la preparación científica, técnica, ética y humanista con un enfoque de trans e interdisciplinariedad en sus alumnos, para coadyuvar en el desarrollo inclusivo de la comunidad, con una visión holística, global, de sostenibilidad y de respeto por la biodiversidad, en el que se vincula con toda la sociedad, de forma universal.

Los alumnos adquieren y desarrollan una conciencia social y de sí mismos, una postura ética, una concepción humanista y científica, una actitud de indagación, de reflexión y crítica ante los objetos del conocimiento y los hechos sociales. Se promueve la capacidad de pensar en el bien de la nación como un todo, de preocuparse por la vida de otros, la construcción de relaciones humanas desde la vivencia de la ética y los valores, la promoción y defensa de los derechos humanos, la solidaridad social en un contexto plural, justo e igualitario, con aprecio por la dignidad humana, con un juicio profesional basado en la responsabilidad, objetividad, credibilidad, autonomía, justicia, resiliencia y demás habilidades asociadas con las humanidades, las artes y con una cultura de sostenibilidad. Se fomenta un trato igualitario y con perspectiva de género e inclusión social.



Profesores y tutores orientan y acompañan a los alumnos para que adquieran y desarrollen una conciencia social, una postura ética, una concepción humanista y científica, una actitud de indagación y crítica ante los objetos del conocimiento y los hechos sociales. Se promueve la capacidad de pensar en el bien de la nación como un todo, de preocuparse por la vida de otros, la construcción de relaciones humanas desde la generación de la ética, la vivencia de los valores, el respeto a los derechos humanos y la solidaridad social en un contexto plural, justo, e igualitario con aprecio por la dignidad humana, con un juicio profesional basado en la responsabilidad, objetividad, credibilidad y la justicia; además fomenta el desarrollo de habilidades asociadas con las humanidades y las artes, y una concepción humanista y científica, con una cultura de sostenibilidad y trabajo transversal. Sus investigadores propician la capacidad de desarrollar investigación entre sus alumnos, académicos comprometidos imparten una educación formativa y propedéutica, y a través de estrategias innovadoras apoyadas en tecnología de vanguardia, favorecen el aprendizaje centrado en el estudiante.

Promueve una formación para servir a la sociedad en constante evolución, mediante una consciencia de compromiso y solidaridad; impulsa el fortalecimiento de hábitos intelectuales y del ejercicio pleno de la capacidad humana, a través del desarrollo de competencias disciplinarias, genéricas, blandas, socioemocionales y digitales, la formación es integral con componentes filosófico, teórico y político, en todas las disciplinas se fomenta el servicio comunitario y el talento humano, para solventar retos y necesidades de la sociedad; en todos los niveles se crean líderes multiculturales con actitud de servicio.

Ofrece planes de estudios y programas flexibles, en diferentes modalidades educativas, con un enfoque transversal, para desarrollar en los alumnos competencias acordes a su nivel de formación, con una visión de desarrollo sostenible, de respeto a la biodiversidad, de emprendimiento y competitividad, orientados a la empleabilidad y la cultura empresarial, así como de estilos de vida saludables, promueven valores y principios de cultura de paz y no violencia, cooperación, solidaridad, honestidad, cuidado de la naturaleza, respeto a la diversidad e identidad cultural y a los derechos humanos, valores que son atemporales. Así mismo establecen criterios de universalidad, integridad, equidad, idoneidad, coherencia, pertinencia, eficacia y eficiencia, para asegurar su calidad y actualidad; vinculando el espectro tecno-científico con el humanista.

Sus procesos de enseñanza-aprendizaje son dinámicos, creativos, colaborativos e innovadores enfocados a desarrollar la autonomía y autogestión; hacen uso de tecnologías de vanguardia, aplicando y experimentando el conocimiento, se distinguen por ser situados en acción, reflexivos, con una acertada concreción curricular, una adecuada instrumentación didáctica, para mantener su actualidad y pertinencia; favorecen el trabajo colaborativo, el respeto y el diálogo como principios de la sana convivencia.

Promueve entre sus egresados una educación continua para mejorar su desarrollo profesional y la capacidad de trascender los problemas locales, regionales y del contexto global como “ciudadanos del mundo”.



4.1 Modalidad educativa y sistema de administración de la enseñanza

El plan de estudios de Bioingeniería Médica se impartirá en la modalidad educativa mixta, en esta dos o más unidades de aprendizaje se impartirán en forma escolarizada y no escolarizada, o bajo la combinación de los sistemas de administración de la enseñanza de ambas modalidades.

Para las unidades de aprendizaje que se impartan en la modalidad escolarizada la relación personal académico-alumno ocurrirá en una misma dimensión espacio-temporal, con la presencia regular del alumno en las instalaciones de la Universidad, dentro de tiempos, horarios y aulas, y su formación transcurre bajo la conducción del personal académico ordinario en cada unidad de aprendizaje. El proceso de enseñanza y aprendizaje podrá incorporar el uso de tecnologías de la información y la comunicación, con el fin de ampliar los medios de interacción entre el personal académico y los alumnos.

Respecto las unidades de aprendizaje que se impartan en la modalidad no escolarizada, la relación personal académico-alumno se dará en diferentes dimensiones de espacio y tiempo, por lo que la presencia regular del alumno en las instalaciones universitarias no se considerará indispensable. Esta modalidad permitirá que el alumno tenga la posibilidad de elegir el tiempo y los espacios de estudio más adecuados a sus intereses y capacidades, además se caracteriza porque la relación personal académico-alumno podrá ocurrir en una misma dimensión temporal. Promoverá la formación autónoma del estudiante a través del estudio independiente e incorporación de estrategias y recursos didácticos digitales y plataformas especializadas con el apoyo de tecnologías para la educación.

Dichas unidades de aprendizaje se instrumentarán mediante alguno de los siguientes sistemas de administración de la enseñanza:

Virtual o en línea, sistema de enseñanza en el que no existen coincidencias espaciales entre los actores educativos, pudiendo darse la coincidencia temporal a través de medios sincrónicos; y estarán soportados parcial o íntegramente en un sistema digital institucional de gestión del aprendizaje.

Abierto y a distancia, sistemas de enseñanza en los que no existen coincidencias espaciales entre los actores educativos, pudiendo darse la coincidencia temporal; se llevan a cabo mediante procesos autónomos de aprendizaje con apoyos didácticos y recursos de uso independiente, y podrán o no estar soportados parcial o íntegramente en un sistema digital institucional de gestión del aprendizaje.

Por lo anterior, se exige una organización propia de los métodos, estrategias y recursos para la enseñanza y el aprendizaje, tomando en cuenta las formas particulares de aprender y las necesidades de los alumnos en cuanto a tiempo o espacio, mismas que se describen a continuación:



Características de los sistemas de la enseñanza de la modalidad escolarizada y no escolarizada

Características	Sistemas de la enseñanza				
	Escolarizada		No escolarizada		
	Sistema presencial	Sistema híbrido	Abierta	A distancia	Virtual/ línea
Actores	<p><i>Profesor:</i> experto en la disciplina, que en cada UA conduce el proceso de enseñanza y aprendizaje</p> <p><i>Tutor:</i> Orienta al alumno sobre las decisiones de su trayectoria académica y apoya la mejora de su aprovechamiento escolar</p>	<p><i>Asesor:</i> experto en la disciplina, que ofrece asesorías a uno o varios alumnos.</p> <p><i>Diseñador de materiales didácticos:</i> diseña material educativo.</p>	<p><i>Asesor:</i> experto en la disciplina, que ofrece asesorías a uno o varios alumnos.</p> <p><i>Diseñador de materiales educativos:</i> diseña material educativo.</p>	<p><i>Asesor:</i> experto en la disciplina, que ofrece asesorías a uno o varios alumnos.</p> <p><i>Diseñador de material educativo:</i> experto en la UA y disciplina que diseña y adecua material de enseñanza y aprendizaje en plataformas digitales.</p> <p><i>Diseñador gráfico:</i> diseña ambientes virtuales de aprendizaje, sistemas multimedia y materiales estéticamente llamativos</p> <p><i>Programador:</i> crea y da mantenimiento a una plataforma educativa</p> <p><i>Tutor:</i> Orienta al alumno sobre las decisiones de su trayectoria académica y apoya la mejora de su aprovechamiento escolar.</p>	<p><i>Profesor:</i> experto en la disciplina, que en cada UA conduce el proceso de enseñanza y aprendizaje</p> <p><i>Tutor:</i> Orienta al alumno sobre las decisiones de su trayectoria académica y apoya la mejora de su aprovechamiento escolar</p>
Mediación docente	<p>Cuenta con mediación docente el 100% del plan de estudios</p>		<p>La mediación docente es opcional</p>		
	<p>Cuenta con mediación docente el 100% del plan de estudios</p>				



Continuación...

Características	Sistemas de la enseñanza				
	Escolarizada		No escolarizada		
	Sistema presencial	Sistema híbrido	Sistema presencial	A distancia	Sistema presencial
Alumno	Destina tiempo completo al estudio	Asiste a clases sincrónicas presenciales y virtuales	-Con ocupación laboral -Limitaciones de tiempo -Que haya interrumpido sus estudios y los desea retomar -Que haya postergado sus estudios	-Con limitaciones de tiempo -Con limitaciones geográficas Tiene la capacidad de autogestión, de uso de las tecnologías, autodisciplina para la entrega de actividades, el análisis crítico y reflexivo	-Con disponibilidad de tiempo -Por elección no asiste a clases presenciales Tiene la capacidad de trabajo colaborativo, uso de las tecnologías, autodisciplina para la entrega de actividades, el análisis crítico y reflexivo
Proceso de enseñanza y aprendizaje	Se da a través de la conducción del profesor.		Se da a través del autoaprendizaje con base en la guía de estudio independiente y en su caso la guía del asesor.	Se da a través del autoaprendizaje o con la guía del asesor mediante la guía de estudio independiente y las actividades de aprendizaje que se encuentran en la plataforma educativa	Se da a través de la conducción del profesor con base en la guía de estudio independiente
Documentos de programación pedagógica	Programa de estudios Guía de evaluación del aprendizaje Guía pedagógica Guía de organización pedagógica		Guía de estudio independiente		
Tecnologías de la información y la comunicación	Utiliza tecnologías de la información y la comunicación como herramientas de apoyo	Utiliza tecnologías de la información y la comunicación como medio indispensable para complementar el proceso a través de ambientes de aprendizaje virtual y plataformas educativas.	Se pueden incorporar las tecnologías de la información y la comunicación con el fin de ampliar los medios de interacción entre el asesor y el alumno	Es indispensable el uso de las tecnologías de la información y la comunicación utilizadas como medio de aprendizaje en el proceso educativo (TAC). Se utilizan plataformas educativas.	Es indispensable el uso de las tecnologías de la información y la comunicación utilizadas como medio de aprendizaje en el proceso educativo (TAC). Se utilizan ambientes de aprendizaje virtual.



Continuación...

Características	Sistemas de la enseñanza				
	Escolarizada		No escolarizada		
	Sistema presencial	Sistema híbrido	Sistema presencial	A distancia	Sistema presencial
Espacio	Aulas físicas y/o plataformas educativas	Aulas físicas, aulas virtuales y plataformas educativas	En su caso instalaciones físicas	Plataformas educativas	Aulas virtuales y plataformas educativas
Horarios	Horarios establecidos que se deben cubrir constantemente de manera física	Horarios establecidos que se deben cubrir constantemente de manera física y virtual	No hay horarios establecidos	Horarios flexibles de acuerdo con las actividades programadas en la plataforma	Horarios establecidos que se deben cubrir de manera virtual y constante
Comunicación	Sincrónica, es decir, la interacción profesor-alumno ocurre en un mismo tiempo y lugar.		Sincrónica, es decir, la interacción asesor-alumno ocurre en un mismo tiempo y lugar, para que se lleve a cabo la asesoría requerida	Asincrónica, es decir, la interacción asesor-alumno ocurre en diferentes dimensiones de tiempo y lugar, para que se lleve a cabo la asesoría requerida	Sincrónica, es decir, la interacción profesor-alumno ocurre en un mismo tiempo y lugar.
Evaluación del aprendizaje	-El alumno presenta las evaluaciones en las fechas establecidas en el calendario del ciclo escolar, bajo los criterios que establece en la guía de evaluación del aprendizaje. Evaluaciones presenciales: el profesor aplica, evalúa y asienta la calificación		El alumno presenta las evaluaciones en cualquier momento del periodo regular. Se requiere de solo una evaluación por UA, que mida el nivel de conocimiento adquirido	El alumno presenta las evaluaciones tomando en cuenta las fechas y criterios que el asesor programa en la plataforma educativa, la cual automatiza el proceso	El alumno presenta las evaluaciones en las fechas establecidas en el calendario del ciclo escolar, bajo los criterios que establece la guía de estudio independiente.
		Evaluaciones virtuales: la plataforma automatiza el proceso	Evaluaciones presenciales: el profesor aplica, evalúa y asienta la calificación. Evaluaciones virtuales: la plataforma automatiza el proceso	Evaluaciones virtuales: la plataforma automatiza el proceso	Evaluaciones virtuales: la plataforma automatiza el proceso
Evaluación profesional	Se realiza a través de las opciones que establece el reglamento de evaluación profesional				

Fuente: Elaboración propia con información documental.



4.2 Principios del aprendizaje, métodos de enseñanza y estrategias de aprendizaje

Principios del aprendizaje

Los principios de aprendizaje en cualquiera de las modalidades educativas (escolarizada, no escolarizada y mixta) se fundamentan con base en el enfoque psicológico conductual que tiene entre sus precursores más inmediatos los trabajos pioneros de Ivan Petrovich Pavlov, Edward Thorndike y de Burrhus Frederick Skinner; en el enfoque psicológico cognitivo, entre los autores más representativos se puede citar a Jerome Bruner, Robert Gagné y Albert Bandura; y en el enfoque psicológico constructivista se nutre de autores como Piaget, Lev S. Vygotsky, Jerome Seymour Bruner, César Coll, David Ausubel, Ernst Von Glasersfeld, Heinz Von Foerster.

A continuación, se muestran los principios de aprendizaje más representativos de estos enfoques.

- *Adecuación*: se adaptan las tareas y objetivos de enseñanza a las necesidades del alumno.
- *Adquisición*: se adquiere el conocimiento mediante la codificación de la información recopilando los estímulos y trabajando con ellos.
- *Andamiaje*: los más capacitados sirven de apoyo al alumno en la construcción de nuevos aprendizajes.
- *Aprehensión*: el alumno utiliza la atención y percepción cuando un cambio en algún estímulo lo atrae y hace focalizarse física y cognitivamente en él.
- *Aprendizaje por descubrimiento*: la adquisición de conocimientos es producida por el alumno a través de la interacción con su entorno.
- *Aprendizaje significativo*: el alumno construye significados en ambientes activos, planificados y de interés.
- *Aprendizaje vicario*: el alumno es capaz de aprender a partir de la observación de lo que hace otro.
- *Aproximaciones sucesivas*: se deberán plantear tareas divididas en sus más elementales partes para que puedan aprenderse de manera progresiva.
- *Asimilación y acomodación*: el alumno selecciona, organiza y transforma la información recogida y lo relaciona con sus ideas y conocimientos previos.
- *Autonomía*: el alumno toma decisiones conscientes e intencionales de su aprendizaje.
- *Construcción del conocimiento*: el conocimiento es construido activamente por el alumno. Es el resultado de un proceso dinámico e interactivo.
- *Desempeño*: el alumno transforma el conocimiento aprendido en una acción en respuesta a lo requerido por el entorno.
- *Dirección*: se tiende a señalar a los alumnos claramente lo que se desea que aprendan.



- *Ejercicio*: para el alumno es necesario que se siga practicando y repitiendo una actividad aprendida, de lo contrario es fácil que se olvide.
- *Ensayo y error*: el alumno deberá ensayar varias veces una tarea para dominarla, durante estos ensayos se identifica y reflexiona sobre los errores cometidos.
- *Espontaneidad*: se considera que la enseñanza debe prever la posibilidad de favorecer la libre manifestación del alumno, con el fin de propiciar su creatividad.
- *Generalización*: el alumno construye una asociación entre el conocimiento adquirido y recuperado y las situaciones en las podría necesitar dicho conocimiento.
- *Instrucción programada*: cada alumno avanza a su propio ritmo, de manera individual se puede constatar el progreso periódicamente.
- *Metacognición*: el alumno es consciente sobre sus procesos de aprendizaje para favorecerlos.
- *Motivación*: se establecen objetivos orientados a la atención de los alumnos hacia estos.
- *Objetividad*: cada actividad que realice el alumno deberá ser observable a través de su desempeño o producto.
- *Ordenamiento*: se prevé la secuencia en que deben desarrollarse los contenidos, para que sean más fácilmente comprendidos y asimilados por los alumnos.
- *Participación*: el alumno asume en las tareas escolares, una actitud activa y dinámica.
- *Recuperación*: el aprendizaje del alumno permanece en la memoria hasta que por alguna situación necesita recuperarlo.
- *Reflexión*: se motiva en el alumno el raciocinio para comprender su entorno.
- *Refuerzo positivo*: se deben introducir estímulos agradables que incrementen la probabilidad de aparición de una conducta que es resultado del aprendizaje.
- *Responsabilidad*: el proceso de enseñanza se encamina de modo que el alumno asuma las consecuencias de sus decisiones.
- *Retención*: el alumno almacena en la memoria la información, cuidando si existe interferencia con otros conocimientos y a su vez favorecida por estos.
- *Retroalimentación*: es la comparación entre los resultados del aprendizaje del alumno con las expectativas que se tuvieron respecto a este.



Métodos de enseñanza y estrategias de aprendizaje

Los métodos de enseñanza son las acciones que realizan los profesores para transmitir conocimientos a los alumnos a través de selección de estrategias de aprendizaje con el fin de lograr los objetivos planteados.

En este sentido, las estrategias de aprendizaje (actividades de aprendizaje) son procedimientos flexibles que se eligen con el propósito de facilitar la adquisición, almacenamiento y utilización de la información. Su uso depende de las tareas cognitivas, afectivas o psicomotoras que se plantee, de la complejidad del contenido y su finalidad.

A continuación, se describen algunos métodos de enseñanza de acuerdo con su finalidad, así como las estrategias de aprendizaje sugeridas para los estudios profesionales en sus diferentes modalidades:

Cuadro. Métodos de enseñanza según su finalidad y estrategias sugeridas.

Finalidad	Método de enseñanza	Definición	Estrategias (actividades) de aprendizaje
La forma de razonamiento	Método deductivo	Los contenidos temáticos se enseñan de lo general a lo particular; de los principios, definiciones y afirmaciones a las conclusiones, consecuencias y casos particulares. Para ser válido, los alumnos deben llegar a las conclusiones y consecuencias de los principios formulados al inicio.	Resumen Síntesis Debate Ensayo Simposio Diagramas: radial, de árbol, causa-efecto, flujo Mapas cognitivos: mental, conceptual, semántico, tipo sol, de telaraña, aspectos comunes, ciclos, secuencias, de cajas, calamar, y de algoritmo
	Método inductivo	Los contenidos temáticos se enseñan de lo particular a lo general; de los casos concretos a los principios y leyes. Promueve la motivación y participación de los alumnos con mayor facilidad.	Lluvias de ideas SQA: qué sé, qué quiero saber, qué aprendí Matriz de inducción Lluvias de ideas Preguntas: guía, literales y exploratorias SQA: qué sé, qué quiero saber, qué aprendí RA-P-RP: respuesta anterior, pregunta, respuesta posterior



Continuación...

Finalidad	Método de enseñanza	Definición	Estrategias (actividades) de aprendizaje
	Método analógico o comparativo	Los contenidos temáticos que se enseñan permiten establecer comparaciones que llevan a una conclusión por semejanza o analogía.	Analogía Cuadro comparativo Enseñanza basada en analogías o aprendizajes por transferencia analógica (ATA) Enseñanza por explicación y contrastación de modelos Correlación
La organización de la materia	Método lógico de la tradición o de la disciplina científica	Los contenidos temáticos que se enseñan se presentan de manera lógica, en orden antecedente y consecuente, van de lo menos a lo más complejo o del origen a la actualidad.	Diagramas: radial, de árbol, causa-efecto, flujo Mapas cognitivos: mental, conceptual, semántico, tipo sol, de telaraña, aspectos comunes, ciclos, secuencias, de cajas, calamar, y de algoritmo Aprendizaje basado en problemas
	Método basado en la psicología del alumno	Los contenidos temáticos que se enseñan están enfocados a los intereses, necesidades y experiencias del alumno.	Juego de roles o simulación Indagación o enseñanza por descubrimiento Enseñanza mediante el conflicto cognitivo Investigación con tutoría
Relación con la realidad	Método simbólico o verbalístico	Los contenidos temáticos se enseñan a través de la palabra oral o escrita. Si se usa con demasiada frecuencia termina por cansar y desinteresar a los alumnos.	Conferencia magistral Debate Simposio Foro Mesa redonda



Continuación...

Finalidad	Método de enseñanza	Definición	Estrategias (actividades) de aprendizaje
Actividades externas del alumno	Método intuitivo	Los contenidos temáticos se enseñan con el apoyo de objetos o imágenes que entran por los sentidos, especialmente por la vista y el oído, ya que se perciben las propias cosas tratadas o sus sustitutos inmediatos. La enseñanza trata de aproximar la clase a la realidad, por lo que origina un aprendizaje basado en la experiencia directa.	Cuadro sinóptico QQQ: qué veo, qué no veo, qué infiero Aprendizaje basado en problemas Juego de roles o simulación Método de caso
	Método pasivo	Se acentúa la actividad de la enseñanza, permaneciendo los alumnos en actitud pasiva, recibiendo los contenidos temáticos y el saber suministrado.	Clase magistral Preguntas intercaladas
	Método activo	La enseñanza se convierte en mero recurso de activación e incentivo del alumno para que sea él quien actúe, física o mentalmente con los contenidos temáticos, de suerte que realice un aprendizaje significativo. Un ejemplo de este es la metodología STEAM (Science, Technology, Engineering Arts, Mathematics).	Aprendizaje basado en problemas Aprendizaje basado en proyectos Aprendizaje cooperativo Taller educativo Seminario Aprendizaje <i>in situ</i> Aprendizaje basado en TIC Aprendizaje mediante servicio Webquest Indagación o enseñanza por descubrimiento Investigación con tutoría Aula invertida Juego de roles o simulación



Continuación...

Finalidad	Método de enseñanza	Definición	Estrategias (actividades) de aprendizaje
Sistematización de conocimientos	Método globalizado	La enseñanza se desarrolla abarcando un conjunto de contenidos temáticos de otras unidades de aprendizaje relacionadas para dar explicación al fenómeno estudiado desde diferentes perspectivas.	Aprendizaje basado en problemas Aprendizaje basado en proyectos Aprendizaje mediante servicio
	Método especializado	Los contenidos temáticos se enseñan de modo aislado, sin articulación entre los contenidos temáticos de otras unidades de aprendizaje, con total autonomía e independencia.	Aprendizaje basado en TIC Aprendizaje mediante servicio Investigación con tutoría Situaciones o estudio de caso
La aceptación de lo enseñado	Método dogmático	Los contenidos temáticos se imponen al alumno, sin discusión de lo que se enseña, en la suposición de que eso es la verdad.	Conferencia magistral
	Método heurístico	Se incita al alumno a reflexionar sobre los contenidos temáticos a través de justificaciones o fundamentaciones lógicas y teóricas que él deberá investigar, para que los temas sean aceptados como verdaderos.	Técnica heurística de UVE de Gowin Debate Simposio Mesa redonda Seminario Taller educativo Aprendizaje Basado en Problemas Aprendizaje Basado en Proyectos

Fuente: Elaboración propia con base en información documental.



4.3 Competencias, docentes y disciplinarias, como profesores, tutores, asesores y diseñadores de materiales didácticos

Las competencias son la integración de conocimientos, habilidades, actitudes, aptitudes y valores que varían de acuerdo con la finalidad de su aplicación. A continuación, se presentan aquellas que se deben expresar, comunicar y representar frente a grupo durante el proceso educativo.

Competencias docentes como:

Modalidad Escolarizada y No escolarizada		Modalidad No escolarizada
Profesor	Tutor	Asesor
Enseña de forma profesional un conjunto de saberes.	Orienta y guía al alumno en la toma de decisiones para el desarrollo de las actividades escolares durante el proceso de su formación profesional.	Persona experta en un área o disciplina, que guía o coordina a uno o varios alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Blandas - Contexto social

Básicas o para la vida

- Brindar soluciones a problemas tanto en el contexto teórico-disciplinar como en el social.
- Proceder con responsabilidad social, ambiental y compromiso ciudadano.
- Actuar con ética profesional.
- Analizar situaciones nuevas o complejas y proponer soluciones asertivas.
- Ser crítico y autocrítico.
- Ejercer el diálogo y el respeto como principios de la convivencia con sus semejantes, y de apertura al mundo.
- Reconocer la diversidad cultural y disfrutar de sus bienes y valores.
- Convivir con las reglas de comportamiento socialmente aceptables, y contribuir en su evolución.
- Incorporar estrategias para el análisis de datos e información, comprender su significado, procesarla y convertirla en conocimiento.
- Adquirir los valores de cooperación y solidaridad.
- Participar activamente en su desarrollo académico para acrecentar su capacidad de aprendizaje y evolucionar como profesional con autonomía.
- Asumir los principios y valores universitarios, y actuar en consecuencia.

Socioemocionales: permiten comprender, expresar y regular las emociones a fin de mantener comportamientos que facilitan la interacción efectiva y satisfactoria en las relaciones con los demás.



- Autoconciencia emocional.
- Regulación emocional.
- Autoestima.
- Empatía
- Asertividad.
- Resolución de conflictos.

Genéricas – Contexto laboral

Instrumentales - Medio o herramienta para obtener un determinado fin.

Cognitivas

- Pensar de manera analítica, creativa y colegiada.
- Contar con la capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Evaluar las consecuencias o implicaciones de una acción.
- Encontrar alternativas o nuevos caminos hacia las metas deseadas
- Formular un pensamiento propio como respuesta a lo percibido.
- Debater sobre un tema con argumentos sólidos.

Metodológicas

- Estructurar actividades concretas.
- Brindar instrucciones básicas y secuenciales.
- Planear, organizar, controlar y dirigir reuniones.
- Organizar el tiempo y recursos.

Tecnológicas y digitales

- Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación en el desarrollo de actividades escolares.
- Seleccionar la tecnología más adecuada para aplicarla según los objetivos de aprendizaje.
- Utilizar recursos digitales sincrónicos y asincrónicos.
- Emplear las habilidades técnicas y tecnológicas para evolucionar en el campo laboral.
- Buscar y localizar información útil a ciertos propósitos en el ciberespacio, comunicarse y colaborar con otros en la red.

Lingüísticas

- Comunicar instrucciones básicas, oraciones, opiniones, e ideas en forma oral y escrita en la lengua española o en otra extranjera, para el adecuado manejo de la información.
 - Describir en términos simples los aspectos del contexto inmediato.
 - Redactar textos cortos, claros y detallados sobre temas diversos.
 - Desarrollar su forma de expresarse, su creatividad, iniciativa y espíritu emprendedor.
 - Utilizar los distintos lenguajes y formatos de expresión como son el textual, hipertextual.
-



Interpersonales - Interacción y cooperación sociales

- Trabajar armoniosamente con los involucrados en el proceso educativo.
 - Manejar grandes grupos.
 - Comprender las diferencias culturales, sociales y económicas.
-

Sistémicas - Comprensión, sensibilidad y conocimiento.

- Poseer una visión sistémica para entender el contexto escolar.
 - Detectar obstáculos que interfirieran en el proceso educativo.
 - Proponer o gestionar alternativas de solución.
-

Competencias Disciplinarias: Contexto profesional

Profesor y asesor

- Comprender y aplicar los principios subyacentes a los métodos, técnicas e instrumentos empleados en la intervención profesional.
 - Dominar los conocimientos teóricos, metodológicos y axiológicos propios y específicos de la disciplina para externarlos con el grupo.
 - Saber enseñar métodos y uso de herramientas disciplinarias para lograr la fluidez y eficacia en el proceso educativo.
 - Desarrollar en los alumnos habilidades de crítica, reflexión, imaginación, creatividad y empatía.
 - Desarrollar coherente y alineadamente los objetivos del aprendizaje y de las competencias.
 - Optimizar los recursos pedagógicos con que cuenta para la impartición de las clases.
 - Operar estrategias de enseñanza y aprendizaje según el contexto y ambiente escolar.
 - Diagnosticar las habilidades y necesidades de los estudiantes.
 - Planear y dirigir actividades curriculares, previa planeación didáctica.
 - Diseñar situaciones de aprendizaje.
-

Tutor

- Investigar sobre los problemas de enseñanza aprendizaje en la disciplina, el objeto de estudio, y promover la mejora de las relaciones y resultados educativos.
 - Diagnosticar los problemas de aprendizaje con mayor incidencia e instrumentar alternativas para su solución.
 - Supervisar y asesorar al alumno en las actividades de estudio.
 - Guiar sobre periodos de inscripción, documentación necesaria o requisitos mínimos indispensables en el proceso educativo.
 - Orientar a los alumnos en las decisiones sobre su trayectoria académica y apoyar la mejora de su aprovechamiento escolar.
-



-
- Fungir como enlace y contacto entre el alumno y el espacio académico.
 - Fungir como enlace entre la familia del alumno y el espacio académico para comunicarles lo referente a la situación académica de los alumnos.
 - Apoyar a los alumnos con dificultades de aprendizaje y necesidades especiales.
 - Planear y dirigir actividades extracurriculares.
 - Medir los objetivos que se han planteado para la adquisición de conocimiento y desarrollo de competencias de los alumnos

Diseñadores de material didáctico

- Favorecer el desarrollo de habilidades y conocimientos del alumno mediante la elaboración de material didáctico.
 - Elaborar materiales y recursos (impresos, digitales, audiovisuales, manipulativos e informáticos) que ayuden al profesor y al asesor a la presentación y desarrollo de los contenidos temáticos; así como conducir el aprendizaje de los alumnos.
 - Seleccionar estrategias de enseñanza aprendizaje propias y acordes al nivel y modalidad educativa.
 - Determinar el enfoque, especificación de los contenidos, procedimiento de las actividades pedagógicas, así como el rol de los profesores, asesores y alumnos.
Evaluar la eficacia y eficiencia del material didáctico aplicado para su mejora.
-



4.3.1 Perfil académico del profesor y asesor

El profesor y asesor además de contar con las competencias antes mencionadas también debe manifestar formación y experiencia disciplinaria, por lo que a continuación se presenta el perfil ideal deseable del profesor y asesor que impartirá cada unidad de aprendizaje.

Perfil ideal del profesor y asesor por Unidad de Aprendizaje

Unidad de Aprendizaje	Perfil ideal
<i>3D modelling</i> ¹ (optativa)	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín. Dominio del idioma inglés, mínimo inglés B2.
Adquisición de imágenes médicas	Licenciatura en Física, Ingeniería o afín con Maestría o Doctorado en Ciencias con Especialidad en Física Médica
Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Álgebra lineal	Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Electrónica, Mecatrónica, Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Álgebra superior	Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Electrónica, Mecatrónica, Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Algoritmos y programación básica	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Análisis de imágenes médicas	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica, Electrónica o en áreas afines. Deseable con maestría o doctorado en Imágenes Médicas.
Análisis y síntesis de mecanismos	Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Mecatrónica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín y experiencia en el desarrollo o estudio de mecanismos.
Anatomía del aparato musculoesquelético	Licenciatura de Médico Cirujano o áreas afines. Deseable con doctorado, maestría o especialidad médica en áreas afines.
Anatomía por aparatos y sistemas	Licenciatura de Médico Cirujano o áreas afines. Deseable con doctorado, maestría o especialidad médica en áreas afines.



Continuación...

Unidad de Aprendizaje	Perfil ideal
Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica (optativa)	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Artificial intelligence [†] (optativa)	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín. Dominio del idioma inglés, mínimo inglés B2.
Bioestadística	Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Electrónica, Mecatrónica, Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Bioética	Licenciatura en Medicina o Licenciatura en Ingeniería. Deseable con maestría y/o doctorado en Humanidades o Ciencias de la Salud.
Biología molecular y celular ^o	Licenciatura de Médico Cirujano o áreas afines. Deseable con doctorado, maestría o especialidad médica en áreas afines.
Biomateriales	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín y experiencia en el desarrollo o utilización de biomateriales.
Biomecánica	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín y experiencia en proyectos que involucren la biomecánica.
Bioquímica médica	Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica o áreas afines. Deseable con doctorado o maestría en áreas afines.
Cálculo diferencial e integral	Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Electrónica, Mecatrónica, Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Calidad en los servicios de salud	Licenciatura en Medicina o Ingeniería, afín con el área de la calidad, Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica. Deseable con maestría en Gestión en Sistemas Hospitalarios, Ingeniería de la Calidad, y/o con experiencia profesional en el área de calidad hospitalaria o en empresas del ramo de la industria de los dispositivos médicos.



Continuación...

Unidad de Aprendizaje	Perfil ideal
Circuitos eléctricos	Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Electrónica, Mecatrónica, Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Comunicación asertiva	Licenciatura en Ingeniería afín al desarrollo de habilidades gerenciales, Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica. Deseable con maestría en Administración o Gestión y/o experiencia profesional en el área de ingeniería clínica (sector público o privado) con cursos comprobables en desarrollo.
Comunicación persona máquina	Licenciatura en Ingeniería en Computación o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín y experiencia en el desarrollo o utilización de metodologías para la comunicación persona-máquina.
Control de sistemas dinámicos	Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Mecatrónica, Electrónica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín y experiencia en el desarrollo de sistemas de control lineal.
Cultura de paz, igualdad de género e inclusión	Licenciatura o estudios avanzados en Filosofía o licenciatura en áreas de Ciencias Sociales con estudios avanzados en Filosofía. En su caso, Licenciatura en Bioingeniería Médica o afín, con estudios avanzados en el área de Humanidades.
Dibujo por computadora	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Dispositivos biomédicos	Licenciatura en Ingeniería Electrónica, Mecatrónica, Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica. Deseable con maestría en área afín.
Ecuaciones diferenciales	Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Electrónica, Mecatrónica, Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Electrónica digital y microcontroladores	Licenciatura en Ingeniería Electrónica, Mecatrónica, Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica. Deseable con maestría en área afín.
Electrónica I	Licenciatura en Ingeniería Electrónica, Mecatrónica, Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica. Deseable con maestría en área afín.
Electrónica II	Licenciatura en Ingeniería Electrónica, Mecatrónica, Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica. Deseable con maestría en área afín.



Continuación...

Unidad de Aprendizaje	Perfil ideal
Epistemología de la Bioingeniería Médica	Licenciatura de Médico Cirujano o Licenciatura en Ingeniería. Deseable con maestría y/o doctorado en Humanidades o Ciencias de la Salud.
Ergonomía y factores humanos	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín y experiencia en el desarrollo o aplicación de la ergonomía.
Ética de la confianza como responsabilidad	Licenciatura en Filosofía o Licenciatura a fin del área de las Ciencias Sociales, preferentemente con estudios avanzados en Filosofía, Ética o similar. En su caso, Licenciatura en Bioingeniería Médica o afín, con estudios avanzados en el área de Humanidades.
Ética de la persona y la comunidad	Licenciatura en Filosofía o Licenciatura a fin del área de las Ciencias Sociales, preferentemente con estudios avanzados en Filosofía, Ética o similar. En su caso, Licenciatura en Bioingeniería Médica o afín, con estudios avanzados en el área de Humanidades.
Ética y humanismo	Licenciatura de Médico Cirujano o Licenciatura en Ingeniería. Deseable con maestría y/o doctorado en Humanidades o Ciencias de la Salud.
<i>Executive skills</i> ⁱ (optativa)	Licenciatura en Ingeniería afín al desarrollo de habilidades gerenciales, Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica. Deseable con maestría en Administración o Gestión y/o experiencia profesional en el área de ingeniería clínica (sector público o privado) con cursos comprobables en desarrollo de personal, con nivel mínimo de inglés B2.
Fisiología del aparato musculoesquelético	Licenciatura de Médico Cirujano o áreas afines. Deseable con doctorado, maestría o especialidad médica en áreas afines.
Fisiología por aparatos y sistemas	Licenciatura de Médico Cirujano o áreas afines. Deseable con doctorado, maestría o especialidad médica en áreas afines.
Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos	Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Gestión de la tecnología médica	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o afines. Deseable con maestría en Gestión en Sistemas Hospitalarios, y/o con experiencia profesional en el área de la Ingeniería Clínica, específicamente, en la administración del Departamento de Ingeniería Biomédica.



Continuación...

Unidad de Aprendizaje	Perfil ideal
Gestión de proyectos	Licenciatura en Ingeniería afín con la gestión de proyectos, Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica. Deseable con maestría en Administración o Gestión, y/o experiencia profesional en administración de proyectos. Capacitación en Dirección de proyectos, conocimiento en el PMBOK.
Inglés 5	Licenciatura en Lenguas, Licenciatura en Enseñanza o Docencia de Lenguas Extranjeras, Licenciatura en Enseñanza del Inglés, Licenciatura en Lingüística aplicada a la docencia, preferentemente con estudios avanzados en el área.
Inglés 6	Licenciatura en Lenguas, Licenciatura en Enseñanza o Docencia de Lenguas Extranjeras, Licenciatura en Enseñanza del Inglés, Licenciatura en Lingüística aplicada a la docencia, preferentemente con estudios avanzados en el área.
Inglés 7	Licenciatura en Lenguas, Licenciatura en Enseñanza o Docencia de Lenguas Extranjeras, Licenciatura en Enseñanza del Inglés, Licenciatura en Lingüística aplicada a la docencia, preferentemente con estudios avanzados en el área.
Inglés 8	Licenciatura en Lenguas, Licenciatura en Enseñanza o Docencia de Lenguas Extranjeras, Licenciatura en Enseñanza del Inglés, Licenciatura en Lingüística aplicada a la docencia, preferentemente con estudios avanzados en el área.
Instrumentación biomédica	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica, Electrónica o en áreas afines.
Instrumentación biomédica avanzada	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica, Electrónica o en áreas afines.
Mecánica clásica	Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Metodología de la investigación	Licenciatura de Médico Cirujano, Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o afín. Deseable con maestría o doctorado en área afín.
Métodos numéricos	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.



Continuación...

Unidad de Aprendizaje	Perfil ideal
Metrología	Licenciatura en Ingeniería Electrónica, Mecatrónica, Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica. Deseable con maestría en área afín.
Modelado y análisis de sistemas dinámicos	Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Mecatrónica, Biónico, en Computación o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín y experiencia en el desarrollo de modelado y análisis de sistemas dinámicos.
Patología	Licenciatura de Médico Cirujano o áreas afines. Deseable con doctorado, maestría o especialidad médica en áreas afines.
Procesamiento de imágenes médicas	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica, Electrónica o en áreas afines. Deseable con maestría o doctorado en Imágenes Médicas.
Programación avanzada	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Proyecto integral de Bioingeniería Médica	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría y doctorado en área afín.
Química	Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica o áreas afines. Deseable con doctorado o maestría en áreas afines.
Reconocimiento de patrones	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Reconstrucción de imágenes médicas en 3D (optativa)	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica, Electrónica o en áreas afines. Deseable con maestría o doctorado en Imágenes Médicas.
Robótica médica	Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Mecatrónica, Biónico, en Computación o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín y experiencia en el desarrollo de sistemas robóticos.
Seguridad e higiene en el sector salud	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica, Química, o Médico laboral. Deseable con maestría en Seguridad e higiene en el trabajo, y/o con experiencia en comités de Seguridad y Salud ocupacional en los distintos ámbitos laborales (industria, sector salud, sector educativo)



Continuación...

Unidad de Aprendizaje	Perfil ideal
Sistema de salud	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o afines; preferentemente con experiencia en el manejo del Departamento de Ingeniería Clínica. Deseable con maestría en Gestión de Hospitales o ingeniería clínica.
Sistemas de asistencia y rehabilitación	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín y experiencia en el desarrollo de sistemas de asistencia y rehabilitación.
Sistemas informáticos de administración hospitalaria	Licenciatura en Tecnologías de la Información, Administración, Informática, Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o Ingeniería Clínica con experiencia en sistemas computacionales, en la gestión y administración de sistemas de información en hospitales, con conocimientos de los procesos dentro de las instalaciones hospitalarias. Deseable con maestría.
Sistemas y señales continuas	Licenciatura en Ingeniería Electrónica, Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica, licenciatura en Física o Matemáticas. Deseable con maestría en el área de la ingeniería o ciencias exactas.
Sistemas y señales discretas	Licenciatura en Ingeniería Electrónica, Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica, licenciatura en Física o Matemáticas. Deseable con maestría en el área de la ingeniería o ciencias exactas.
Tanatología (optativa)	Licenciatura de Médico Cirujano o Licenciatura en Ingeniería. Deseable con maestría y/o doctorado en Humanidades o Ciencias de la Salud.
Tecnología de asistencia (optativa)	Licenciatura en Terapia Física Licenciatura en Fisioterapia
Tecnología médica 1	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Tecnología médica 2	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Tecnología médica aplicada 1 [©]	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.



Continuación...

Unidad de Aprendizaje	Perfil ideal
Tecnología médica aplicada 2 [Ⓞ]	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín.
Telemedicina	Licenciatura en Tecnologías de la Información, Administración, Informática, Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o Ingeniería Clínica con experiencia en sistemas computacionales; en la administración y gestión de las tecnologías de la información y redes informáticas. Deseable con maestría.
<i>Virtual reality</i> ^í (optativa)	Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Bioingeniería Médica o en áreas afines. Deseable con maestría en área afín. Dominio del idioma inglés, mínimo inglés B2.

^í UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

[Ⓞ] UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico-hospitalaria.



4.4 Recursos didácticos, bibliográficos y de información más adecuados

Esta licenciatura como parte de su modelo educativo requiere de recursos didácticos, bibliográficos y de información, considerados como los medios materiales que se dispone para que el profesor o asesor conduzca el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos.

Es importante que estos recursos cumplan con las funciones siguientes: comunicar los contenidos; estimular, motivar y mantener el interés; proporcionar información; ejercitar o entrenar habilidades; proporcionar simulaciones que ofrecen entornos para la observación, exploración y la experimentación; así como generar entornos de expresión y creación.

Entre algunos se pueden mencionar:

1. **Recursos impresos:** libros y folletos, revistas, periódicos, fascículos, atlas, mapas, planos, cartas, libros de actas, antologías, rotafolios, carteles, apuntes, documentos de archivo histórico, cuadernos de ejercicios, diccionarios, enciclopedias, carpetas de trabajo, guías, catálogos, entre otros.
2. **Recursos digitales:** revistas electrónicas, libros electrónicos, documentos PDF, música en formato MP3 y MP4, pizarras digitales, videojuegos, simulaciones, recursos educativos digitales, vídeo y televisión digital, biblioteca y videoteca digital etcétera.
3. **Recursos audiovisuales:** videos, CD, DVD, casetes grabados, transparencias, láminas, fotografías, diapositivas, fotonovelas, foto retratos, editores gráficos, proyector multimedia, retroproyector, televisor, videograbadora, pizarra eléctrica, etc.
4. **Recursos manipulativos:** equipo médico y de medición, globos terráqueos, tableros interactivos, módulos didácticos, módulos de laboratorio, juegos, colchonetas, pelotas, raquetas, instrumentos musicales, esculturas, pinturas, piezas artesanales, reliquias, tejidos, minerales, maquinaria, etc.
5. **Recursos informáticos:** software, programas informáticos, simuladores, laboratorios digitales, páginas web, plataformas educativas, redes sociales, disquetes, procesadores de textos, bases de datos, hojas de cálculo, presentaciones, programas de diseño y fotografía, hipertextos e hipermedia, sistemas multimedia, sistemas telemáticos, internet, ordenadores portátiles, correo electrónico, chat, videoconferencia, metabuscador, plataformas. etc.



4.5 Instalaciones y equipamiento necesarios para la formación teórico-práctica

La Licenciatura en Bioingeniería Médica, al impartirse en la modalidad educativa mixta, requiere de instalaciones y equipamiento para la formación teórica y práctica del plan de estudios como se menciona a continuación:

Instalaciones	Equipamiento
Aulas físicas	Red de fibra óptica o inalámbrica, módem, router, sillas, escritorio, pintarrón
Aulas digitales virtuales	Acceso a la plataforma educativa
Laboratorio de recursos digitales	Computadoras de escritorio, conexión a internet, proyector.
Centro de Auto Acceso	Equipo tecnológico, materiales y recursos didácticos en impresos y multimedia.
Biblioteca y biblioteca digital	Acervo bibliográfico impreso y digital.
Auditorio	Butacas, red de fibra óptica o inalámbrica, módem, router, sillas, escritorio, pintarrón

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del equipamiento de la Facultad de Medicina.

Para las unidades de aprendizaje siguientes, se requieren de instalaciones especiales para la experimentación y ejercitación en el aprendizaje que se ofrecen en las instalaciones del espacio académico, así como de la Facultad de Ingeniería y de centros de atención médico-hospitalaria:



Instalaciones	Equipamiento	Unidad de aprendizaje
Laboratorio modelado	de Computadoras de escritorio, conexión a internet, proyector, software especializado para el modelado de objetos y procesamiento de imágenes.	Algoritmos y programación básica Programación avanzada Procesamiento de imágenes médicas Dibujo por computadora Análisis de imágenes médicas Sistemas informáticos de administración hospitalaria Telemedicina Métodos numéricos Reconocimiento de patrones Aplicaciones Móviles para la Bioingeniería <i>3D modelling</i> (optativa) <i>Artificial intelligence</i> (optativa) <i>Virtual reality</i> (optativa)
Laboratorio instrumentación	de Puestos de trabajo con computadora, amplificador de biopotenciales, amplificadores, generador de funciones, fuentes de alimentación, osciloscopio, multímetro, sensores biomédicos, gel electrolítico, termómetro, resistencias, equipo biomédico, simuladores.	Instrumentación biomédica Instrumentación biomédica avanzada Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas Sistemas informáticos de administración hospitalaria Telemedicina Dispositivos biomédicos
Laboratorio electrónica (Facultad de Medicina e Ingeniería)	de Puestos de trabajo, fuentes de alimentación, osciloscopios, multímetros, protoboard, puntas para fuente, resistencias, potenciómetros, capacitores, jumpers, generador de funciones.	Circuitos eléctricos Electrónica I Electrónica II Electrónica digital y microcontroladores Biomecánica



Continuación...

Instalaciones	Equipamiento	UAA
Laboratorio de robótica (Facultad de Ingeniería)	Impresoras 3D, cortadora láser, kits de fabricación de dispositivos (incluyen piezas de formas diferentes, barras, plataformas, uniones, sensores y motores de corriente directa), puestos de trabajo (mesas y sillas) y armarios.	Robótica médica Modelado y análisis de sistemas dinámicos Control de sistemas dinámicos
Centros de atención médico-hospitalaria	Equipos de electromedicina, dispositivos de visión, y de soporte de vida, tecnologías relacionadas con los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento.	Tecnología médica aplicada 1 Tecnología médica aplicada 2 Telemedicina Sistema de salud
Laboratorio de habilidades clínicas	Salas con diferentes modelos e instalaciones que simulan un hospital, unidad de terapia intensiva, pulsión de neonatos, equipos propios de un hospital, equipos completos de consultorios médicos, carros rojos, negatoscopios, modelos anatómicos, simuladores CARDINIX, CPU OPTIFLEX 745, electrocardiógrafo, FACUDA, electroencefalógrafo GRASS, software para modelos anatómicos, MUSCLETRAINER, Breast Self, EXAMINATOR, ABC-BREAST EXAMINATOR, Neurotheacher 3B, Muscletheacher 3B, monitores para signos vitales, male pelvis Prostate, Examiner Breast Self, mesa táctil para estudios human MT	Anatomía del aparato musculoesquelético Anatomía por aparatos y sistemas Fisiología del Aparato Musculoesquelético Fisiología por aparatos y sistemas



Continuación...

Instalaciones	Equipamiento	UUA
Laboratorio fisiología	Mesas de trabajo, mesa de exploración, equipos de cómputo y pantallas, material vidrio (vasos de precipitados, probetas, matraces Erlenmeyer). Sistema Biopac de Student Lab (juegos de cables de electrodo (SS2L), gel de electrodo, mesa de laboratorio y almohada, para posición supina, Programa BSL 4, Hardware MP36, MP35 o MP45, Ordenador (Windows 8, 7, Vista, XP, Mac OS X 10.5 – 10.8).	Fisiología del aparato musculoesquelético Fisiología por aparatos y sistemas
Laboratorio bioquímica	Mesas de trabajo, material de vidrio ((vaso de precipitado, tubos de ensayo, pipetas, propipetas, micropipetas, matraces de diferentes volúmenes, matraces Erlenmeyer, mecheros, embudos etc.). Equipo de trabajo ((centrífuga, refrigeradores, incubadoras, microscopios, potenciómetros, horno, fotocolorímetro, extinguidor).	Bioquímica médica Química



4.6 Otros escenarios de aprendizaje de necesaria previsión por convenio institucional

Finalmente, el modelo educativo de esta licenciatura prevé otros escenarios de aprendizaje previo convenio de colaboración, con la finalidad de fortalecer el aprendizaje de los alumnos con las actividades siguientes:

Actividad	Escenario	Convenio o acuerdo
Realizar servicio social hospitalario	Instituto de Salud del Estado de México	Convenio de Colaboración que celebra la UAEMéx a través de la Facultad de Medicina y el Instituto de Salud del Estado de México
		Convenio de Colaboración que celebra la UAEMéx a través de la Facultad de Medicina y la Agencia Espacial Mexicana
	Agencia Espacial Mexicana	Convenio de Colaboración que celebra la UAEMéx a través de la Facultad de Medicina y la Agencia Espacial Mexicana
	Agencia Espacial Mexicana	Convenio de Colaboración que celebra la UAEMéx a través de la Facultad de Medicina y el Instituto Mexicano del Seguro Social, Delegación Poniente
	Instituto Mexicano del Seguro Social, Delegación Poniente	Convenio de Colaboración que celebra la UAEMéx a través de la Facultad de Medicina y el Instituto de Seguridad Social al Servicio de los trabajadores del Estado de México
Impulsar la movilidad estudiantil	Instituto de Seguridad Social al Servicio de los trabajadores del Estado de México	Convenio de Colaboración que celebra la UAEMéx a través de la Facultad de Medicina y el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los trabajadores del Estado
	Dirección de Apoyo Académico a Estudiantes	Convocatoria emitida anualmente por la DAAE



Continuación...

Actividad	Escenario	Convenio o acuerdo
Impartir las unidades de aprendizaje del tipo curso-taller que programan prácticas escolares en centros de atención médico hospitalaria.	Instituto Mexicano del Seguro Social, Delegación Poniente	Convenio de Colaboración que celebra la UAEMéx a través de la Facultad de Medicina y el Instituto Mexicano del Seguro Social, Delegación Poniente
	Instituto de Seguridad Social al Servicio de los trabajadores del Estado de México	Convenio de Colaboración que celebra la UAEMéx a través de la Facultad de Medicina y el Instituto de Seguridad Social al Servicio de los trabajadores del Estado de México
	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los trabajadores del Estado	Convenio de Colaboración que celebra la UAEMéx a través de la Facultad de Medicina y el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los trabajadores del Estado
Realizar estancias de investigación	Programa de movilidad estudiantil DELFIN	Convocatoria emitida anualmente: https://www.programadelfin.org.mx/
	Agencia Espacial Mexicana	Convenio de Colaboración que celebra la UAEMéx a través de la Facultad de Medicina y la Agencia Espacial Mexicana
Realizar platicas, foros o coloquios con expertos	Virtual	Sesiones programadas mensualmente bajo invitación, se presentan expertos, empresas, universidades, centros de investigación etc.



V. METODOLOGÍA DE REDISEÑO CURRICULAR

La evaluación integral de la *Licenciatura en Bioingeniería Médica* que se imparte en la Facultad de Medicina tomó como objeto de evaluación el currículum aprobado por el H. Consejo Universitario en el año 2010. El proceso de esta labor inició con la conformación de un Comité de Currículo designado por los HH. Consejos Académico y de Gobierno del espacio académico, el cual está conformado por 18 profesores representantes de las áreas de docencia, con preparación disciplinaria, excelente trayectoria académica y reconocida experiencia profesional de acuerdo con lo establecido en el Estatuto Universitario en su artículo 94 bis y 94 bis 1.

El comité como órgano académico fue responsable de realizar dicha evaluación y estuvo bajo la conducción y metodología de un asesor curricular adscrito al Departamento de Desarrollo curricular de la Dirección de Estudios Profesionales de la Universidad. La evaluación integral se condujo bajo los principios de *utilidad*, al proporcionar información de interés y en beneficio de los diferentes destinatarios de la evaluación; de *factibilidad*, al emplear procedimientos prácticos y comprensivos para la viabilidad académica, de la evaluación; de *honradez*, actuando legal y éticamente, en beneficio del programa educativo; y finalmente con *precisión*, al comunicar las características que determinaron el valor o mérito del programa educativo, con base en información técnicamente adecuada y juicios en relación con los datos y análisis reportados.

La dinámica de trabajo que llevo a cabo el comité se basó en la realización independiente de tareas por cada uno de los integrantes y reuniones permanentes de trabajo —con todo el equipo—. En cada reunión se revisaban y mejoraban para los avances, se tomaban decisiones en equipo de manera objetiva y deliberativa, y en su caso se determinaban nuevas actividades individuales o por equipos. Una vez que se recolectó, analizó y sintetizó la información, se procedió a la redacción de cada uno de los estudios realizados; en pleno se presentaban los ensayos construidos con la finalidad de socializar, proponer mejoras, establecer conclusiones y recomendaciones hacia el plan de estudios.

Resultado de la evaluación integral se obtuvo un diagnóstico curricular que valoró las etapas de diseño, instrumentación y operación del programa educativo, por medio de siete categorías y cada una de ellas con sus criterios correspondientes, diagnóstico que sustituyó a los fundamentos del currículum, 2010:

I. **Pertinencia** donde se valoró los fundamentos del programa educativo:

- a) Se analizó la evaluación de los planes de estudios que han operado, y se elaboró la síntesis de los fundamentos y modelo de formación profesional del currículum sujeto a evaluación; se identificó el origen y las reestructuraciones que ha tenido la licenciatura, la necesidad de formar al profesional, los grandes aprendizajes que han promovido los objetivos del programa educativo y las funciones del perfil de egreso.
- b) Se analizó la congruencia que guardan los objetivos y contenidos del plan de estudios respecto a las necesidades del mercado de trabajo, a las expectativas de la sociedad y a las expectativas de los estudiantes.





- c) Se identificó e investigó las teorías y conocimientos vigentes que fundamentan la profesión, así como un análisis de los objetivos, perfiles de egreso y planes de estudio de Instituciones de Educación Superior líderes (nacionales e internacionales) en la formación, considerando fueran universidades representativas, con las que hay movilidad estudiantil o bien, que se ubican en el Ranking Nacional.
- d) Se realizó un estudio de seguimiento de egresados para determinar su incorporación y evolución en el mercado laboral.

II. Congruencia que juzgó el modelo del programa y el plan de estudios.

- a) Se analizó la coherencia y congruencia entre los objetivos del programa y las competencias profesionales del perfil de egreso y los objetivos de las áreas curriculares.
- b) Se analizó y determinó manera disciplinaria las UUAA que contribuyen en la formación general
- c) Se revisó la claridad de los objetivos y contenidos de las UUAA que conforman el plan de estudios.
- d) Se verificó la congruencia que guardan los objetivos y contenidos de cada UA con las actividades de aprendizaje.

III. Trascendencia evaluó los métodos pedagógicos y los aprendizajes que fomenta el currículo.

- a) Se analizó los métodos pedagógicos que se utilizan en la impartición de los contenidos de cada UA.
- b) Se analizó la coherencia entre los métodos pedagógicos que se ocupan y los contenidos y orientación de cada UA.
- c) Se identificó la contribución de los objetivos y contenidos de las UUAA de los núcleos básico e integral a la vida de los alumnos.
- d) Se realizó un análisis de identificación de las UUAA transversales

IV. Equidad juzgó la capacidad de ofrecer una atención diferencial a los alumnos, para que de acuerdo con las características individuales y las del entorno social de cada uno, todos tengan las máximas oportunidades de lograr una formación universitaria.

- a) Se analizaron los resultados de estudios socioeconómicos que se realizan a los alumnos de nuevo ingreso y se identificó a los alumnos vulnerables, con alguna discapacidad o enfermedad.
- b) Se analizaron el tipo de becas que proporciona el espacio académico y el número de alumnos becados en los últimos cinco años.
- c) Se identificaron las actividades co-curriculares complementarias para la formación de alumnos de la ingeniería.
- d) Se explicitaron las acciones que lleva a cabo el espacio académico para brindar atención igualitaria a alumnos con limitaciones económicas, de tiempo o espacio.



- e) Se analizó la contribución de los servicios de tutoría para superar las dificultades de aprendizaje de los alumnos.

V. **Eficacia** valoró la operación del currículo con base en la proporción de alumnos que desarrollan aprendizajes relevantes y concluyen su formación profesional.

- a) Se identificaron los parámetros para la selección e incorporación de alumnos a la licenciatura.
- b) Se identificó el número de aspirantes y el índice de aceptación a la licenciatura en los últimos cinco años.
- c) Se analizó la forma de evaluación de todas las UUAA para determinar si la evaluación del aprendizaje es objetiva y justa.
- d) Se identificaron las UUAA con mayor índice de reprobación en los últimos cinco años.
- e) Se analizó la eficiencia terminal y el índice de deserción escolar de las últimas cinco generaciones.
- f) Se analizó el índice y las opciones de titulación en los últimos cinco años.

VI. **Eficiencia** juzgó la instrumentación y operación del currículo, mediante la capacidad para lograr los objetivos aprovechando los recursos disponibles y resolviendo las circunstancias adversas.

- a) Se analizó la suficiencia de profesores con competencias apropiadas para promover los objetivos del programa educativo y de las UUAA.
- b) Se identificó el perfil académico de la planta docente y se valoró su congruencia respecto a los contenidos que imparten.
- c) Se valoraron los cursos de formación y actualización docente impartidos en los últimos cinco años.
- d) Se analizaron los resultados del Programa de Estímulos al desempeño del Personal Docente (PROED).
- e) Se analizó la suficiencia del personal técnico adecuado a las necesidades del programa educativo.
- f) Se identificaron las características de las instalaciones, equipamiento y materiales con que cuenta el espacio académico.
- g) Se analizó el presupuesto ordinario del espacio académico y programa educativo, así como el costo por alumno.

VII. **Gestión** valoró la contribución de la estructura de gestión académica y administrativa en el logro de objetivos educativos.

- a) Se identificaron las principales áreas o departamentos del espacio académico y sus funciones.
- b) Se identificaron los principales medios de comunicación entre la comunidad universitaria del espacio académico.
- c) Se valoraron los resultados de la evaluación externa dirigida a través del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C. y se identificó las acciones que se han realizado para mejorar la calidad del programa.



Los resultados de este diagnóstico curricular justificaron y fundamentaron la decisión de reestructurar el programa educativo.

En esta reestructuración se desarrolló el apartado *Modelo para formación profesional* que contiene los subapartados de *Características del currículo profesional*, *la Concepción de la profesión* -donde se especifica el objeto de estudio, escuelas de pensamiento, métodos de investigación para abordarlo, conceptos centrales y disciplina y sus interrelaciones, evolución del área del conocimiento, disciplinas centrales y auxiliares-, el *Perfil de ingreso* y el *Perfil de egreso* -en el que se establecieron las funciones y tareas profesionales, competencias, instrumentos y equipo que utilizar en el ejercicio profesional, sectores sociales y productivos, necesidades o problemas que el egresado contribuirá a resolver y ámbitos de intervención profesional-. A partir de la concepción de la profesión y el perfil del egreso, el comité formuló los *objetivos del programa educativo*, en los que se expresan los aprendizajes teóricos, metodológicos y axiológicos que el alumno habrá de desarrollar de manera integral y ejercer de manera conveniente, al concluir su formación profesional.

Los diversos planteamientos realizados por los integrantes del comité en estos apartados fueron referentes para conformar la estructura y organización del plan de estudios, y la representación de los aprendizajes (saber, saber hacer, y saber ser) que el alumno tendrá que desarrollar para realizar sus funciones y tareas profesionales.

Dichos «contenidos» fueron objeto de revisiones continuas para cuidar que expresaran temáticas claras, concretas y diferenciadas, y que estuviesen correctamente clasificadas. Estos fueron la base para decidir —dada la amplitud predeterminada de una formación profesional universitaria— qué áreas de conocimiento, disciplinas y temas tendrían lugar en el plan de estudios.

Con base en esta estructura temática y los objetivos del programa educativo, el comité redactó los objetivos por área curricular, se definieron las unidades de aprendizaje y redactaron sus objetivos. En esta tarea se buscó mantener la congruencia, de manera que los objetivos de cada unidad de aprendizaje contribuyan al logro de los objetivos del área curricular a la que pertenecen, y a su vez, los objetivos de área curricular a la consecución del logro de los objetivos de la carrera.

Por unidad de aprendizaje se establecieron las características de denominación, horas teóricas y/o prácticas, y el total de horas que el alumno destinará al estudio, su valor en créditos, el carácter (obligatoria u optativa), su ubicación en un núcleo de formación y en un periodo escolar regular, la seriación necesaria disciplinariamente; y se estableció la formación común, lo que permitió equilibrar el plan de estudios con base en lineamientos establecidos en el Reglamento de Estudios Profesionales.



Con base en ello, se elaboró el mapa curricular en el cual se ubican las unidades de aprendizaje con su carga horaria y crediticia por periodo escolar; y por tratarse de un plan de estudios rediseñado para la modalidad educativa mixta con administración flexible en la enseñanza, se definieron las reglas para su operación y control en la oferta académica por periodo escolar y en la trayectoria académica de los alumnos. Posteriormente se estableció la tabla de equivalencia para el desplazamiento del plan de estudios, y se incorporó el modelo educativo.

La actividad final de los integrantes del Comité de Currículo se centró en la elaboración del programa de instrumentación, los programas de estudio y las guías de evaluación del aprendizaje de las unidades de aprendizaje de los dos primeros periodos escolares.

Finalmente, todos los apartados antes mencionados dieron origen al Proyecto Curricular reestructurado de la carrera, como documento de planificación educativa que norma y conduce la formación profesional de los alumnos, y cuya función es proporcionar guías de acción para atender los procesos educativos, escolares y didácticos, y para administrar los recursos que requiera la operación de esta licenciatura.



VI. DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS

6.1 Fuentes consultadas

Bibliografía

- Ahani, A., Moghadamfalahi, M., and Erdogmus, D. (2018). Language-model assisted and icon-based communication through a brain-computer interface with different presentation paradigms. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 26(9):1835–1844.
- Alam, M. M., Malik, H., Khan, M. I., Pardy, T., Kuusik, A., and Le Moullec, Y. (2018). A survey on the roles of communication technologies in iot-based personalized healthcare applications. *IEEE Access*, 6:36611–36631.
- Aldape T. (2008). *Desarrollo de las competencias del docente: Demanda De La Aldea Global Siglo XXI*. LibrosEnRed.
- Alfa Tuning América Latina: Innovación Educativa y Social (2011-2013).
- Aly, H. I., Youssef, S., and Fathy, C. (2018). Hybrid brain computer interface for movement control of upper limb prostheses. In *2018 International Conference on Biomedical Engineering and Applications (ICBEA)*, páginas 1–6.
- Arif, M., Schoots, I. G., Castillo T., J. M., Roobol, M. J., Niessen, W., and Veenland, J. F. (2020). Computer aided diagnosis of clinically significant prostate cancer in low-risk patients on multi-parametric mr images using deep learning. In *2020 IEEE 17th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI)*, páginas 1482–1485.
- Arteaga Herrera, José; Fernández Sacasas, José A. (2010). El método clínico y el método científico. *MediSur*, 8(5), 12-20.
- Awan, M. F., Bose, P., Khaleghi, A., Kansanen, K., and Balasingham, I. (2020). Evaluation of secrecy capacity for next-generation leadless cardiac pacemakers. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 67(8):2297–2308.
- Barrón Tirado, M. C. (2000). La educación basada en competencias en el marco de los procesos de la globalización. En M. A. Valle (coord.) *Formación de competencias y certificación profesional*, (pp. 23-31), México: CESU-UNAM.
- Chacon, S. F. (1990). Control administrativo de servicios de salud. *Salud Uninorte*, 6-7(2): 93-98.
- Contreras-Ramírez A., Patiño-Degollado J. C. (2018) *Clasificación de la tecnología Médica con base a su riesgo en hospitales del Instituto de Salud del Estado de México*, Tesis, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Cortés-Martínez, K. V., & Mejía-Lavalle, M. (2017). Estado del arte y elementos del reconocimiento automático de imágenes del cerebro. *Res. Comput. Sci.*, 140, 105-122.



- Dang, B. V., Taylor, R. A., Charlton, A. J., Le-Clech, P., and Barber, T. J. (2020). Toward portable artificial kidneys: The role of advanced microfluidics and membrane technologies in implantable systems. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 13:261–279.
- De la Federación, D. O. (2020). Programa sectorial derivado del plan nacional de desarrollo 2019-2024. *Diario Oficial de la Federación*.
- De México, G. D. E. (2017). Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023. *Toluca: Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México*.
- De Micheli-Serna, Alfredo. (2004). Algunos enfoques epistemológicos en medicina. *Gaceta Médica de México*, 140(5), 557-561.
- Dhaouafi, M. (2021). A start-up journey in bionic prosthetics and virtual therapy. *IEEE Potentials*, 40(6):6–10.
- Du, Z., Yan, Z., Huang, T., Zhang, Z., Zhang, Z., Bai, O., Huang, Q., and Han, B. (2020). Mechanical design and preliminary performance evaluation of a passive arm-support exoskeleton. In 2020 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), páginas 3371–3376.
- Echavarría, L. De los Reyes, C. (2017). El Modelo de Educación Basada en Competencias: Genealogía, Análisis y Propuestas. Departamento De Investigaciones Educativas-CINVESTAV.
- Elizondo, J. E., & Maestre, L. P. (2005). Fundamentos de procesamiento de imágenes. *Universidad Autónoma de Baja California, México*.
- Erazo-Arteaga, V. A. (2022). El diseño, la manufactura y análisis asistido por computadora (CAD/CAM/CAE) y otras técnicas de fabricación digital en el desarrollo de productos en América Latina. *Información tecnológica*, 33(2), 297-308.
- Fassi, I., Pagano, C., & Ruggeri, S. (2020). Capítulo 9 Industria 4.0 en Robótica. *Fabricación Digital para Pymes*, 251.
- Figueira, G., Wang, Y., Sun, L., Zhou, H., and Zhang, Q. (2020). Adversarial-based domain adaptation networks for unsupervised tumour detection in histopathology. In 2020 IEEE 17th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI), páginas 1284–1288.
- Georgescu, L., Wallace, D., Kyong, D., Chun, A., Chun, K., and Oh, P. (2020). The future of work: Towards service robot control through brain-computer interface. In 2020 10th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC), páginas 0932–0937.
- González L. S. y Heras G. L. L (compiladores). (2006). La universidad entre lo presencial y lo virtual. Toluca México: Universidad Autónoma del Estado de México
- Guerrero Pupo, J. C., Amell Muñoz, I., & Cañedo Andalia, R. (2004). Tecnología, tecnología médica y tecnología de la salud: algunas consideraciones básicas. *Acimed*, 12(4), 1-1.



- Guzmán, J. (1999). El qué, por qué y para qué de la educación basada en competencias (EBC). En Modelos curriculares de la educación basada en competencias, (pp. 11-14 y 32-41). México: Facultad de Psicología-UNAM
- IMEDEO, N. (2002). *Hacia una Didáctica General*. En N. IMEDEO, *Hacia una Didáctica General*. Argentina: Dinámica Tercera Edición.
- Jang, J., Lim, B., and Shim, Y. (2019). An assistance approach for a powered knee exoskeleton during level walking and the effects on metabolic cost. In 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), páginas 6216–6219.
- Jaques D. (1996). La educación encierra un tesoro. "Madrid": Ediciones Unesco.
- Jiang, X., Ng, W. T., and Chen, J. (2019). A miniaturized low-intensity ultrasound device for wearable medical therapeutic applications. *IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems*, 13(6):1372–1382.
- Kim, S., Ryu, J., Choi, Y., Kang, Y., Li, H., and Kim, K. (2020). Eye-contact game using mixed reality for the treatment of children with attention deficit hyperactivity disorder. *IEEE Access*, 8:45996–46006.
- Ko, L.-W., Stevenson, C., Chang, W.-C., Yu, K.-H., Chi, K.-C., Chen, Y.-J., and Chen, C.-H. (2021). Integrated gait triggered mixed reality and neurophysiological monitoring as a framework for next-generation ambulatory stroke rehabilitation. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 29:2435–2444.
- Leng, Y., Huang, G., Ma, L., Qian, Y., Chen, X., Zhang, K., and Fu, C. (2021). A lightweight, integrated, and portable force-controlled ankle exoskeleton for daily walking assistance. In 2021 27th International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice (M2VIP), páginas 42–47.
- Lin, C.-H., Chan, S.-B., Lai, Y.-C., Liang, W.-L., Huang, M.-S., and Chen, Y.-Y. (2021). Ai in ehealth: Diagnosis of parkinson's disease with augmented reality. In 2021 IEEE International Conference on Consumer Electronics-Taiwan (ICCE-TW), páginas 1–2.
- Lizcano-Jaramillo, P. A., & Camacho-Cogollo, J. E. (2019). Evaluación de Tecnologías en Salud: Un Enfoque Hospitalario para la Incorporación de Dispositivos Médicos. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 40(3).
- Lorenzo, T., titular de Economía Aplicada, P. P., Conde Olasagasti, J. L., Fernández Díez, A., González Enríquez, J., Gordo Pérez, J. L., & Tránchez Martín, J. M. Editor y autores.
- Magsi, H., Sodhro, A. H., Chachar, F. A., Abro, S. A. K., Sodhro, G. H., and Pirbhalal, S. (2018). Evolution of 5g in internet of medical things. In 2018 International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET), páginas 1–7.
- Martínez, U. C.H. (2008) La educación a distancia sus características y necesidad en la educación actual. *Educación*. Vol. XVII, N° 33.



- Mesa-Lago, C. (2005). Las reformas de salud en América Latina y el Caribe: su impacto en los principios de la seguridad social.
- Münch, L. (2010). Administración. Gestión organizacional, enfoques y proceso administrativo. México. Pearson.
- Nassim, S., Chakouch, M., kamali, W., Diab, A., and Daher, A. (2019). Signal analysis of brain computer interface (bci). In 2019 Fifth International Conference on Advances in Biomedical Engineering (ICABME), páginas 1–4.
- OCDE. (1997). Proyecto Definición y Selección de Competencias. México: Proyecto de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- Park, J.-W., Nahm, F. S., Kim, J.-H., Jeon, Y.-T., Ryu, J.-H., and Han, S.-H. (2019). The effect of mirroring display of virtual reality tour of the operating theatre on preoperative anxiety: A randomized controlled trial. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 23(6):2655–2660.
- Parra, D. (2003) *Manual de Estrategias de Enseñanza/Aprendizaje*. Ministerio de la Protección Social, Servicio Nacional de Aprendizaje. Medellín, Colombia.
- Parras, D., Romero, L., Cavas, F., Nieto, J., Cañavate, F. J. F., & Fernández-Pacheco, D. G. (2016). Escaneado y reconstrucción 3d a partir de imágenes como herramienta didáctica de iniciación a la ingeniería inversa.
- Pimienta, J. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias*. México: Pearson
- Pinta, M. A. (2020). Los métodos numéricos y su enseñanza: estudio de casos en la universidad ecuatoriana.
- Quiroz-Flores, C. P. (2020). La Gestión de Equipo Médico en los retos del Sistema Nacional de Salud: Una Revisión. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 41(1), 141-150.
- Rajeswaran, P., Varghese, J., Kumar, P., Vozenilek, J., and Kesavadas, T. (2019). Airwayvr: Virtual reality trainer for endotracheal intubation. In 2019 IEEE Conference on Virtual reality and 3D User Interfaces (VR), páginas 1345–1346.
- Rama, C. (2020). “La educación híbrida” en La nueva educación híbrida. Ed. Unión de Universidades de América Latina y el Caribe: México. Pp. 117-126
- Reyes Pimentel, J. (2017). Plan de Asignatura de la materia de Fisiopatología Humana-Módulo Sistema Cardiovascular.
- Rial, A. (1997): La formación profesional: introducción histórica, diseño del currículo y evaluación. Santiago de Compostela. Tórculo Ediciones. Págs. 97-102.
- Schild, J., Elsenbast, C., and Carbonell, G. (2021). Vitawin - developing multiprofessional medical emergency training with mixed reality. In 2021 IEEE 9th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH), páginas 1–9.



- Seoane, T., Martín, J. L. R., Martín-Sánchez, E., Lurueña-Segovia, S., & Moreno, F. A. (2007). Capítulo 7: estadística: estadística descriptiva y estadística inferencial. *SEMERGEN-Medicina de familia*, 33(9), 466-471.
- Setiawan, J. D., Alwy, F., Ariyanto, M., Samudro, L., and Ismail, R. (2021). Flexion and extension motion for prosthetic hand controlled by single-channel eeg. In 2021 8th International Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering (ICITACEE), páginas 47–52.
- UAEMéx. (2006) *Estatuto Universitario de la Universidad Autónoma del Estado de México*, Toluca, UAEMéx.
- UAEMéx. (2007). *Reglamento de Estudios*. Oficina del Abogado General. Aprobado por el Consejo Universitario en Sesión Ordinaria, celebrada el día 17 de diciembre de 2007.
- UAEMéx. (2008). *Guía de Evaluación Curricular*. Dirección de Estudios Profesionales. Ciudad Universitaria, Toluca, México.
- UAEMéx. (2010). Proyecto curricular de la Licenciatura de Bioingeniería Médica (2010). Facultad de Medicina.
- Van Zon, M., Stathonikos, N., Blokk, W. A., Komina, S., Maas, S. L., Pluim, J. P., van Diest, P. J., and Veta, M. (2020). Segmentation and classification of melanoma and nevus in whole slide images. In 2020 IEEE 17th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI), páginas 263–266.
- Velázquez, A. (2008). La Investigación Operativa y la Epidemiología I. *Revista Peruana de Epidemiología* 12(1):2-4.
- World Health Organization. (2011). Medical device donations: considerations for solicitation and provision.
- Zabalza, M. A. (2006). Competencias docentes del profesorado universitario calidad y desarrollo profesional. España.
- Zhang, Z., Zhang, R., Chang, C.-W., Guo, Y., Chi, Y.-W., and Pan, T. (2021). iwrap: A theranostic wearable device with real-time vital monitoring and auto-adjustable compression level for venous thromboembolism. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 68(9):2776–2786.

Mesografía

- Barroso, R, C (2006). Acercamiento a las nuevas modalidades educativas en el IPN. *Innovación Educativa*, 6(30),5-16. ISSN: 1665-2673. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179420843002>
- Biomedical Engineering MEng*. (2022, abril 1). Prospective Students Undergraduate. <https://www.ucl.ac.uk/prospective-students/undergraduate/degrees/biomedical-engineering-meng>



- Bosco, H, M & Cabello, B. V.F. (2016) Perspectivas sobre la Educación Abierta y a Distancia: algunos retos educativos del mundo actual. México: INFOTEC. <https://www.infotec.mx/work/models/Infotec/Publicaciones/Perspectivas-sobre-la-educacion-abierta-y-a-distancia-algunos-retos-educativos-del-mundo-actual.pdf>
- Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. Secretaría de Salud. (2016). Glosario de Gestión de Equipo Médico. Primera. México. http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipoMedico/IB_Publicacion_Glosario_8_27Jun16.pdf
- Cilleruelo, Lourdes y Zubiaga Augusto. (2014). *Una aproximación a la educación STEAM. Practicas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. Jornadas de Psicodidáctica.* <https://scholar.google.com/citations?user=GNCiulAAAAAJ&hl=en>
- CONACyT. (2019). *Programa especial de ciencia, tecnología e innovación 2021-2024.* CONACyT. <https://www.siiicyt.gob.mx/index.php/normatividad/nacional/programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-peciti/programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-peciti-2021-2024/4965-programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-peciti-2021-2024/file>
- CONACyT. (2019b). *Programas Nacionales Estratégicos.* <https://conacyt.mx/pronaces/>
- Facultad de Ingeniería UANL / Ingeniería en Sistemas Biomédicos. (s. f.). https://www.ingenieria.unam.mx/programas_academicos/licenciatura/sistemas_biomedicos.php
- Facultad de Ingeniería UNAM / Ingeniería en Sistemas Biomédicos. (s. f.). https://www.ingenieria.unam.mx/programas_academicos/licenciatura/sistemas_biomedicos.php
- García, C. y Perera, V. (2004). Aprender con otros en la red. El análisis de los foros de debate como espacio de comunicación asincrónica. España: Universidad de Sevilla. Pp. 533-558. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1291869>
- Gasparín, S. R., Gutiérrez, H. L., Mazadiego, I S., Pérez, C. N & Salazar R. E. (s/f). *El nuevo modelo en el sistema de enseñanza abierta.* Universidad de Veracruz. https://www.uv.mx/sea/files/2012/11/02_historia.pdf
- Gil, M. (2004). Modelo de diseño instruccional para programas educativos a distancia en *Horizontes* (núm. 104, vol. XXVI). México: UNAM. Pp. 93-114. <http://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v26n104/v26n104a6.pdf>
- González, M. (2015). El b-learning como modalidad educativa para construir conocimiento en *Opción* (núm. 2, vol. 31). Venezuela: Universidad del Zulia. Pp. 501-531. <https://www.redalyc.org/pdf/310/31045568029.pdf>



- Gobierno del Estado de México, (2018). *Plan de desarrollo del Estado de México 2017-2023*. Consejo editorial para el desarrollo del Estado de México. <https://copladem.edomex.gob.mx/sites/copladem.edomex.gob.mx/files/files/pdf/Planes%20y%20programas/PDEM%202017-2023%20web.pdf>
- Harvard John A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences. (s. f.). <https://seas.harvard.edu/bioengineering/undergraduate-program>
- Ibero | Ingeniería Biomédica. (s. f.). <https://iberofwd.mx/ingenieria-biomedica>
- Herrera, A., Herrera P. (2013). “La educación en línea” en *HOSPITALIDAD-ESDAI*. Pp. 65-82. <https://revistas.up.edu.mx/ESDAI/article/view/1544>
- Instituto Politécnico Nacional Ingeniería Biomédica. (s. f.). Portal del Instituto Politécnico Nacional. <https://www.ipn.mx/>
- ITESM Ingeniería Biomédica. (s. f.). <https://tec.mx/es/innovacion-y-transformacion/ingeniero-biomedico>
- Licenciatura en Ingeniería Biomédica UAM. (s. f.). <http://die.izt.uam.mx/index.php/ingenieria-biomedica/>
- Moreno, H. I. (2004). La utilización de medios y recursos didácticos en el aula. [versión electrónica]. Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid. <https://webs.ucm.es/info/doe/profe/isidro/merecur.pdf>
- León, Ana Patricia; Risco del Valle, Eduardo y Alarcón Cristina. (2014). *Estrategias de aprendizaje en educación superior en un modelo curricular por competencias*. Revista de la Educación Superior RESU, 43 (172), pp. 123-144. <http://resu.anui.es.mx>
- Lozano, R. (2011). De las TIC a las TAC: tecnologías del aprendizaje y del conocimiento en *Anuario ThinkEPI 2011* (Vol. 5). Pp. 45-47. <https://recyt.fecyt.es>
- Navarrete, Z., Manzanilla, H. (2017). “Panorama de la educación a distancia en México” en *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1341/134152136004/html/index.html>
- Norte, U. A. M. C. (s. f.). *Licenciatura en Ingeniería Biomédica—Anáhuac México*. <https://mexico.anahuac.mx/licenciaturas/ingenieria-biomedica>
- Pérez A. S. (2010). Los recursos didácticos [versión electrónica]. Revista digital para profesionales de enseñanza. <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd7396.pdf>
- ONU (2015). *La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. ONU. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- ONU (2020). *Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40156/S1801140_en.pdf?sequence=25&isAllowed=y



- Pinto, A., Díaz, J. y Alfaro, C. (2016). Modelo espiral de competencias docentes TICTACTEP aplicado al desarrollo de competencias digitales en *Revista Educativa Hekademos* (núm. 19). AFOE. Pp. 39-48. <https://www.calameo.com>
- Rincón, L. (2006). *Una introducción a la PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA*. Departamento de Matemáticas. Facultad de Ciencias UNAM. <http://ya.fciencias.unam.mx/lars/libros/pe-agosto-2006.pdf>.
- Sáez, José Manuel. (2018). *Estilos de aprendizaje y métodos de enseñanza*. Editorial UNED, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid. <https://books.google.es/books?id=fGVgDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Santoveña, C. (2012). El proceso de enseñanza-aprendizaje a través de herramientas de comunicación síncrona: El caso de Elluminate Live en *Electronic Journal of Research in Educational Psychology* (núm. 1, vol. 1). España: Universidad de Almería. Pp. 447-474. <https://www.redalyc.org/pdf/2931/293123551022.pdf>
- School of Biomedical Engineering and Biotechnology—Phelma*. <https://ecole-ingenieur-phelma.com/scientific-diversity/engineer-and-biotechnologies/?lang=en>
- School of Engineering MIT*. (s. f.). <http://catalog.mit.edu/schools/engineering/>
- Secretaría de salud. (2006). *Innovación en gestión hospitalaria en México*. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/DOCSAL7848.pdf>
- SEP. (2020). Programa sectorial de Educación 2020-2024 en Diario Oficial. México: SEP. Pp. 194-320. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/562380/Programa_Sectorial_de_Educacion_2020-2024.pdf
- Serrano, José Manuel y Pons, Rosa María. (2011). *El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación*. Revista Electrónica de Investigación Educativa REDIE, 13 (1), pp. 1-27. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15519374001>
- Shanghai Ranking*. (s. f.). <https://www.shanghairanking.com/>
- Silva, J. (2010). “La educación virtual en México” en UPIICSA. Pp. 22-33. Recuperado de <https://ipn.elsevierpure.com/es/publications/la-educaci%C3%B3n-virtual-en-m%C3%A9xico>
- SUAyED. (2013). Modelo educativo del Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia de la UNAM. México: UNAM, SUAyED. https://cuaieed.unam.mx/descargas/Modelo_SUAyED.pdf
- Turpo, O. (2009). Desarrollo y perspectiva de la modalidad educativa blended learning en las universidades de Iberoamérica. España: Universidad de Salamanca. <https://rieoei.org/historico/deloslectores/3002Gebera.pdf>
- UAEMéx. (2021). *Plan Rector de Desarrollo Institucional 2021-2025*. <http://spdi2.uaemex.mx/PRDI/public/index.php/documentos>



- Valle, Antonio; González, Ramón; Cuevas, Lino Manuel; Fernández, Ana Patricia. (1998). *Las estrategias de aprendizaje: características básicas y su relevancia en el contexto escolar*. Revista de Psicodidáctica, (6), pp. 53-58. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17514484006>
- Valverde, J. (2010). El movimiento de educación abierta y la Universidad expandida en *Tendencias pedagógicas* (núm. 16). Universidad de Extremadura. <https://repositorio.uam.es/handle/10486/5270>
- Vega, R. (2006). "La educación continua en México: hacia la transición a la captación a distancia" en EDUTEC *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*. UNAM. https://redib.org/Record/oai_articulo2753000-la-educaci%C3%B3n-contin%C3%BAa-en-m%C3%A9xico-hacia-la-transici%C3%B3n-a-la-captaci%C3%B3n-a-distancia
- Washington, O. (2010). Contexto y desarrollo de la modalidad educativa blended learning en el sistema universitario iberoamericano en *Revista Mexicana de Investigación Educativa* (núm. 45, vol. 15). España: Consejo Mexicano de Investigación Educativa. Pp. 345-370. <https://www.redalyc.org/pdf/140/14012507002.pdf>
- World Health Organization (2017). *Medical devices technical series*. Editorial consultant: Vivien Stone, Etchingham, UK. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255261/9789241565479-eng.pdf>
- World Health Organization. (2017). Global atlas of medical devices. WHO Medical device technical series. *World Health Organization*. Geneva. <https://doi.org/978-92-4-151231-2>.
- Yakman Georgette. (2010). *Cuál es el punto de STEAM. Una breve descripción de la educación STEAM*. <https://steamedu.academia.edu/GeorgetteYakman>
- Yakman Georgette. (2008). *Educación STEAM: una visión general de la creación de un modelo de educación integrativa*. <https://steamedu.academia.edu/GeorgetteYakman>



6.2 Programa de instrumentación

El presente programa de instrumentación describe los proyectos y acciones destinadas al desarrollo de los recursos humanos, técnicos, instrumentales, físicos y materiales necesarios para la puesta en operación del plan de estudios reestructurado.

Proyecto 1. Desplazamiento del plan de estudios

Objetivo

- Asegurar que los procedimientos académicos, técnicos y administrativos sean oportunos para el desplazamiento del plan de estudios 2010.

Estrategias y acciones

- Planeación académica y administrativa para la permanencia, promoción y egreso de los alumnos del plan de estudios 2010.

Resultados o productos a obtener

- Egreso de las generaciones de alumnos del plan de estudios 2010.

Entidades responsables y participantes

- Subdirección académica.
- Coordinación del programa educativo.
- Personal académico del programa educativo.
- Departamento de control escolar.

Calendario para el desarrollo de las acciones

- Permanencia: periodos regulares e intensivos.
- Promoción: evaluaciones en periodos regulares e intensivos.
- Egreso: al final de cada periodo regular.

Mecanismos de seguimiento y evaluación

- Análisis de los indicadores del programa educativo.



Proyecto 2. Documentos de programación pedagógica

Objetivo

- Diseñar los documentos de programación pedagógica para la docencia de cada Unidad de Aprendizaje, con base a los objetivos de cada una y tomando en cuenta criterios normativos, pedagógicos y didácticos para los procesos de evaluación y de enseñanza-aprendizaje.

Estrategias y acciones

- Elaborar los documentos de programación pedagógica: Programas de estudio, Guías pedagógicas y Guía de evaluación del aprendizaje del tercer periodo en adelante, con base en el Capítulo Segundo del Título Quinto del Reglamento de Estudios Profesionales.

Resultados o productos a obtener

- Programas de estudio, Guías pedagógicas, Guías de evaluación del aprendizaje de cada unidad y Guías de organización pedagógica.

Entidades responsables y participantes

- Coordinación del programa educativo.
- Profesores de cada Unidad de Aprendizaje.
- Comité de currículo.
- Dirección de Estudios Profesionales.
- Dirección de Desarrollo del Personal Académico.

Calendario para el desarrollo de las acciones

- Los documentos de programación pedagógica deberán elaborarse y aprobarse, un periodo antes de sean requeridos según el mapa curricular.

Mecanismos de seguimiento y evaluación

- Dictamen y aprobación por parte de los HH. Consejos Académicos y de Gobierno de la Facultad.



Proyecto 3. Personal Académico

Objetivo

- Contar con el perfil profesional adecuado del personal académico para el logro de los objetivos del programa educativo y el desarrollo de las competencias profesionales que señala el perfil de egreso del plan de estudios.

Estrategias y acciones

- Diagnóstico para detectar las necesidades de formación disciplinaria, pedagógica y didáctica.
- Asegurar que el personal académico participe en cursos de formación disciplinaria, así como para la programación pedagógica y didáctica, y el uso de las tecnologías de la información y comunicaciones.

Resultados o productos a obtener

- Constancias de actualización disciplinaria, pedagógica y didáctica.

Entidades responsables y participantes

- Subdirección académica.
- Coordinación del programa educativo.
- Planta académica del programa educativo.
- Dirección de Desarrollo del Personal Académico.

Calendario para el desarrollo de las acciones

- Durante los periodos intersemestrales.

Mecanismos de seguimiento y evaluación

- Análisis de los resultados de la Apreciación estudiantil.



Proyecto 4. Equipamiento escolar

Objetivo

- Contar con el acervo bibliográfico y hemerográfico necesario para el desarrollo de las actividades escolares y académicas de los alumnos.

Estrategias y acciones

- Elaborar el listado de bibliografía básica y hemerografía necesaria para el programa educativo, con base a los contenidos de los Programas de estudio.
- Gestionar los recursos financieros para la adquisición del acervo, a través del presupuesto ordinario y extraordinario.
- Asegurar que el acervo bibliográfico y hemerográfico se encuentre disponible en la biblioteca del espacio académico.

Resultados o productos a obtener

- Bibliografía básica y hemerografía necesaria.

Entidades responsables y participantes

- Coordinación del programa educativo.
- Biblioteca del espacio académico.

Calendario para el desarrollo de las acciones

- Durante los periodos intersemestrales, tomando en cuenta la oferta académica del siguiente periodo escolar.

Mecanismos de seguimiento y evaluación

- Análisis de la bibliografía básica de los Programas de estudio, con respecto a la bibliografía disponible en la biblioteca y la matrícula de alumnos.



Proyecto 5. Vinculación para el servicio social

Objetivo

- Gestionar y en su caso renovar convenios o acuerdos operativos con centros de atención públicos y privados médico-hospitalarios para la prestación del servicio social.

Estrategias y acciones

- Seleccionar organizaciones públicas y privadas, así como con centros de atención médico-hospitalaria.
- Proponer y en su caso renovar convenios o acuerdos operativos para la prestación del servicio social.

Resultados o productos a obtener

- Firma de convenios o acuerdos operativos con organizaciones públicas y privadas, así como con centros de atención médico-hospitalaria.

Entidades responsables y participantes

- Coordinación del programa educativo.
- Departamento de extensión y vinculación.
- Comité de currículo.

Calendario para el desarrollo de las acciones

- Establecer o renovar convenios o acuerdos operativos durante los dos primeros años.

Mecanismos de seguimiento y evaluación

- Análisis del desarrollo del servicio social en función de lo establecido en los convenios o acuerdos operativos.



6.3 Documentos de programación pedagógica de los dos primeros periodos

6.3.1 Programas de estudio

Primer periodo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

ANATOMÍA DEL APARATO MUSCULOESQUELÉTICO

Elaboró:	Dr. en Hum. Arturo García Rillo	Facultad de Medicina
	Dra. en I. M. Beatriz Elina Martínez Carrillo	Facultad de Medicina

Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno
	09 de Diciembre de 2022	09 de Diciembre de 2022

Facultad de Medicina





I. Datos de identificación.

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje

Carga académica	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="10"/>
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter Tipo Periodo escolar

Área curricular Núcleo de formación

Seriación

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

No presenta

Nutrición, 2016

Médico Cirujano, 2018

Fisioterapia, 2019

Terapia Ocupacional, 2019



II. Presentación del programa de estudios.

Las “Ciencias de la Salud” se han constituido en un campo multidisciplinario donde convergen diferentes disciplinas científicas como Biología, Física y Química, vinculadas estrechamente con las Ciencias Médicas, motivo por el cual tienen por objeto de estudio el proceso salud-enfermedad. La integración de estas disciplinas hace posible compartir, de manera transdisciplinaria, teorías, conceptos, métodos y técnicas que permiten explicar los fenómenos de la salud y la enfermedad que acontecen en el ser humano [1].

Entre las disciplinas de la Biología estrechamente relacionadas con las Ciencias Médicas, se encuentran las Ciencias Morfológicas, que se dirigen al estudio de la forma y estructura del organismo, investigando sus funciones, desarrollo y relaciones con el medio ambiente que rodea al organismo; es decir, las Ciencias Morfológicas comprenden “el estudio de la estructura normal del organismo a los niveles subcelular, celular, tisular, orgánico y sistémico; de los procesos morfogenéticos que caracterizan el desarrollo desde sus fases iniciales hasta la edad adulta; de los cambios involutivos que acompañan a la senectud; de los aspectos antropológicos necesarios para comprender las particularidades somáticas de los grupos humano, y de algunos aspectos del desarrollo filogenético de las estructuras”. Las disciplinas que se incluyen en las ciencias morfológicas son: Biología molecular, Embriología, Genética, Histología y Anatomía.

La anatomía es la rama de la morfología que estudia la forma y estructura de los organismos vivos e investiga las leyes de que rigen el desarrollo de la forma, en relación con la función y el medio ambiente en el organismo. Así, la anatomía humana es la ciencia dedicada al estudio de la estructura y forma del cuerpo humano. En este sentido, la Anatomía del aparato musculoesquelético se orienta al estudio del esqueleto humano (osteología), los músculos del cuerpo humano (miología), así como las estructuras articulares (artrología), además de identificar la irrigación sanguínea, inervación y circulación linfática.

El curso de Anatomía del aparato musculoesquelético forma parte del núcleo básico en la formación del Licenciado en Bioingeniería Médica, lo que permite integrar los conocimientos anatómicos para el diseño, aplicación y modificación de la tecnología tendiente a la solución de los problemas de salud del paciente.

Esta unidad de aprendizaje es el antecedente de la unidad de aprendizaje de Anatomía por aparatos y sistemas y tiene relación complementaria con la unidad de aprendizaje de fisiología por aparatos y sistemas.

Como parte integrante del equipo de salud, el Bioingeniero Médico tendrá que participar activamente en el estudio del estado de salud del paciente que conducen a la toma de decisiones para el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de los problemas de salud; por tal motivo, la unidad de aprendizaje se integra en 5 unidades temáticas, que están engarzadas a través de un enfoque que atiende a la complejidad y la teoría de fractales, por lo que se inicia con el análisis de la relación de la anatomía y la bioingeniería médica, para continuar con la descripción de las estructuras anatómicas de la cabeza y cuello, tórax, miembro superior, abdomen, y miembro inferior.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA, 2023

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
O B L I G A T O R I A S	Anatomía del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Anatomía por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Bioquímica médica 4 2 6 6	Patología 6 0 6 12	Adquisición de imágenes médicas 2 2 4 6	Procesamiento de imágenes médicas 2 2 4 6	Análisis de imágenes médicas 2 2 4 6	Comunicación persona máquina 2 2 4 6	Robótica médica 2 2 4 6
	Fisiología del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Fisiología por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Sistema de salud 2 2 4 6	Seguridad e higiene en el sector salud 2 2 4 6	Gestión de la tecnología médica 2 2 4 6	Ergonomía y factores humanos 2 2 4 6	Sistemas informáticos de administración hospitalaria 2 2 4 6	Telemedicina 2 2 4 6	Calidad en los servicios de salud 2 2 4 6
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Cálculo diferencial e integral 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Sistemas y señales continuas 3 1 4 7	Sistemas y señales discretas 4 2 6 10	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas 4 2 6 10	Reconocimiento de patrones 4 2 6 10	Dispositivos biomédicos 1 3 4 5
	Química 2 0 2 4	Mecánica clásica 3 1 4 7	Circuitos eléctricos 4 2 6 10	Electrónica I 4 2 6 10	Electrónica II 3 2 4 8	Instrumentación biomédica 2 2 4 6	Instrumentación biomédica avanzada 4 2 6 10	Ética y humanismo 0 4 4 4	Bioética 0 4 4 4
	Metrología 1 2 3 4		Algoritmos y programación básica 2 4 6	Programación avanzada 2 2 4 6	Métodos numéricos 2 2 4 6	Dibujo por computadora 0 4 4 4	Metodología de la investigación 2 0 2 4	Gestión de proyectos 2 2 4 6	Proyecto integral de Bioingeniería Médica 0 4 4 4
	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 3 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos 3 1 4 7	Análisis y síntesis de mecanismos 3 1 4 7	Electrónica digital y microcontroladores 4 2 6 10	Sistemas de asistencia y rehabilitación 2 2 4 6	Modelado y análisis de sistemas dinámicos 2 2 4 6	Control de sistemas dinámicos 2 2 4 6	
					Biomateriales 3 1 4 7	Biomecánica 2 2 4 6	Tecnología médica 1 2 2 4	Tecnología médica 2 2 0 4	
	Epistemología de la Bioingeniería Médica 3 3 6 9	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4	Tecnología médica aplicada 1* 0 2 2 2	Tecnología médica aplicada 2* 0 2 2 2	
							Bioestadística 3 1 4 7		
	O P T A T I V A S							Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5
								Optativa 3 1 3 4 5	
								Optativa 4 1 3 4 5	

HT 17	HT 16	HT 20	HT 22	HT 21	HT 14	HT 21	HT 15	HT 8
HP 13	HP 12	HP 12	HP 10	HP 14	HP 20	HP 13	HP 19	HP 24
TH 30	TH 28	TH 32	TH 32	TH 35	TH 34	TH 34	TH 34	TH 32
CR 47	CR 44	CR 52	CR 54	CR 56	CR 48	CR 55	CR 49	CR 40



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9																
							<table border="1"> <tr><td>3D modelling ^f</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	3D modelling ^f	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Reconstrucción de imágenes médicas en 3D</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1		3		4		5
3D modelling ^f	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Tanatología</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tanatología	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1		3		4		5
Tanatología	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Biología molecular y celular</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Biología molecular y celular	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Artificial intelligence ^f</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Artificial intelligence ^f	1		3		4		5
Biología molecular y celular	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Artificial intelligence ^f	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Executive skills ^f</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Executive skills ^f	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Virtual reality ^f</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Virtual reality ^f	1		3		4		5
Executive skills ^f	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Virtual reality ^f	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Comunicación asertiva</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Comunicación asertiva	1		3		4		5								
Comunicación asertiva	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Tecnología de asistencia</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tecnología de asistencia	1		3		4		5								
Tecnología de asistencia	1																							
	3																							
	4																							
	5																							

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

➔ 20 líneas de seriación.
Créditos mínimos 25 y máximos 56 por periodo escolar.

^f UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico hospitalaria.
^l UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 20 UA	55
	35
	90
	145

Total del núcleo básico: acreditar 20 total de UA para cubrir 145 total de créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	68
	49
	117
	185

Total del núcleo sustantivo acreditar 27 total de UA para cubrir 185 total de créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 18 UA	27
	41
	68
	95

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 4 UA	4
	12
	16
	20

Total del núcleo integral acreditar 22 total de UA para cubrir 115 total de créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	65
UA optativas	4
UA a acreditar	69
Créditos	445

Nota: Una vez que se hayan acreditado el total de créditos, el alumno deberá realizar un año de servicio social.





IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:

- Seleccionar entre los distintos tipos de tecnologías: electrónica, mecánica y computacional, mediante las características y requerimientos identificados para plasmar propuestas de diseño.
- Seleccionar los requerimientos del usuario mediante software CAD y técnicas de validación por CAE, para sintetizar y validar propuestas de diseño de tecnologías para la salud.
- Preparar reportes e informes técnicos empleando software de ofimática para la conceptualización de una o varias propuestas de diseño de tecnología para la salud.
- Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios para la salud, mediante la valoración de problemáticas, necesidades y oportunidades en el área de la salud, para proponer soluciones que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población.
- Desarrollar hardware y software a través de lenguajes de programación, instrumentación, electrónica analógica y digital, para aportar propuestas de tecnología para la salud, garantizando su seguridad y accesibilidad.
- Valorar los aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud por medio de herramientas de evaluación para garantizar su desempeño adecuado a fin de optimizar su utilización y funcionamiento.
- Calificar las tecnologías para la salud con análisis objetivo que permitan formular recomendaciones y dictámenes para su mejora continua.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares y normas nacionales e internacionales vigentes aplicables a las tecnologías y servicios de la salud a través de metodologías de diseño, manufactura, innovación y/o servicios, para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.
- Planificar programas de mantenimiento y adquisición de tecnologías de la salud a través de metodologías y software para la gestión de proyectos para asegurar que estas respondan a las necesidades de salud de la población.
- Diseñar un modelo de negocio asociado al área de la salud a través de metodologías y herramientas para el manejo y análisis de datos para contribuir en la innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de salud.



Objetivos del núcleo de formación:

Promoverá en el alumno el aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Analizar los diferentes niveles de organización biológica de la estructura del cuerpo humano sano interpretando las bases moleculares y morfológicas de las funciones metabólicas, bioquímicas y fisiológicas en las diferentes etapas de la vida, para comprender el uso de la tecnología médica en los mecanismos de regulación homeostáticos normales y sus desviaciones en el proceso salud-enfermedad y así, preservar la salud y mejorar la calidad de vida del individuo.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Examinar la estructura anatómica del aparato musculoesquelético del cuerpo humano, relacionando teleológicamente las características anatómicas con la tecnología médica, para diferenciar al individuo sano del enfermo en relación con la tecnología que proporciona la Bioingeniería Médica.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. Anatomía General y Bioingeniería Médica.

Objetivo: Analizar los conceptos fundamentales de la anatomía mediante casos clínicos para relacionarlos con la utilidad, aplicación y perspectivas de integración con la Bioingeniería Médica.

Temas:

- 1.1. Contexto anatómico de la bioingeniería médica
 - 1.1.1. Anatomía macroscópica
 - 1.1.2. Anatomía microscópica
- 1.2. Terminología anatómica para bioingeniería médica
 - 1.2.1. Posición anatómica
 - 1.2.2. Planos anatómicos
 - 1.2.3. Términos de relación y comparación
 - 1.2.4. Términos de lateralidad
 - 1.2.5. Términos de movimiento
- 1.3. Sistema tegumentario
- 1.4. Compartimientos faciales
- 1.5. Sistema esquelético
 - 1.5.1. Aspectos generales del cartílago y huesos
 - 1.5.2. Configuración externa de los huesos
 - 1.5.3. Configuración interna de los huesos
 - 1.5.4. Osificación y desarrollo de los huesos
 - 1.5.5. Vascularización de los huesos
 - 1.5.6. Inervación de los huesos
- 1.6. Exploración por imagen del esqueleto
 - 1.6.1. Radiografía convencional
 - 1.6.2. Tomografía computarizada
 - 1.6.3. Ecografía
 - 1.6.4. Resonancia magnética
 - 1.6.5. Técnicas de medicina nuclear
 - 1.6.6. Emisión de positrones



Unidad temática 2. Anatomía de cabeza y cuello

Objetivo: Distinguir las características de las estructuras anatómicas que integran las diferentes regiones de la cabeza y el cuello mediante el análisis de imágenes médicas para contextualizar su utilidad en la solución de problemas propios de la Bioingeniería Médica.

Temas:

2.1. Anatomía del cráneo

- 2.1.1. Huesos del cráneo
- 2.1.2. Articulaciones del cráneo
- 2.1.3. Músculos del cráneo
- 2.1.4. Vascularización del cráneo
- 2.1.5. Linfáticos del cráneo
- 2.1.6. Inervación del cráneo
- 2.1.7. Exploración por imagen del cráneo

2.2. Anatomía regional de la cara

- 2.2.1. Huesos de la cara
- 2.2.2. Articulaciones de la cara (Articulación temporomandibular)
- 2.2.3. Músculos de la cara
- 2.2.4. Vascularización de la cara
- 2.2.5. Linfáticos de la cara
- 2.2.6. Inervación de la cara
- 2.2.7. Exploración por imagen de la cara

2.3. Anatomía regional del cuello

- 2.3.1. Estructura y función de las vértebras
- 2.3.2. Vértebras cervicales
- 2.3.3. Articulaciones de las vértebras cervicales
- 2.3.4. Músculos de las regiones del cuello
- 2.3.5. Vascularización de las regiones del cuello
- 2.3.6. Linfáticos de las regiones del cuello
- 2.3.7. Inervación de las regiones del cuello



Unidad temática 3. Anatomía de tórax

Objetivo: Distinguir las características de las estructuras anatómicas que integran las diferentes regiones del tórax mediante el análisis de imágenes médicas para contextualizar su utilidad en la solución de problemas propios de la Bioingeniería Médica.

Temas:

3.1. Anatomía de la columna vertebral

- 3.1.1. Características regionales de las vértebras: torácica, lumbar, sacra y coxis
- 3.1.2. Osificación de las vértebras
- 3.1.3. Articulaciones de la columna vertebral
- 3.1.4. Músculos de la columna vertebral
- 3.1.5. Vascularización de la columna vertebral

3.2. Anatomía del tórax

- 3.2.1. Piel y fascias del tórax
- 3.2.2. Anatomía de superficie del tórax
- 3.2.3. Huesos del tórax
- 3.2.4. Articulaciones del tórax
- 3.2.5. Músculos del tórax
- 3.2.6. Vascularización del tórax
- 3.2.7. Linfáticos del tórax
- 3.2.8. Inervación del tórax
- 3.2.9. Exploración por imagen del tórax



Unidad temática 4. Anatomía del miembro superior

Objetivo: Distinguir las características de las estructuras anatómicas que integran las diferentes regiones del miembro superior mediante el análisis de imágenes médicas para contextualizar su utilidad en la solución de problemas propios de la Bioingeniería Médica.

Temas:

4.1. Anatomía de la región pectoral y escapular

- 4.1.1. Piel y fascias de la región pectoral y escapular
- 4.1.2. Anatomía de superficie de la región pectoral y escapular
- 4.1.3. Huesos de la región pectoral y escapular
- 4.1.4. Articulaciones de la región pectoral y escapular
- 4.1.5. Músculos de la región pectoral y escapular
- 4.1.6. Vascularización de la región pectoral y escapular
- 4.1.7. Linfáticos de la región pectoral y escapular
- 4.1.8. Inervación de la región pectoral y escapular
- 4.1.9. Exploración por imagen de la región pectoral y escapular

4.2. Anatomía de la región axilar

- 4.2.1. Piel y fascias de la región axilar
- 4.2.2. Anatomía de superficie de la región axilar
- 4.2.3. Huesos de la región axilar
- 4.2.4. Articulaciones de la región axilar
- 4.2.5. Músculos de la región axilar
- 4.2.6. Vascularización de la región axilar
- 4.2.7. Linfáticos de la región axilar
- 4.2.8. Inervación de la región axilar (plexo braquial)
- 4.2.9. Exploración por imagen de la región axilar

4.3. Anatomía del brazo y la región del codo

- 4.3.1. Piel y fascias del brazo y la región del codo
- 4.3.2. Anatomía de superficie del brazo y la región del codo
- 4.3.3. Huesos del brazo y la región del codo
- 4.3.4. Articulaciones del brazo y de la región del codo
- 4.3.5. Músculos del brazo y la región del codo
- 4.3.6. Vascularización del brazo y la región del codo
- 4.3.7. Linfáticos del brazo y la región del codo
- 4.3.8. Inervación del brazo y la región del codo
- 4.3.9. Exploración por imagen del brazo y la región del codo



4.4. Anatomía del antebrazo

- 4.4.1. Piel y fascias del antebrazo
- 4.4.2. Anatomía de superficie del antebrazo
- 4.4.3. Huesos del antebrazo
- 4.4.4. Articulaciones del antebrazo
- 4.4.5. Músculos del antebrazo
- 4.4.6. Vascularización del antebrazo
- 4.4.7. Linfáticos del antebrazo
- 4.4.8. Inervación del antebrazo
- 4.4.9. Exploración por imagen del antebrazo

4.5. Anatomía de la muñeca y la mano

- 4.5.1. Piel y fascias de la muñeca y la mano
- 4.5.2. Anatomía de superficie de la muñeca y la mano
- 4.5.3. Huesos de la muñeca y la mano
- 4.5.4. Articulaciones de la muñeca y la mano
- 4.5.5. Músculos de la muñeca y la mano
- 4.5.6. Vascularización de la muñeca y la mano
- 4.5.7. Linfáticos de la muñeca y la mano
- 4.5.8. Inervación de la muñeca y la mano
- 4.5.9. Exploración por imagen de la muñeca y la mano



Unidad temática 4. Anatomía de abdomen

Objetivo: Distinguir las características de las estructuras osteomusculares y articulares que integran las diferentes regiones del abdomen mediante el análisis de imágenes médicas para contextualizar su utilidad en la solución de problemas propios de la Bioingeniería Médica.

Temas:

4.1. Anatomía de las paredes del abdomen

- 4.1.1. Piel y fascias del abdomen y la cintura pélvica
- 4.1.2. Anatomía de superficie del abdomen, cintura pélvica y periné
- 4.1.3. Músculos de la pared anterolateral y posterior del abdomen
- 4.1.4. Vascularización de la pared anterolateral y posterior del abdomen
- 4.1.5. Linfáticos del abdomen
- 4.1.6. Inervación de la pared anterolateral y posterior del abdomen
- 4.1.7. Exploración por imagen de la pared anterolateral y posterior del abdomen

4.2. Anatomía de la cintura pélvica

- 4.2.1. Anatomía de superficie de la cintura pélvica y periné
- 4.2.2. Huesos de la pelvis ósea
- 4.2.3. Músculos de la pelvis ósea
- 4.2.4. Articulaciones y ligamentos de la cintura pélvica
- 4.2.5. Diferencias sexuales en la cintura pélvica
- 4.2.6. Vascularización de la cintura pélvica y periné
- 4.2.7. Linfáticos de la cintura pélvica y periné
- 4.2.8. Inervación de la cintura pélvica y periné
- 4.2.9. Exploración por imagen de la cintura pélvica y periné



Unidad temática 5. Anatomía del miembro inferior

Objetivo: Distinguir las características de las estructuras anatómicas que integran las diferentes regiones del miembro inferior mediante el análisis de imágenes médicas para contextualizar su utilidad en la solución de problemas propios de la bioingeniería médica.

Temas:

- 5.1. Anatomía de la región glútea y el muslo
 - 5.1.1. Piel y fascias de la región glútea y el muslo
 - 5.1.2. Anatomía de superficie de la región glútea y el muslo
 - 5.1.3. Huesos del muslo
 - 5.1.4. Articulaciones de la cadera y el muslo
 - 5.1.5. Músculos de la cadera y el muslo
 - 5.1.6. Vascularización de la región glútea y el muslo
 - 5.1.7. Linfáticos de la región glútea y el muslo
 - 5.1.8. Inervación de la región glútea y el muslo
 - 5.1.9. Exploración por imagen de la cadera y el muslo
- 5.2. Anatomía de la rodilla y la pierna
 - 5.2.1. Piel y fascias de la rodilla y la pierna
 - 5.2.2. Anatomía de superficie de la rodilla y la pierna
 - 5.2.3. Región patelar y poplítea
 - 5.2.4. Huesos de la pierna
 - 5.2.5. Articulaciones de la rodilla y la pierna
 - 5.2.6. Músculos de la rodilla y la pierna
 - 5.2.7. Vascularización de la rodilla y la pierna
 - 5.2.8. Linfáticos de la rodilla y la pierna
 - 5.2.9. Inervación de la rodilla y la pierna
 - 5.2.10. Exploración por imagen de la rodilla y la pierna
- 5.3. Anatomía del tobillo y pie
 - 5.3.1. Piel y fascias del tobillo y pie
 - 5.3.2. Anatomía de superficie del tobillo y pie
 - 5.3.3. Huesos del tobillo y pie
 - 5.3.4. Articulaciones del tobillo y pie
 - 5.3.5. Músculos del tobillo y pie
 - 5.3.6. Vascularización del tobillo y pie
 - 5.3.7. Linfáticos del tobillo y pie
 - 5.3.8. Inervación del tobillo y pie
 - 5.3.9. Exploración por imagen del tobillo y pie



VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

Drake, Richard L.; Vogl, Wayne A.; y Adam W. M. Mitchel. (2020) Gray. Anatomía para estudiantes. Drake R. L., Voglw y Mitchell A. W. Ed Churchill Livingstone Vol. I y II. 1992.

Moore, Keith L.; Dalley, Arthur F.; y Anne M. R. Agur. (2017). Anatomía con orientación clínica. 8ª ed. Barcelona: Wolters Kluwer.

Quiroz Gutierrez, Fernando. (2004). Tratado de anatomía humana. Tomo 1, 39ª ed., México: Editorial Porrúa.

Complementario:

Latarjet, Michael; Ruiz Liard, Alfredo y Eduardo Pró. (2019). Anatomía Humana. Tomo 1, 5ª ed., México: Editorial Panamericana.

Paulsen, Friedrich; y Jens Waschke. (2018). Sobotta. Atlas de Anatomía Humana. Tomo 1 y 2. 24ª ed. Madrid: Elsevier.

Rouviere, Henry y Andre Delmas. (2005). Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 1: Cabeza y Cuello. 11ª ed. Barcelona: Editorial Masson.

Rouviere, Henry y Andre Delmas. (2005). Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 2: Tronco. 11ª ed. Barcelona: Editorial Masson.

Rouviere, Henry y Andre Delmas. (2005). Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 3: Miembros. 11ª ed. Barcelona: Editorial Masson.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

FISIOLOGÍA DEL APARATO MUSCULOESQUELÉTICO

Elaboró:	Dra. en I. M. Beatriz Elina Martínez Carrillo	Facultad de Medicina
	Dr. en Hum. Arturo García Rillo	Facultad de Medicina
	Dra. en C. S. Ana Laura Guadarrama López	Facultad de Medicina

Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno
	09 de Diciembre de 2022	09 de Diciembre de 2022

Facultad de Medicina



I. Datos de identificación.

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje

Carga académica	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="10"/>
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter Tipo Periodo escolar

Área curricular Núcleo de formación

Seriación

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

No presenta

Nutrición, 2016

Médico Cirujano, 2018

Fisioterapia, 2019

Terapia Ocupacional, 2019



II. Presentación del programa de estudios.

La formación del Bioingeniero Médico incluye tres ámbitos fundamentales: la ingeniería y tecnología, las humanidades, y las ciencias de la salud; donde la fisiología humana representa la disciplina que configura las bases sustanciales de las ciencias de la salud, al proporcionarle las bases científicas para la comprensión del cuerpo humano en estado de salud.

Considerando que la fisiología humana es la ciencia encargada del estudio del funcionamiento normal de las estructuras del cuerpo humano y de la interrelación entre ellos, su conocimiento es esencial para la preparación de todo estudiante en el área de las ciencias de la salud. En este contexto, la unidad de aprendizaje se orienta hacia la presentación de manera esencial y en forma accesible los diferentes sistemas y mecanismos fisiológicos indispensables para el adecuado conocimiento del funcionamiento del aparato musculoesquelético, de manera que le posibilite adquirir los conceptos fisiológicos fundamentales que le permitan al alumno de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, interrelacionar y aplicar este conocimiento hacia su orientación profesional en la prevención y promoción de la salud, el diagnóstico y tratamiento de la enfermedad, así como en la rehabilitación, todo esto sobre una base funcional y dinámica.

La unidad de aprendizaje incluye 8 unidades donde se distribuyen los saberes relacionados con la integración de principios físico-químicos, mecánicos y matemáticos, aplicados a la fisiología celular, homeostasis, mecanismos de transporte y comunicación intra e intercelular, excitabilidad de tejidos, mecanismos fisiológicos de regulación y fisiología muscular.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA, 2023

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
O B L I G A T O R I A S	Anatomía del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Anatomía por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Bioquímica médica 4 2 6 6	Patología 6 0 6 12	Adquisición de imágenes médicas 2 2 4 6	Procesamiento de imágenes médicas 2 2 4 6	Análisis de imágenes médicas 2 2 4 6	Comunicación persona máquina 2 2 4 6	Robótica médica 2 2 4 6
	Fisiología del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Fisiología por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Sistema de salud 2 2 4 6	Seguridad e higiene en el sector salud 2 2 4 6	Gestión de la tecnología médica 2 2 4 6	Ergonomía y factores humanos 2 2 4 6	Sistemas informáticos de administración hospitalaria 2 2 4 6	Telemedicina 2 2 4 6	Calidad en los servicios de salud 2 2 4 6
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Cálculo diferencial e integral 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Sistemas y señales continuas 3 1 4 7	Sistemas y señales discretas 3 2 4 10	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas 4 2 6 10	Reconocimiento de patrones 4 2 6 10	Dispositivos biomédicos 1 3 4 5
	Química 2 0 2 4	Mecánica clásica 3 1 4 7	Circuitos eléctricos 4 2 6 10	Electrónica I 4 2 6 10	Electrónica II 3 2 4 8	Instrumentación biomédica 2 2 4 6	Instrumentación biomédica avanzada 4 2 6 10	Ética y humanismo 0 2 4 4	Bioética 0 4 4 4
	Metrología 1 2 3 4		Algoritmos y programación básica 2 2 4 6	Programación avanzada 2 2 4 6	Métodos numéricos 2 2 4 6	Dibujo por computadora 0 4 4 4	Metodología de la investigación 2 0 2 4	Gestión de proyectos 2 2 4 6	Proyecto integral de Bioingeniería Médica 0 4 4 4
	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 3 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos 3 1 4 7	Análisis y síntesis de mecanismos 3 1 4 7	Electrónica digital y microcontroladores 4 2 6 10	Sistemas de asistencia y rehabilitación 2 2 4 6	Modelado y análisis de sistemas dinámicos 2 2 4 6	Control de sistemas dinámicos 2 2 4 6	
					Biomateriales 3 1 4 7	Biomecánica 2 2 4 6	Tecnología médica 1 2 2 4	Tecnología médica 2 2 0 4	
	Epistemología de la Bioingeniería Médica 3 3 6 9	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4	Tecnología médica aplicada 1* 0 2 2 2	Tecnología médica aplicada 2* 0 2 2 2	
							Bioestadística 3 1 4 7		
								Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5
								Optativa 3 1 3 4 5	
								Optativa 4 1 3 4 5	
	HT 17 HP 13 TH 30 CR 47	HT 16 HP 12 TH 28 CR 44	HT 20 HP 12 TH 32 CR 52	HT 22 HP 10 TH 32 CR 54	HT 21 HP 14 TH 35 CR 56	HT 14 HP 20 TH 34 CR 48	HT 21 HP 13 TH 34 CR 55	HT 15 HP 19 TH 34 CR 49	HT 8 HP 24 TH 32 CR 40





DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9																
							<table border="1"> <tr><td>3D modelling [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	3D modelling [†]	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Reconstrucción de imágenes médicas en 3D</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1		3		4		5
3D modelling [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Tanatología</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tanatología	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1		3		4		5
Tanatología	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Biología molecular y celular</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Biología molecular y celular	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Artificial intelligence [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Artificial intelligence [†]	1		3		4		5
Biología molecular y celular	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Artificial intelligence [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Executive skills [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Executive skills [†]	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Virtual reality [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Virtual reality [†]	1		3		4		5
Executive skills [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Virtual reality [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Comunicación asertiva</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Comunicación asertiva	1		3		4		5								
Comunicación asertiva	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Tecnología de asistencia</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tecnología de asistencia	1		3		4		5								
Tecnología de asistencia	1																							
	3																							
	4																							
	5																							

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

➔ 20 líneas de seriación.
Créditos mínimos 25 y máximos 56 por periodo escolar.

[†] UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico hospitalaria.
[†] UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 20 UA	55
	35
	90
	145

Total del núcleo básico: acreditar 20 total de UA para cubrir 145 total de créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	68
	49
	117
	185

Total del núcleo sustantivo acreditar 27 total de UA para cubrir 185 total de créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 18 UA	27
	41
	68
	95

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 4 UA	4
	12
	16
	20

Total del núcleo integral acreditar 22 total de UA para cubrir 115 total de créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	65
UA optativas	4
UA a acreditar	69
Créditos	445

Nota: Una vez que se hayan acreditado el total de créditos, el alumno deberá realizar un año de servicio social.





IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:

- Seleccionar entre los distintos tipos de tecnologías: electrónica, mecánica y computacional, mediante las características y requerimientos identificados para plasmar propuestas de diseño.
- Seleccionar los requerimientos del usuario mediante software CAD y técnicas de validación por CAE, para sintetizar y validar propuestas de diseño de tecnologías para la salud.
- Preparar reportes e informes técnicos empleando software de ofimática para la conceptualización de una o varias propuestas de diseño de tecnología para la salud.
- Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios para la salud, mediante la valoración de problemáticas, necesidades y oportunidades en el área de la salud, para proponer soluciones que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población.
- Desarrollar hardware y software a través de lenguajes de programación, instrumentación, electrónica analógica y digital, para aportar propuestas de tecnología para la salud, garantizando su seguridad y accesibilidad.
- Valorar los aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud por medio de herramientas de evaluación para garantizar su desempeño adecuado a fin de optimizar su utilización y funcionamiento.
- Calificar las tecnologías para la salud con análisis objetivo que permitan formular recomendaciones y dictámenes para su mejora continua.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares y normas nacionales e internacionales vigentes aplicables a las tecnologías y servicios de la salud a través de metodologías de diseño, manufactura, innovación y/o servicios, para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.
- Planificar programas de mantenimiento y adquisición de tecnologías de la salud a través de metodologías y software para la gestión de proyectos para asegurar que estas respondan a las necesidades de salud de la población.
- Diseñar un modelo de negocio asociado al área de la salud a través de metodologías y herramientas para el manejo y análisis de datos para contribuir en la innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de salud.



Objetivos del núcleo de formación:

Promoverá en el alumno el aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Analizar los diferentes niveles de organización biológica de la estructura del cuerpo humano sano interpretando las bases moleculares y morfológicas de las funciones metabólicas, bioquímicas y fisiológicas en las diferentes etapas de la vida, para comprender el uso de la tecnología médica en los mecanismos de regulación homeostáticos normales y sus desviaciones en el proceso salud-enfermedad y así, preservar la salud y mejorar la calidad de vida del individuo.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Analizar los principios físico-químicos y biológicos que rigen los procesos fisiológicos del aparato músculo esquelético, explicando los mecanismos de regulación homeostática de sus funciones, para la aplicación de la tecnología médica en medidas de preservación y recuperación de la salud.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. La morfo-fisiología en la Bioingeniería Médica

Objetivo: Relacionar los campos de estudio de la Histología, la Fisiología y la Bioingeniería Médica a través de casos clínicos para la comprensión de la correlación entre los niveles de organización funcional en el estado de salud del paciente.

Temas:

- 1.1. Objeto de estudio de la Fisiología
- 1.2. Objeto de estudio de la Histología
- 1.3. Organización funcional del organismo humano (de lo micro a lo macroscópico)
- 1.4. Instrumentación biomédica para el estudio de la Fisiología

Unidad temática 2. Control del medio interno

Objetivo: Organizar los mecanismos de control del medio interno mediante la correlación fisiológica de regulación biológica en escenarios simulados para la aplicación de los mecanismos de control que mantienen la homeostasis en el estado de salud del paciente.

Temas:

- 2.1. El medio interno: líquido extracelular
- 2.2. Homeostasis
- 2.3. Mecanismos homeostáticos
- 2.4. Equilibrio Hidroelectrolítico
- 2.5. Amortiguadores
- 2.6. Instrumentación biomédica aplicada al registro del medio interno



Unidad temática 3. Fisiología de la membrana celular

Objetivo: Resumir la organización de la membrana celular con sus funciones mediante la aplicación de principios biofísicos en la solución de problemas clínicos para la comprensión de las interacciones entre las células y el medio extracelular.

Temas:

- 3.1. Organización molecular de la membrana celular
- 3.2. Modelos moleculares de la membrana celular
 - 3.2.1. Teoría del mosaico fluido
 - 3.2.2. Modelo bioeléctrico de la membrana celular
- 3.3. Biofísica de la membrana celular
- 3.4. Comunicación intercelular
- 3.4. Diferenciaciones de la superficie celular
- 3.5. Instrumentación biomédica aplicada al estudio de la membrana celular

Unidad temática 4. Tejidos básicos del cuerpo humano

Objetivo: Diferenciar los tejidos del cuerpo humano mediante el análisis de las características en cortes histológicos para la comprensión de la estructura microscópica con las propiedades fisiológicas en condiciones de salud del ser humano.

Temas:

- 4.1. Origen y desarrollo de los tejidos del cuerpo humano
- 4.2. Tejido epitelial
- 4.3. Tejido conectivo
 - 4.3.1. Tejido conectivo laxo
 - 4.3.2. Tejido conectivo denso y cartílago
 - 4.3.3. Hueso
- 4.4. Tejido hematopoyético
- 4.5. Tejido nervioso
- 4.6. Tejido muscular
- 4.7. Bioingeniería de tejidos



Unidad temática 3. Transporte de agua y solutos

Objetivo: Diferenciar los mecanismos de transporte del agua y los solutos del cuerpo humano mediante el análisis de las propiedades biofísicas en modelos de simulación 3D para la comprensión de los procesos que subyacen en las condiciones del estado de salud del paciente.

Temas:

5.1. Difusión

5.1.1. Leyes de la difusión

5.1.2. Difusión en membranas

5.1.3. Difusión facilitada

5.1.4. Difusión facilitada

5.2. Transporte de agua

5.2.1. Principios físico-químicos

5.2.1. Ósmosis

5.2.2. Aquaporinas

5.3. Transporte basado en transportadores

5.3.1. Características generales

5.3.2. Modelos de transportadores

5.4. Transporte activo

5.4.1. Bombas iónicas

5.4.2. Principios biofísicos del transporte activo

5.5. Trancitosis

5.6. Endocitosis

5.7. Exocitosis

5.8. Trancitosis

5.9. Modelos de simulación experimental en transporte de membrana



Unidad temática 6. Fisiología y biofísica de la señalización celular

Objetivo: Relacionar la teoría de receptores con el análisis de los mecanismos de amplificación de señales biológicas mediante la aplicación de modelos matemáticos a respuestas fisiológicas celulares para su aplicación en simulación 3D y en la comprensión de los procesos fisiológicos intracelulares que subyacen en el estado de salud del paciente.

Temas:

- 6.1. Fases de la señalización celular
- 6.2. Canales iónicos
- 6.3. Receptores asociados a canales iónicos
- 6.4. Receptores acoplados a proteínas
- 6.5. Receptores que regulan la transcripción de ADN
- 6.6. Segundos mensajeros
- 6.7. Teoría de receptores
- 6.8. Simulación de la señalización celular en 3D

Unidad temática 7. Potencial de membrana celular

Objetivo: Relacionar los principios biofísicos, iónicos y eléctricos del potencial de membrana celular mediante la aplicación de la ecuación de Nernst para el análisis de los registros bioeléctricos del potencial de membrana en reposo y del potencial de acción en su aplicación al ámbito de la Bioingeniería Médica.

Temas:

- 7.1. Histología, biofísica y fisiología de la sinapsis neuronal
- 7.2. Física básica de los potenciales de membrana
- 7.3. Bases iónicas del potencial de membrana
- 7.4. Medición del potencial de membrana
- 7.5. Potencial de membrana en reposo
- 7.6. Instrumentación biomédica para el registro del potencial de membrana



Unidad temática 8. Tejidos excitables

Objetivo: Relacionar los principios biofísicos, bioquímicos y bioeléctricos de los tejidos excitables mediante la aplicación de modelos matemáticos al ciclo excitación-contracción-relajación, para diferenciar las propiedades mecánicas de los diferentes tipos musculares.

Temas:

- 8.1. Propiedades electrofisiológicas de los tejidos excitables
- 8.2. Características morfofuncionales del músculo esquelético
 - 8.2.1. Contracción del músculo esquelético
 - 8.2.2. Electromiografía
- 8.3. Características morfofuncionales del músculo liso
 - 8.3.1. Contracción del músculo liso
 - 8.3.2. Manometría esofágica
- 8.4. Características morfofuncionales del músculo cardiaco
 - 8.4.1. Contracción del músculo cardiaco
 - 8.4.2. Electrocardiografía
- 8.5. Instrumentación biomédica para el registro de tejidos excitables



VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

Boron, Walter F.; & Emile L. Boulpaep. (2017). Medical physiology: a celular and molecular approach. 2ª ed. Philadelphia, USA: Saunders Elsevier.

Guyton, Arthur C.; y John E. Hal. (2021) Tratado de fisiología médica. 14ª ed. México: Elsevier Saunders.

Silverthorn, Dee Unglaub. (2019): Fisiología humana: un enfoque integrado 8ª ed. México: Editorial Médica Panamericana.

Complementario:

Drucker Colin, René. (2005). Fisiología Médica. México: Editorial El Manual Moderno.

Dvorkin, Mario A.; Cardinali, Daniel P.; y Robert H. Iermolin. (2010). Bases fisiológicas de la práctica médica. 14ª ed. Argentina: Editorial Médica Panamericana.

Ira Fox, Stuart. (2016) Fisiología Humana: un enfoque integrado. 14ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana Editores.

Kargol, Armin. (2019). Introduction to cellular biophysics. Volume 1: Membrane transport mechanisms. Bristol, UK: Morgan & Claypool Publishers.

Kargol, Armin. (2019). Introduction to cellular biophysics. Volume 2: From membrane transport to neural signalling. Bristol, UK: Morgan & Claypool Publishers

Rettinger, Jürgen; Schwarz, Silvia; y Wolfgang Schwars. (2022) Electrophysiology: basic, mehods, modern approaches and aplicatiosn. 2ª ed., Cham, Switzerland: Springer.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

QUÍMICA

Elaboró:	Dra. Araceli Consuelo Hinojosa Juárez	Facultad de Medicina
	Dr. Joel Alberto Vargas Hernández	Facultad de Medicina

Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno
	09 de Diciembre de 2022	09 de Diciembre de 2022

Facultad de Medicina



I. Datos de identificación.

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje

Carga académica

<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="4"/>
Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter Tipo Periodo escolar

Área curricular Núcleo de formación

Seriación

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

No presenta

Nutrición, 2016

Médico Cirujano, 2018

Fisioterapia, 2019

Terapia Ocupacional, 2019



II. Presentación del programa de estudios.

La Química es fundamental para el desempeño profesional del Licenciado en Bioingeniería Médica, ya que permite integrar los conocimientos en Química para el diseño, aplicación y modificación de la tecnología tendiente a la solución de los problemas de salud tanto del paciente como de la colectividad.

Como parte integrante del equipo de salud tendrá que participar activamente en la toma de decisiones para el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de estos problemas, atendiendo a su impacto epidemiológico según su magnitud, trascendencia, vulnerabilidad.

Esta unidad de aprendizaje tiene relación complementaria con las unidades de aprendizaje como: Bioquímica médica, Fisiología del aparato musculoesquelético, Fisiología por aparatos y sistemas, Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas, Reconstrucción de imágenes médicas en 3D entre otras.

Esta unidad de aprendizaje se compone por cuatro unidades temáticas, la primera: propiedades fisicoquímicas de los elementos, la segunda refiere al enlace químico: iónico, covalente y metálico. Interacciones Intermoleculares, la tercera habla sobre la química orgánica y la cuarta es de polímeros.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA, 2023

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
O B L I G A T O R I A S	Anatomía del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Anatomía por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Bioquímica médica 4 2 6 6	Patología 6 0 6 12	Adquisición de imágenes médicas 2 2 4 6	Procesamiento de imágenes médicas 2 2 4 6	Análisis de imágenes médicas 2 2 4 6	Comunicación persona máquina 2 2 4 6	Robótica médica 2 2 4 6
	Fisiología del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Fisiología por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Sistema de salud 2 2 4 6	Seguridad e higiene en el sector salud 2 2 4 6	Gestión de la tecnología médica 2 2 4 6	Ergonomía y factores humanos 2 2 4 6	Sistemas informáticos de administración hospitalaria 2 2 4 6	Telemedicina 2 2 4 6	Calidad en los servicios de salud 2 2 4 6
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Cálculo diferencial e integral 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Sistemas y señales continuas 3 1 4 7	Sistemas y señales discretas 4 2 6 10	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas 4 2 6 10	Reconocimiento de patrones 4 2 6 10	Dispositivos biomédicos 1 3 4 5
	Química 2 0 4	Mecánica clásica 3 1 4 7	Circuitos eléctricos 4 2 6 10	Electrónica I 4 2 6 10	Electrónica II 3 2 5 8	Instrumentación biomédica 2 2 4 6	Instrumentación biomédica avanzada 4 2 6 10	Ética y humanismo 0 4 4 4	Bioética 0 4 4 4
	Metrología 1 0 3 4		Algoritmos y programación básica 2 2 4 6	Programación avanzada 2 2 4 6	Métodos numéricos 2 2 4 6	Dibujo por computadora 0 4 4 4	Metodología de la investigación 2 0 2 4	Gestión de proyectos 2 2 4 6	Proyecto integral de Bioingeniería Médica 0 4 4 4
	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 3 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos 3 1 4 7	Análisis y síntesis de mecanismos 3 1 4 7	Electrónica digital y microcontroladores 4 2 6 10	Sistemas de asistencia y rehabilitación 2 2 4 6	Modelado y análisis de sistemas dinámicos 2 2 4 6	Control de sistemas dinámicos 2 2 4 6	
					Biomateriales 3 1 4 7	Biomecánica 2 2 4 6	Tecnología médica 1 2 0 2 4	Tecnología médica 2 2 0 2 4	
	Epistemología de la Bioingeniería Médica 3 3 6 9	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4	Tecnología médica aplicada 1* 0 2 2 2	Tecnología médica aplicada 2* 0 2 2 2	
							Bioestadística 3 1 4 7		
	O P T A T I V A S							Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5
								Optativa 3 1 3 4 5	
								Optativa 4 1 3 4 5	

HT 17	HT 16	HT 20	HT 22	HT 21	HT 14	HT 21	HT 15	HT 8
HP 13	HP 12	HP 12	HP 10	HP 14	HP 20	HP 13	HP 19	HP 24
TH 30	TH 28	TH 32	TH 32	TH 35	TH 34	TH 34	TH 34	TH 32
CR 47	CR 44	CR 52	CR 54	CR 56	CR 48	CR 55	CR 49	CR 40



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9																
							<table border="1"> <tr><td>3D modelling ^f</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	3D modelling ^f	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Reconstrucción de imágenes médicas en 3D</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1		3		4		5
3D modelling ^f	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Tanatología</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tanatología	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1		3		4		5
Tanatología	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Biología molecular y celular</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Biología molecular y celular	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Artificial intelligence ^f</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Artificial intelligence ^f	1		3		4		5
Biología molecular y celular	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Artificial intelligence ^f	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Executive skills ^f</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Executive skills ^f	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Virtual reality ^f</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Virtual reality ^f	1		3		4		5
Executive skills ^f	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Virtual reality ^f	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Comunicación asertiva</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Comunicación asertiva	1		3		4		5								
Comunicación asertiva	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Tecnología de asistencia</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tecnología de asistencia	1		3		4		5								
Tecnología de asistencia	1																							
	3																							
	4																							
	5																							

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

➔ 20 líneas de seriación.
Créditos mínimos 25 y máximos 56 por periodo escolar.

^f UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico hospitalaria.
^l UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 20 UA	55
	35
	90
	145

Total del núcleo básico: acreditar 20 total de UA para cubrir 145 total de créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	68
	49
	117
	185

Total del núcleo sustantivo acreditar 27 total de UA para cubrir 185 total de créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 18 UA	27
	41
	68
	95

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 4 UA	4
	12
	16
	20

Total del núcleo integral acreditar 22 total de UA para cubrir 115 total de créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	65
UA optativas	4
UA a acreditar	69
Créditos	445

Nota: Una vez que se hayan acreditado el total de créditos, el alumno deberá realizar un año de servicio social.





IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:

- Seleccionar entre los distintos tipos de tecnologías: electrónica, mecánica y computacional, mediante las características y requerimientos identificados para plasmar propuestas de diseño.
- Seleccionar los requerimientos del usuario mediante software CAD y técnicas de validación por CAE, para sintetizar y validar propuestas de diseño de tecnologías para la salud.
- Preparar reportes e informes técnicos empleando software de ofimática para la conceptualización de una o varias propuestas de diseño de tecnología para la salud.
- Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios para la salud, mediante la valoración de problemáticas, necesidades y oportunidades en el área de la salud, para proponer soluciones que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población.
- Desarrollar hardware y software a través de lenguajes de programación, instrumentación, electrónica analógica y digital, para aportar propuestas de tecnología para la salud, garantizando su seguridad y accesibilidad.
- Valorar los aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud por medio de herramientas de evaluación para garantizar su desempeño adecuado a fin de optimizar su utilización y funcionamiento.
- Calificar las tecnologías para la salud con análisis objetivo que permitan formular recomendaciones y dictámenes para su mejora continua.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares y normas nacionales e internacionales vigentes aplicables a las tecnologías y servicios de la salud a través de metodologías de diseño, manufactura, innovación y/o servicios, para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.
- Planificar programas de mantenimiento y adquisición de tecnologías de la salud a través de metodologías y software para la gestión de proyectos para asegurar que estas respondan a las necesidades de salud de la población.
- Diseñar un modelo de negocio asociado al área de la salud a través de metodologías y herramientas para el manejo y análisis de datos para contribuir en la innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de salud.



Objetivos del núcleo de formación:

Promoverá en el alumno el aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Analizar los diferentes niveles de organización biológica de la estructura del cuerpo humano sano interpretando las bases moleculares y morfológicas de las funciones metabólicas, bioquímicas y fisiológicas en las diferentes etapas de la vida, para comprender el uso de la tecnología médica en los mecanismos de regulación homeostáticos normales y sus desviaciones en el proceso salud-enfermedad y así, preservar la salud y mejorar la calidad de vida del individuo.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Distinguir los mecanismos, estructuras y principios básicos de la química, a través de la observación, el planteamiento de hipótesis y la experimentación, para aplicarlos en los procesos bioquímicos y en el desarrollo tecnológico con aplicación social.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. Propiedades fisicoquímicas de los elementos

Objetivo: Clasificar los elementos químicos en metales y no metales al ensayar sus propiedades físicas y químicas para identificarlos con facilidad en el entorno o vida misma y localizarlos adecuadamente dentro de la tabla periódica.

Temas:

- 1.1. Estructura de la materia
- 1.2. Modelo cuántico del átomo
- 1.3. Relacionar la configuración electrónica y la posición en la tabla periódica de un elemento.
- 1.4. Definir las propiedades fisicoquímicas de los elementos
 - 1.4.1. Electronegatividad
 - 1.4.2. Carácter ácido-base
 - 1.4.2.1. Descripción y análisis de las teorías de Arrhenius, Bronsted-Lowry y Lewis
 - 1.4.2.2. Conceptos de oxidación, reducción, agente reductor y agente oxidante
- 1.5. Estequiometría
 - 1.5.1. Concepto de Peso Molecular, Peso Formula y de Mol en masa y Mol en volumen
 - 1.5.2. Mezclas Heterogéneas o Sistemas de dispersiones
 - 1.5.2.1. Coloides y suspensiones
 - 1.5.2.2. Propiedades de coloides
 - 1.5.3. Mezclas Homogéneas o soluciones
 - 1.5.3.1. Propiedades de las soluciones
 - 1.5.3.2. Concentración de las soluciones
 - 1.5.3.2.1. Unidades Físicas: % en masa, % volumen, masa-volumen, PPM
 - 1.5.3.2.2. Unidades Químicas: Molaridad, Molalidad, Normalidad



Unidad temática 2. Enlace químico: iónico, covalente y metálico. Interacciones Intermoleculares.

Objetivo: Analizar el enlace químico en sustancias simples y representativas, comunicando de forma oral y escrita el tipo de interacciones presentes en los compuestos para reconocer sus propiedades fisicoquímicas.

Temas:

2.1. Enlace iónico

2.1.1. Definición de la Ley de Hess

2.1.2. Ciclo de Born-Haber. Análisis termodinámico básico

2.1.3. Explicación de la formación de compuestos iónicos

2.2. Enlace covalente

2.2.1. Teoría de Enlace de Valencia

2.2.2. Teoría del Orbital Molecular. Moléculas diatómicas

2.2.2.1. Orbitales de enlace, antienlace y no-enlace

2.2.2.2. Orden de enlace

2.2.2.3. Propiedades magnéticas (diamagnetismo y paramagnetismo).

2.3. Enlace metálico

2.3.1. Teoría de orbitales moleculares como fundamento del enlace metálico

2.3.2. Teoría de bandas

2.3.3. Propiedades eléctricas (conductor, semi-conductor y aislante)

2.4. Interacciones intermoleculares

2.4.1. Van der Waals, London y puente de Hidrógeno

2.4.2. Efecto en las propiedades de las moléculas



Unidad temática 3. Química Orgánica.

Objetivo: Analizar los fundamentos básicos de química considerando cómo se pueden formar moléculas por combinación de átomos, para entender la estructura de las moléculas orgánicas.

Temas:

- 3.1. Generalidades de la química orgánica
 - 3.1.1. Estructura del carbono
 - 3.1.2. Grupos funcionales en la química orgánica
 - 3.1.3. Estructura y reactividad en química orgánica
- 3.2. Estereoquímica
 - 3.2.1. Estructuras tridimensionales
 - 3.2.2. Carbonos asimétricos
 - 3.2.3. Análisis conformacional
- 3.2. Clasificación de reacciones en química orgánica
 - 3.2.4. Intermediarios reactivos
 - 3.2.5. Tipos de ruptura de enlace covalente
 - 3.2.6. Teoría de ácidos y bases en la formación de enlaces covalentes
 - 3.2.7. Tipos de reacciones más comunes

Unidad temática 4. Polímeros.

Objetivo: Analizar los aspectos fundamentales de los polímeros, a través de su nomenclatura, los mecanismos básicos de reacción, el cálculo de pesos moleculares, las técnicas de preparación y caracterización para identificar los diversos tipos de plásticos existentes.

Temas:

- 4.1. Historia
 - 4.1.2. Definiciones y clasificaciones
 - 4.1.3. Mecanismos de polimerización
- 4.2. Cálculo de pesos moleculares
 - 4.2.1. Solubilidad, estabilidad química y térmica
 - 4.2.2. Determinación de pesos moleculares. Distribución
- 4.2. Morfología de los polímeros
- 4.3. Plásticos
 - 4.3.1. Bases fundamentales en polimerización para obtener macromoléculas plásticas
 - 4.3.2. Tecnología general de moldeo de polímeros termofijos y termoplásticos



VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

Cotton, F.A. y Wilkinson, G. (1996). Química Inorgánica Avanzada. México: Limusa.

Miessler, G.L. y Tarr D.A. (2011). Inorganic Chemistry, USA: Prentice Hall.

Morrison y Boyd. (1990) Química Orgánica, 5a Edición, Editorial Iberoamericana, México.

Rubin Materiales plásticos. (1999). Editorial Limusa.

Seymour R. Introducción a la química de los polímeros (1998). Editorial Reverté España.

Complementario:

House, J. y House, K.A. (2010). Descriptive Inorganic Chemistry, USA: Academic Press.

Miessler, G.L. y Tarr D.A. (2011). Inorganic Chemistry, USA: Prentice Hall.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

METROLOGÍA

Elaboró:	Dra. en C.F. Adriana Cristina Pliego Carrillo	Facultad de Medicina
	M. en C. Claudia Ivette Ledesma Ramírez	Facultad de Medicina
	Dr. en C. José Javier Reyes Lagos	Facultad de Medicina

Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno
	09 de Diciembre de 2022	09 de Diciembre de 2022

Facultad de Medicina





I. Datos de identificación.

Espacio académico donde se imparte	Facultad de Medicina				
Estudios profesionales	Licenciatura en Bioingeniería Médica, 2023				
Unidad de aprendizaje	Metrología				
Carga académica	<input type="text" value="1"/> Horas teóricas	<input type="text" value="2"/> Horas prácticas	<input type="text" value="3"/> Total de horas	<input type="text" value="4"/> Créditos	
Carácter	Obligatoria	Tipo	Taller	Periodo escolar	Primero
Área curricular	Bioingeniería Médica		Núcleo de formación	Básico	
Seriación	Ninguna		Ninguna		
	UA Antecedente		UA Consecuente		

Formación común

Licenciatura

No presenta

Nutrición, 2016

Médico Cirujano, 2018

Fisioterapia, 2019

Terapia Ocupacional, 2019



II. Presentación del programa de estudios.

La formación del Bioingeniero Médico comprende una sólida base en ingeniería conjugada con los conocimientos fundamentales de medicina y biología, complementados con materias específicas de aplicación de tecnología: electrónica, mecánica, química, informática, robótica, óptica, y otros principios de la ingeniería para entender, modificar o controlar sistemas biológicos con la finalidad de satisfacer las demandas de la medicina y la biología.

El perfil de egreso del Licenciado en Bioingeniería Médica es el de un profesional que colabora, con equipos multidisciplinarios, en el cuidado de la salud y la mejora de la calidad de vida del ser humano, en particular, en el ámbito de la tecnología aplicada al servicio médico directo al paciente (diagnóstico, prevención, tratamiento y rehabilitación). Para lograrlo, el alumno tiene que desarrollar competencias que llevan a plantear y resolver problemas de una manera metodológica, de tal manera que pueda implementar las soluciones con las herramientas tecnológicas que tenga a su disposición.

En esta unidad de aprendizaje, el alumno será adentrado en el uso y en el conocimiento del funcionamiento de dispositivos de medición que comúnmente usará a lo largo de su desempeño profesional. Junto con el/la profesor(a), los alumnos realizarán trabajo guiado en el laboratorio donde aprenderán a hacer mediciones de variables eléctricas y mecánicas utilizando los dispositivos más adecuados, respetando los estándares y las metodologías para reducir los errores involucrados en el proceso de medición. Cabe aclarar que las variables y dispositivos descritos en el programa de estudios han sido seleccionados por que son las base de los más utilizados por los Bioingenieros Médicos.

Esta unidad de aprendizaje (UA) ha sido incluida en el currículum de la licenciatura, para que los alumnos además de adquirir las competencias necesarias para utilizar dispositivos de medición de una manera adecuada conozcan la seguridad en su uso. Los conocimientos de esta UA serán utilizados en UUAA de los periodos escolares más avanzados relacionados con electrónica e instrumentación biomédica.

Esta unidad de aprendizaje se constituye de cuatro bloques, en el primer bloque titulado *Conceptos de metrología*, el alumno comprenderá los fundamentos que sustentan la teoría de la medición, además vislumbrará el proceso de la generación de errores en una medición. Aplicará la metodología para reducir el error y estimará si la medición a realizar está dentro de los límites de tolerancia. Los alumnos comprenderán el significado de la exactitud, sensibilidad y resolución de un instrumento de medición, de tal manera que puedan valorar la calidad de un instrumento y ponderar si es confiable en la medición de variables biomédicas.



En el segundo bloque *Medición de fenómenos físicos*, el alumno se familiarizará con las variables de tiempo y frecuencia relacionados con la generación de señales periódicas. Para esto se hará uso del generador de funciones y del osciloscopio, instrumento que aprenderán a utilizar adecuadamente. Adicionalmente, se revisarán la diversidad de opciones que existen para medición de la temperatura en sus variantes de temperatura ambiental, temperatura corporal y medición del espectro infrarrojo.

En el tercer bloque *Medición de fenómenos mecánicos* los alumnos aprenderán a usar instrumentos de medición de dimensiones como calibrador Vernier, micrómetro, goniómetro, instrumentos de medición de masa como básculas y balanzas micrométrica, instrumentos de medición de volumen como pipetas y micropipetas, así como instrumentos de medición de fuerza como el dinamómetro. Se realizará la comparación continua de las mediciones con valores relevantes en el ámbito clínico como presión arterial, volumen pulmonar, masa corporal, entre otros.

En el cuarto bloque titulado *Medición de fenómenos eléctricos* el alumno aprenderá sobre medición de corriente, voltaje, resistencia y potencia en circuitos eléctricos de baja complejidad. El alumno comprenderá qué es un circuito de corriente alterna y directa y cómo medir las principales variables con los dispositivos de medición. El/la profesor(a) explicará lo que físicamente significa valor promedio, valor medio cuadrático y el valor medio cuadrático verdadero de una señal de corriente alterna. Además, se asociarán los conocimientos a la introducción de biopotenciales revisando conceptos como voltaje de membrana, intercambio iónico y potencial de acción.

Dentro del trabajo de Laboratorio, los/las alumnos deberán hacer uso de métodos de visualización de la información como gráficas de algún fenómeno con respecto al tiempo, histogramas, gráficas de barras con error estándar, diagrama de caja y bigotes, entre otros, con los datos obtenidos de las mediciones realizadas con los diferentes instrumentos, destacando el significado con respecto a la dispersión de la muestra de la media, mediana y desviación estándar.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA, 2023

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
O B L I G A T O R I A S	Anatomía del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Anatomía por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Bioquímica médica 4 2 6 10	Patología 6 0 6 12	Adquisición de imágenes médicas 2 2 4 6	Procesamiento de imágenes médicas 2 2 4 6	Análisis de imágenes médicas 2 2 4 6	Comunicación persona máquina 2 2 4 6	Robotica médica 2 2 4 6
	Fisiología del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Fisiología por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Sistema de salud 2 2 4 6	Seguridad e higiene en el sector salud 2 2 4 6	Gestión de la tecnología médica 2 2 4 6	Ergonomía y factores humanos 2 2 4 6	Sistemas informáticos de administración hospitalaria 2 2 4 6	Telemedicina 2 2 4 6	Calidad en los servicios de salud 2 2 4 6
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Cálculo diferencial integral 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Sistemas y señales continuas 3 1 4 7	Sistemas y señales discretas 4 2 6 10	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas 4 2 6 10	Reconocimiento de patrones 4 2 6 10	Dispositivos biomédicos 1 3 4 5
	Química 2 0 2 4	Mecánica clásica 3 1 4 7	Circuitos eléctricos 4 2 6 10	Electrónica I 4 2 6 10	Electrónica II 3 2 5 8	Instrumentación biomédica 2 2 4 6	Instrumentación biomédica avanzada 4 2 6 10	Ética y humanismo 4 4 4 4	Bioética 4 4 4 4
	Metrología 1 2 4		Algoritmos y programación básica 2 2 4 6	Programación avanzada 2 2 4 6	Métodos numéricos 2 2 4 6	Dibujo por computadora 0 4 4 4	Metodología de la investigación 2 0 2 4	Gestión de proyectos 2 2 4 6	Proyecto integral de Bioingeniería Médica 0 4 4 4
	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 3 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos 3 1 4 7	Análisis y síntesis de mecanismos 3 1 4 7	Electrónica digital y microcontroladores 4 2 6 10	Sistemas de asistencia y rehabilitación 2 2 4 6	Modelado y análisis de sistemas dinámicos 2 2 4 6	Control de sistemas dinámicos 2 2 4 6	
					Biomateriales 3 1 4 7	Biomecánica 2 2 4 6	Tecnología médica 1 2 0 2 4	Tecnología médica 2 2 0 2 4	
	Epistemología de la Bioingeniería Médica 3 3 6 9	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4	Tecnología médica aplicada 1 ^c 0 2 2 2	Tecnología médica aplicada 2 ^c 0 2 2 2	
							Bioestadística 3 1 4 7		
								Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5
								Optativa 3 1 3 4 5	
								Optativa 4 1 3 4 5	
	HT 17 HP 13 TH 30 CR 47	HT 16 HP 12 TH 28 CR 44	HT 20 HP 12 TH 32 CR 52	HT 22 HP 10 TH 32 CR 54	HT 21 HP 14 TH 35 CR 56	HT 14 HP 20 TH 34 CR 48	HT 21 HP 13 TH 34 CR 55	HT 15 HP 19 TH 34 CR 49	HT 8 HP 24 TH 32 CR 40



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
							3D modelling ¹	Reconstrucción de imágenes médicas en 3D
							1 3 4 5	1 3 4 5
							Tanatología	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica
							1 3 4 5	1 3 4 5
							Biología molecular y celular	Artificial intelligence ¹
							1 3 4 5	1 3 4 5
							Executive skills ¹	Virtual reality ¹
							1 3 4 5	1 3 4 5
								Comunicación asertiva
								1 3 4 5
								Tecnología de asistencia
								1 3 4 5

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

➔ 20 líneas de seriación.
Créditos mínimos 25 y máximos 56 por periodo escolar.

¹ UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico hospitalaria.
¹ UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 20 UA	55 35 90 145
---	-----------------------

Total del núcleo básico: acreditar 20 total de UA para cubrir 145 total de créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	68 49 117 185
---	------------------------

Total del núcleo sustantivo acreditar 27 total de UA para cubrir 185 total de créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 18 UA	27 41 69 95
---	----------------------

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 4 UA	4 12 16 20
---	---------------------

Total del núcleo integral acreditar 22 total de UA para cubrir 115 total de créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	65
UA optativas	4
UA a acreditar	69
Créditos	445

Nota: Una vez que se hayan acreditado el total de créditos, el alumno deberá realizar un año de servicio social.





IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:

- Seleccionar entre los distintos tipos de tecnologías: electrónica, mecánica y computacional, mediante las características y requerimientos identificados para plasmar propuestas de diseño.
- Seleccionar los requerimientos del usuario mediante software CAD y técnicas de validación por CAE, para sintetizar y validar propuestas de diseño de tecnologías para la salud.
- Preparar reportes e informes técnicos empleando software de ofimática para la conceptualización de una o varias propuestas de diseño de tecnología para la salud.
- Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios para la salud, mediante la valoración de problemáticas, necesidades y oportunidades en el área de la salud, para proponer soluciones que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población.
- Desarrollar hardware y software a través de lenguajes de programación, instrumentación, electrónica analógica y digital, para aportar propuestas de tecnología para la salud, garantizando su seguridad y accesibilidad.
- Valorar los aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud por medio de herramientas de evaluación para garantizar su desempeño adecuado a fin de optimizar su utilización y funcionamiento.
- Calificar las tecnologías para la salud con análisis objetivo que permitan formular recomendaciones y dictámenes para su mejora continua.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares y normas nacionales e internacionales vigentes aplicables a las tecnologías y servicios de la salud a través de metodologías de diseño, manufactura, innovación y/o servicios, para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.
- Planificar programas de mantenimiento y adquisición de tecnologías de la salud a través de metodologías y software para la gestión de proyectos para asegurar que estas respondan a las necesidades de salud de la población.
- Diseñar un modelo de negocio asociado al área de la salud a través de metodologías y herramientas para el manejo y análisis de datos para contribuir en la innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de salud.



Objetivos del núcleo de formación:

Promoverá en el alumno el aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Solucionar problemas en el ámbito de la biología y la medicina mediante métodos de investigación, la aplicación de la metrología, la electrónica e instrumentación, así como el desarrollo y aplicación de tecnologías para la salud, con el propósito de mejorar la calidad de vida de los seres humanos.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Analizar los instrumentos utilizados para la medición de fenómenos físicos y eléctricos, así como las características que los definen, mediante su uso para comprender la base de la medición de fenómenos biológicos.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad 1. Conceptos de metrología

Objetivo: Explicar el proceso de medición a partir del conocimiento de sus características para poder utilizar adecuadamente los instrumentos que permiten cuantificar los fenómenos físicos y eléctricos.

Temas:

- 1.1. Introducción a la medición
- 1.2. Medidas directas e indirectas
- 1.3. Errores de medición aleatorios y sistemáticos
- 1.4. Incertidumbre y su propagación
- 1.5. Precisión, exactitud y certeza

Unidad 2. Medición de fenómenos físicos

Objetivo: Distinguir entre los diferentes instrumentos de medición de fenómenos físicos mediante métodos prácticos para entender la importancia de su uso en la medición de fenómenos biológicos.

Temas:

- 2.1. Tiempo y frecuencia
- 2.2. Termometría
- 2.3. Óptica
- 2.4. Fotometría
- 2.5. Acústica

Unidad temática 3. Medición de fenómenos mecánicos

Objetivo: Identificar los fundamentos de medición de fenómenos mecánicos a partir de la utilización de los instrumentos correspondientes para comprender los principios de la solución de problemas en la Bioingeniería Médica.

Temas:

- 3.1. Dimensiones
- 3.2. Masa y peso
- 3.3. Fuerza y presión
- 3.4. Flujo y volumen



Unidad 4. Medición de fenómenos eléctricos

Objetivo: Analizar los instrumentos de medición de variables eléctricas utilizados en el ejercicio de la Bioingeniería Médica para su uso adecuado en el ejercicio de la profesión.

- 4.1. Unidades de medición eléctrica
- 4.2. Tipos de corriente. Valor promedio y valor eficaz de señales periódicas
- 4.3. Características de las señales periódicas: frecuencia, periodo y amplitud
- 4.4. Voltaje
- 4.5. Corriente
- 4.6. Resistencia
- 4.7. Capacitancia
- 4.8. Inductancia
- 4.9. Conductividad



VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

Escamilla-Esquivel A. (2015). *Metrología y sus aplicaciones*. Grupo Editorial Patria.
Malacara-Hernández D. (2005). *La metrología óptica y sus aplicaciones*.
Universidad de Guanajuato.

Complementario:

Akdogan A. (2018). *Metrology*. <https://www.intechopen.com/books/metrology>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

ÁLGEBRA SUPERIOR

Elaboró:	Dr. en I.A.M. Juan Carlos Ávila Vilchis	Facultad de Ingeniería
	Dra. en IVR. Adriana H. Vilchis González	Facultad de Ingeniería
	M. en C. C. Guillermo García Lambert	Facultad de Medicina

Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno
	09 de Diciembre de 2022	09 de Diciembre de 2022

Facultad de Medicina



I. Datos de identificación.

Espacio académico
donde se imparte

Facultad de Medicina

Estudios profesionales

Licenciatura en Bioingeniería Médica, 2023

Unidad de aprendizaje

Álgebra superior

Carga académica

3

Horas
teóricas

1

Horas
prácticas

4

Total de
horas

7

Créditos

Carácter

Obligatoria

Tipo

Curso

Periodo escolar

Primero

Área
curricular

Ciencias Exactas

Núcleo de
formación

Básico

Seriación

Ninguna

Álgebra lineal

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

No presenta

Nutrición, 2016

Médico Cirujano, 2018

Fisioterapia, 2019

Terapia Ocupacional, 2019



II. Presentación del programa de estudios.

El Álgebra superior es una rama de las matemáticas, base del modelado matemático, de los análisis, de los desarrollos y de las soluciones a problemas en todas las áreas de la Ingeniería. Para la Bioingeniería Médica, la importancia del Álgebra superior radica en que sustenta las actividades mencionadas relacionadas con problemas de naturaleza ingenieril que se presentan en el área de la Medicina. En particular, el Álgebra superior sustenta los conocimientos de otras unidades de aprendizaje como el Álgebra lineal, las Ecuaciones diferenciales, la Mecánica clásica o el Cálculo diferencial e integral que son, a su vez, sustento de unidades de aprendizaje más avanzadas como las Electrónicas, los Análisis de Sistemas y Señales, el Modelado, Análisis y Control de sistemas dinámicos o la Robótica médica.

En esta unidad de aprendizaje, se abordan los elementos algebraicos que son la base del quehacer de todo ingeniero. Se estructura en seis unidades temáticas: 1. Introducción, 2. Operaciones algebraicas, 3. Relaciones y funciones, 4. Desigualdades, 5. Funciones polinomiales y 6. Fracciones parciales.

Siendo el Álgebra superior uno de los pilares del quehacer ingenieril, contribuye con el perfil de egreso mediante el sustento riguroso en innovación, diseño y desarrollo de tecnologías para la salud, ya que cada una de estas actividades requiere del Álgebra superior para su análisis, implementación y validación.

Esta unidad de aprendizaje es un curso donde los conocimientos que se abordan son teóricos y que, como base de las actividades de la Ingeniería, soportan análisis, simulaciones numéricas, pruebas experimentales y funcionamientos de sistemas médicos de base tecnológica; en este curso se estudian, se comprenden, y se manejan los elementos algebraicos para representar soluciones a problemas de la Bioingeniería Médica.

El profesor de esta unidad de aprendizaje debe presentar los elementos algebraicos y sus propiedades matemáticas, debe ejemplificar con desarrollos la forma en que estos elementos se pueden y deben manipular; además, debe mostrar la forma de solucionar los problemas que se planteen y relacionarlos con el área de la Medicina. Como actividades asociadas al aprendizaje, alumno podrá, por ejemplo, crear mapas conceptuales, resolver series de ejercicios proporcionados por el profesor, realizar presentaciones, participar en las discusiones y soluciones de problemas algebraicos y contestar cuestionarios.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA, 2023

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
O B L I G A T O R I A S	Anatomía del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Anatomía por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Bioquímica médica 4 2 6 6	Patología 6 0 6 12	Adquisición de imágenes médicas 2 2 4 6	Procesamiento de imágenes médicas 2 2 4 6	Análisis de imágenes médicas 2 2 4 6	Comunicación persona máquina 2 2 4 6	Robótica médica 2 4 4 6
	Fisiología del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Fisiología por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Sistema de salud 2 2 4 6	Seguridad e higiene en el sector salud 2 2 4 6	Gestión de la tecnología médica 2 2 4 6	Ergonomía y factores humanos 2 2 4 6	Sistemas informáticos de administración hospitalaria 2 2 4 6	Telemedicina 2 2 4 6	Calidad en los servicios de salud 2 2 4 6
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Cálculo diferencial e integral 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Sistemas y señales continuas 3 1 4 7	Sistemas y señales discretas 4 2 6 10	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas 4 2 6 10	Reconocimiento de patrones 4 2 6 10	Dispositivos biomédicos 1 3 4 5
	Química 2 0 2 4	Mecánica clásica 3 1 4 7	Circuitos eléctricos 4 2 6 10	Electrónica I 4 2 6 10	Electrónica II 3 2 5 8	Instrumentación biomédica 2 2 4 6	Instrumentación biomédica avanzada 4 2 6 10	Ética y humanismo 0 4 4 4	Bioética 0 4 4 4
	Metrología 1 0 3 4		Algoritmos y programación básica 2 2 4 6	Programación avanzada 2 2 4 6	Métodos numéricos 2 2 4 6	Dibujo por computadora 0 4 4 4	Metodología de la investigación 2 0 2 4	Gestión de proyectos 2 2 4 6	Proyecto integral de Bioingeniería Médica 0 4 4 4
	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 3 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos 3 1 4 7	Análisis y síntesis de mecanismos 3 1 4 7	Electrónica digital y microcontroladores 4 2 6 10	Sistemas de asistencia y rehabilitación 2 2 4 6	Modelado y análisis de sistemas dinámicos 2 2 4 6	Control de sistemas dinámicos 2 2 4 6	
					Biomateriales 3 1 4 7	Biomecánica 2 2 4 6	Tecnología médica 1 2 2 4	Tecnología médica 2 2 0 4	
	Epistemología de la Bioingeniería Médica 3 3 6 9	Inglés 5 2 2 6	Inglés 6 2 2 6	Inglés 7 2 2 6	Inglés 8 2 2 6	Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4	Tecnología médica aplicada 1* 0 2 2 2	Tecnología médica aplicada 2* 0 2 2 2	
							Bioestadística 3 1 4 7		
	O P T A T I V A S							Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5
								Optativa 3 1 3 4 5	
								Optativa 4 1 3 4 5	

HT 17	HT 16	HT 20	HT 22	HT 21	HT 14	HT 21	HT 15	HT 8
HP 13	HP 12	HP 12	HP 10	HP 14	HP 20	HP 13	HP 19	HP 24
TH 30	TH 28	TH 32	TH 32	TH 35	TH 34	TH 34	TH 34	TH 32
CR 47	CR 44	CR 52	CR 54	CR 56	CR 48	CR 55	CR 49	CR 40



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
							3D modelling ¹	Reconstrucción de imágenes médicas en 3D
							1 3 4 5	1 3 4 5
							Tanatología	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica
							1 3 4 5	1 3 4 5
							Biología molecular y celular	Artificial intelligence ¹
							1 3 4 5	1 3 4 5
							Executive skills ¹	Virtual reality ¹
							1 3 4 5	1 3 4 5
								Comunicación asertiva
								1 3 4 5
								Tecnología de asistencia
								1 3 4 5

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

➔ 20 líneas de seriación.
Créditos mínimos 25 y máximos 56 por periodo escolar.

¹ UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico hospitalaria.
¹ UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 20 UA	55 35 90 145
---	-----------------------

Total del núcleo básico: acreditar 20 total de UA para cubrir 145 total de créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	68 49 117 185
---	------------------------

Total del núcleo sustantivo acreditar 27 total de UA para cubrir 185 total de créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 18 UA	27 41 69 95
---	----------------------

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 4 UA	4 12 16 20
---	---------------------

Total del núcleo integral acreditar 22 total de UA para cubrir 115 total de créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	65
UA optativas	4
UA a acreditar	69
Créditos	445

Nota: Una vez que se hayan acreditado el total de créditos, el alumno deberá realizar un año de servicio social.





IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:

- Seleccionar entre los distintos tipos de tecnologías: electrónica, mecánica y computacional, mediante las características y requerimientos identificados para plasmar propuestas de diseño.
- Seleccionar los requerimientos del usuario mediante software CAD y técnicas de validación por CAE, para sintetizar y validar propuestas de diseño de tecnologías para la salud.
- Preparar reportes e informes técnicos empleando software de ofimática para la conceptualización de una o varias propuestas de diseño de tecnología para la salud.
- Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios para la salud, mediante la valoración de problemáticas, necesidades y oportunidades en el área de la salud, para proponer soluciones que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población.
- Desarrollar hardware y software a través de lenguajes de programación, instrumentación, electrónica analógica y digital, para aportar propuestas de tecnología para la salud, garantizando su seguridad y accesibilidad.
- Valorar los aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud por medio de herramientas de evaluación para garantizar su desempeño adecuado a fin de optimizar su utilización y funcionamiento.
- Calificar las tecnologías para la salud con análisis objetivo que permitan formular recomendaciones y dictámenes para su mejora continua.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares y normas nacionales e internacionales vigentes aplicables a las tecnologías y servicios de la salud a través de metodologías de diseño, manufactura, innovación y/o servicios, para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.
- Planificar programas de mantenimiento y adquisición de tecnologías de la salud a través de metodologías y software para la gestión de proyectos para asegurar que estas respondan a las necesidades de salud de la población.
- Diseñar un modelo de negocio asociado al área de la salud a través de metodologías y herramientas para el manejo y análisis de datos para contribuir en la innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de salud.



Objetivos del núcleo de formación:

Promoverá en el alumno el aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Examinar problemas asociados con procesos, fenómenos o sistemas de naturaleza biomédica a través de su representación matemática como modelos, para su análisis y solución.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Examinar los principios y elementos algebraicos, mediante el estudio de números, operaciones, relaciones, funciones, ecuaciones, desigualdades, fracciones y polinomios, para analizar y solucionar problemas de operaciones algebraicas en la Bioingeniería Médica.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. Números y sistemas cartesianos

Objetivo: Analizar los diferentes tipos de números y sistemas coordenados cartesianos a través de sus propiedades para realizar operaciones algebraicas fundamentales.

Temas:

- 1.1. Números naturales, enteros, racionales, irracionales, reales, imaginarios y complejos
- 1.2. Representación de números con letras
- 1.3. Representación gráfica (sistema de coordenadas cartesianas: 1D, 2D y 3D)
- 1.4. Operaciones básicas (adición, sustracción, multiplicación, división)

Unidad temática 2. Operaciones algebraicas

Objetivo: Analizar elementos algebraicos polinomiales, exponenciales, radicales y logarítmicos mediante sus propiedades con el propósito de manipular y simplificar expresiones algebraicas.

Temas:

- 2.1. Expresión algebraica (monomio, binomio, trinomio y polinomio): adición, sustracción, multiplicación, división
- 2.2. Productos notables
- 2.3. División de polinomios
- 2.4. Factorización
- 2.5. Mínimo común múltiplo y máximo común divisor
- 2.6. Fracciones simples y compuestas
- 2.7. Simplificación de expresiones algebraicas
- 2.8. Exponentes, radicales y logaritmos



Unidad temática 3. Relaciones y funciones

Objetivo: Analizar relaciones y funciones reales de variable real mediante el estudio de sus propiedades para resolver problemas de la Bioingeniería Médica.

Temas:

- 3.1. Definición de relación
- 3.2. Definición de función real de variable real
- 3.3. Parámetros y variables
- 3.4. Función lineal y ecuación asociada (con una incógnita y con dos incógnitas).
- 3.5. Gráfica de la función lineal
- 3.6. Solución de ecuaciones lineales
- 3.7. Sistema de ecuaciones lineales y solución
- 3.8. Función cuadrática y ecuación asociada (con una incógnita)
- 3.9. Gráfica de la función cuadrática
- 3.10. Solución de ecuaciones cuadráticas

Unidad temática 4. Desigualdades

Objetivo: Analizar la teoría de desigualdades a través del estudio de sus propiedades algebraicas para la solución de problemas de Bioingeniería Médica.

Temas:

- 4.1. Definición y propiedades de las desigualdades algebraicas
- 4.2. Desigualdades de primer grado
- 4.3. Desigualdades de segundo grado

Unidad temática 5. Funciones polinomiales

Objetivo: Determinar las raíces de polinomios a través de métodos diferentes con el propósito de analizar la relación entre las soluciones algebraicas y su representación gráfica.

Temas:

- 5.1. Representación algebraica de polinomios
- 5.2. Determinación de las raíces de un polinomio
- 5.3. Gráfica de una función polinomial
- 5.4. Interpolación y extrapolación



Unidad temática 6. Fracciones parciales

Objetivo: Analizar la forma en que se pueden descomponer las fracciones polinomiales mediante diferentes métodos con el propósito de lograr una representación con términos más simples.

Temas:

- 6.1. Fracción algebraica
- 6.2. Fracciones propias e impropias
- 6.3. Descomposición en fracciones parciales
- 6.4. Factores lineales
- 6.5. Factores cuadráticos



VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

- Barron, J.V., Ruiz, O. & Luna, J. (2015). *Álgebra superior*. Academia Española.
- Lehmann, C.H. (2003). *Álgebra*. Limusa Noriega Editores.
- Swokowski, E. & Jeffery A.C. (2002). *Álgebra y Trigonometría con Geometría Analítica*. Thomson Learning.

Complementario:

- Reyes, A. (2005). *Álgebra superior*. Thomson.
- Rincón, C. (2013). *Álgebra superior*. Mc Graw Hill, 1ª Edición.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

CULTURA DE PAZ, IGUALDAD DE GÉNERO E INCLUSIÓN

Elaboró: Dra. en CC. SS. Sandra Morales Hernández
M. en Doc. María Edith Monroy Contreras
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales

Asesoría técnica: M. en Ed. Alicia Celen Macedo Delgado
Lic. en Psic. Araceli Rivera Guzmán
Dirección de Estudios Profesionales

Fecha de aprobación: H. Consejo Académico 22 de febrero 2022
H. Consejo de Gobierno 22 de febrero 2022

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales





I. Datos de identificación.

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje

Carga académica	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3"/>
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter Tipo Periodo escolar

Área curricular Núcleo de formación

Seriación

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

No presenta

Nutrición, 2016

Médico Cirujano, 2018

Fisioterapia, 2019

Terapia Ocupacional, 2019



II. Presentación del programa de estudios.

La significación que se advierte en el programa de estudios de la unidad de aprendizaje “Cultura de paz, igualdad de género e inclusión” está vinculada al sistema de valores sobre el cual descansan las temáticas propuestas.

Está organizada con base en componentes elementales para permitir al estudiantado apreciar, robustecer y afianzar la relación que guarda el respeto a los derechos humanos en pro de la igualdad sustantiva, la prevención de la violencia y el proceso de paz. Lo anterior como esencial en una formación profesional, integral y global mediante la problematización de las bases teóricas y una aproximación a las nociones básicas que posibiliten la adquisición de un entramado sólido sobre los fundamentos indispensables para la construcción de sociedades pacíficas, solidarias e incluyentes.

La unidad de aprendizaje supone un instrumento en la transformación social, un deseable del compromiso educativo y un esfuerzo que aspira a que el alumnado reconozca su capacidad para influir positivamente en la sociedad. La temática planteada está encaminada a fomentar el pensamiento crítico y a contribuir en una formación acorde con una visión global y de responsabilidad social, así como a incidir en los procesos reflexivos del estudiantado.

Se estima que el programa coadyuve a conformar en el alumno un perfil humanista, e impacte en el fortalecimiento de sus competencias profesionales, a través de la reflexión y adquisición de conocimientos que abonen a la concientización de su rol como sujeto crítico e innovador; así como sensibilizarle sobre los desafíos que implica mudar rumbo a una perspectiva más incluyente y equitativa. Además de orientar su visión hacia la innovación resolutive frente a las problemáticas y fenómenos contemporáneos. Se busca dotarle de recursos que le permitan una formación en equilibrio con el contexto actual y acorde con los principios de corresponsabilidad y los códigos de conducta universal.

Para alcanzar este objetivo, la unidad de aprendizaje propuesta se estructura en tres temáticas. Primero una aproximación a los derechos humanos en el proceso de paz, así como los fundamentos y acciones para la construcción de ésta; segundo, reconocer a la igualdad de género como principio para lograr la igualdad sustantiva, la relación con el sistema sexo-género y las formas de violencia contra las mujeres; y tercero, identificar a la inclusión como imperativo de justicia social, a fin de abatir la desigualdad y las formas de exclusión, mediante el reconocimiento del derecho a la no discriminación, las acciones y los valores inclusivos.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA, 2023

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
O B L I G A T O R I A S	Anatomía del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Anatomía por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Bioquímica médica 4 2 6 10	Patología 6 0 6 12	Adquisición de imágenes médicas 2 2 4 6	Procesamiento de imágenes médicas 2 2 4 6	Análisis de imágenes médicas 2 2 4 6	Comunicación persona maquina 2 2 4 6	Robótica médica 2 2 4 6
	Fisiología del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Fisiología por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Sistema de salud 2 2 4 6	Seguridad e higiene en el sector salud 2 2 4 6	Gestión de la tecnología médica 2 2 4 6	Ergonomía y factores humanos 2 2 4 6	Sistemas informáticos de administración hospitalaria 2 2 4 6	Telemedicina 2 2 4 6	Calidad en los servicios de salud 2 2 4 6
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Cálculo diferencial e integral 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Sistemas y señales continuas 3 1 4 7	Sistemas y señales discretas 3 1 4 7	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas 4 2 6 10	Reconocimiento de patrones 4 2 6 10	Dispositivos biomédicos 1 3 4 5
	Química 2 0 2 4	Mecánica clásica 3 1 4 7	Circuitos eléctricos 4 2 6 10	Electrónica I 4 2 6 10	Electrónica II 3 2 5 8	Instrumentación biomédica 2 2 4 6	Instrumentación biomédica avanzada 4 2 6 10	Ética y humanismo 0 4 4 4	Bioética 0 4 4 4
	Metrología 1 2 3 4		Algoritmos y programación básica 2 2 4 6	Programación avanzada 2 2 4 6	Métodos numéricos 2 2 4 6	Dibujo por computadora 0 4 4 4	Metodología de la investigación 2 0 2 4	Gestión de proyectos 2 2 4 6	Proyecto Integral de Bioingeniería Médica 0 4 4 4
	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 3 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos 3 1 4 7	Análisis y síntesis de mecanismos 3 1 4 7	Electrónica digital y microcontroladores 4 2 6 10	Sistemas de asistencia y rehabilitación 2 2 4 6	Modelado y análisis de sistemas dinámicos 2 2 4 6	Control de sistemas dinámicos 2 2 4 6	
					Biomateriales 3 1 4 7	Biomecánica 2 2 4 6	Tecnología médica 1 2 0 4	Tecnología médica 2 2 0 4	
	Epistemología de la Bioingeniería Médica 3 3 6 9	Inglés 5 2 4 6	Inglés 6 2 4 6	Inglés 7 2 4 6	Inglés 8 2 4 6	Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4	Tecnología médica aplicada 1* 0 2 2 2	Tecnología médica aplicada 2* 0 2 2 2	
							Bioestadística 3 1 4 7		
	O P T A T I V A S							Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5
								Optativa 3 1 3 4 5	
								Optativa 4 1 3 4 5	

HT 17	HT 16	HT 20	HT 22	HT 21	HT 14	HT 21	HT 15	HT 8
HP 13	HP 12	HP 12	HP 10	HP 14	HP 20	HP 13	HP 19	HP 24
TH 30	TH 28	TH 32	TH 32	TH 35	TH 34	TH 34	TH 34	TH 32
CR 47	CR 44	CR 52	CR 54	CR 56	CR 48	CR 55	CR 49	CR 40





DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9																
							<table border="1"> <tr><td>3D modelling [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	3D modelling [†]	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Reconstrucción de imágenes médicas en 3D</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1		3		4		5
3D modelling [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Tanatología</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tanatología	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1		3		4		5
Tanatología	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Biología molecular y celular</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Biología molecular y celular	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Artificial intelligence [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Artificial intelligence [†]	1		3		4		5
Biología molecular y celular	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Artificial intelligence [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Executive skills [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Executive skills [†]	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Virtual reality [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Virtual reality [†]	1		3		4		5
Executive skills [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Virtual reality [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Comunicación asertiva</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Comunicación asertiva	1		3		4		5								
Comunicación asertiva	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Tecnología de asistencia</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tecnología de asistencia	1		3		4		5								
Tecnología de asistencia	1																							
	3																							
	4																							
	5																							

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

➔ 20 líneas de seriación.
Créditos mínimos 25 y máximos 56 por periodo escolar.

[†] UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico hospitalaria.
[†] UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 20 UA	55
	35
	90
	145

Total del núcleo básico: acreditar 20 total de UA para cubrir 145 total de créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	68
	49
	117
	185

Total del núcleo sustantivo acreditar 27 total de UA para cubrir 185 total de créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 18 UA	27
	41
	68
	95

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 4 UA	4
	12
	16
	20

Total del núcleo integral acreditar 22 total de UA para cubrir 115 total de créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	65
UA optativas	4
UA a acreditar	69
Créditos	445

Nota: Una vez que se hayan acreditado el total de créditos, el alumno deberá realizar un año de servicio social.





IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:

- Seleccionar entre los distintos tipos de tecnologías: electrónica, mecánica y computacional, mediante las características y requerimientos identificados para plasmar propuestas de diseño.
- Seleccionar los requerimientos del usuario mediante software CAD y técnicas de validación por CAE, para sintetizar y validar propuestas de diseño de tecnologías para la salud.
- Preparar reportes e informes técnicos empleando software de ofimática para la conceptualización de una o varias propuestas de diseño de tecnología para la salud.
- Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios para la salud, mediante la valoración de problemáticas, necesidades y oportunidades en el área de la salud, para proponer soluciones que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población.
- Desarrollar hardware y software a través de lenguajes de programación, instrumentación, electrónica analógica y digital, para aportar propuestas de tecnología para la salud, garantizando su seguridad y accesibilidad.
- Valorar los aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud por medio de herramientas de evaluación para garantizar su desempeño adecuado a fin de optimizar su utilización y funcionamiento.
- Calificar las tecnologías para la salud con análisis objetivo que permitan formular recomendaciones y dictámenes para su mejora continua.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares y normas nacionales e internacionales vigentes aplicables a las tecnologías y servicios de la salud a través de metodologías de diseño, manufactura, innovación y/o servicios, para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.
- Planificar programas de mantenimiento y adquisición de tecnologías de la salud a través de metodologías y software para la gestión de proyectos para asegurar que estas respondan a las necesidades de salud de la población.
- Diseñar un modelo de negocio asociado al área de la salud a través de metodologías y herramientas para el manejo y análisis de datos para contribuir en la innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de salud.



Objetivos del núcleo de formación:

Promoverá en el alumno el aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Examinar el marco referencial humanístico de la Bioingeniería Médica a través de las relaciones que establecen las dimensiones epistemológicas, éticas, axiológicas, bioéticas, culturales y sociales para tomar decisiones deliberativas como profesional del equipo de salud en escenarios reales.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Examinar la relación que guarda el respeto pleno de los derechos humanos con la igualdad género y la inclusión en la prevención de la violencia y el proceso de paz, a través de la adquisición y problematización de las bases teóricas y conceptuales; para fomentar una perspectiva crítica, íntegra y reflexiva, acorde con los principios de corresponsabilidad y los códigos de conducta universal.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. Cultura de paz

Objetivo: Examinar la relación que guardan los derechos humanos con la cultura de paz, a partir del estudio de las nociones básicas, fundamentos, mecanismos y sistemas de protección, así como las acciones en favor de la construcción de ésta, para impulsar el actuar reflexivo, crítico y responsable de las juventudes en la promoción de sociedades pacíficas.

Temas:

- 1.1. ¿Qué es un derecho humano?
 - 1.1.1. Fundamentos de los derechos humanos
 - 1.1.2. Delimitación conceptual y generaciones de los derechos humanos
 - 1.1.3. Reconocimiento y protección de los derechos humanos
- 1.2. La paz como derecho humano
 - 1.2.1. El derecho a la paz
 - 1.2.2. Fundamentos de la construcción de paz
 - 1.2.3. Diálogo, conflicto y mediación
 - 1.2.4. La violencia y sus formas
- 1.3. Las juventudes en la construcción de sociedades pacíficas
 - 1.3.1. Violencias en el contexto educativo
 - 1.3.2. La educación de la juventud en el proceso de paz



Unidad temática 2. Igualdad de género

Objetivo: Debatir la igualdad de género como principio y esencia de los derechos humanos, mediante el análisis de la categoría de igualdad, así como del sistema sexo-género y su relación con las formas de violencia contra las mujeres, para provocar la reflexión sobre la igualdad sustantiva, fortalecer la cultura de la denuncia y erradicar la violencia machista.

Temas:

- 2.1. El principio de igualdad como esencia de los derechos humanos
 - 2.1.1. Concepto de igualdad
 - 2.1.2. La igualdad como principio democrático
 - 2.1.3. ¿Igualdad es sinónimo de equidad?
- 2.2. La igualdad de género
 - 2.2.1. El sistema sexo-género: roles y estereotipos
 - 2.2.2. ¿Qué es la perspectiva de género?
 - 2.2.3. Igualdad sustantiva
- 2.3. Violencia de género y sus formas
 - 2.3.1. Violencia de género/violencias machistas
 - 2.3.2. Características, causas y consecuencias de la violencia de género
 - 2.3.3. El violentómetro
 - 2.3.4. La cultura de la denuncia y los protocolos de actuación para víctimas de violencia de género

Unidad temática 3. Inclusión

Objetivo: Debatir la inclusión como principio de justicia social, mediante el análisis de las desigualdades y las formas de exclusión, así como el derecho a la no discriminación, las acciones y los valores inclusivos, para provocar la reflexión sobre el papel de la educación inclusiva.

Temas:

- 3.1. La inclusión como principio de justicia social
 - 3.1.1. Exclusión y desigualdades
 - 3.1.2. Formas de exclusión y estereotipos
- 3.2. Acciones integrales para la inclusión
 - 3.2.1. El derecho a la no discriminación
 - 3.2.2. Valores inclusivos: diversidad, equidad y solidaridad
 - 3.2.3. Educación inclusiva



VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

Alegre, M., montero, J. & Monti, E. (2015). "Igualdad", en Enciclopedia de filosofía y teoría del derecho. Vol. Dos de Fabra, Jorge Luis y Rodríguez, Verónica, pp. 1595-1637. México. UNAM. Disponible en: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/8/3796/25.pdf>

De la Torre, C. (Coord.) (2006). El Desarrollo del derecho a la no discriminación en el Sistema de Derechos Humanos de las Naciones Unidas. CONAPRED, México. Disponible en: <https://www.conapred.org.mx/userfiles/files/BD-DND-11.pdf>

CEPAL. (2021) Camino al desarrollo local inclusivo: guía de buenas prácticas para la inclusión social y laboral de personas jóvenes con discapacidad. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11362/47652>

Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) (2018). El derecho a la no discriminación. México. Disponible en: <https://www.cndh.org.mx/documento/el-derecho-la-no-discriminacion>

Comisión Nacional de los Derechos Humanos (2019). ABC de la perspectiva de género. México. Disponible en: <https://mexicosocial.org/wp-content/uploads/2019/03/perspectiva-género-CNDH.pdf>

Fierro, A. (2012) Manejo de conflictos y mediación. Oxford University Press. México. Disponible en: https://www.academia.edu/30167415/Manejo_de_Conflictos_y_Mediacion

Devalle, A. y V. Vega (1999), Una escuela en y para la diversidad. El entramado de la diversidad. Argentina: Aique Grupo Editor.

Galtung, J. (2003) Paz por medios pacíficos. Paz y conflicto, desarrollo y civilización. Bilbao. Gernika Gogoratuz. Disponible en: <https://www.gernikagogoratuz.org/wp-content/uploads/2020/05/RG07completo-A4.pdf>

Ministerio de sanidad, consumo y bienestar social (s. f). La violencia de género en los jóvenes. Una visión general de la violencia de género aplicada a los jóvenes en España. Madrid: Instituto de la Juventud. Disponible en http://www.injuve.es/sites/default/files/adjuntos/2019/07/estudio_violencia_web_injuve.pdf

Segreste R. S, (2019). Manual básico de derechos humanos para autoridades municipales. Segunda Edición. México: Comisión Nacional de Derechos Humanos.

UNESCO (2008) La educación inclusiva. El camino hacia el futuro. París, UNESCO. Disponible en: http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/

----- (1981). La violencia y sus causas. París: Editorial de la Unesco. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000043086_spa

Tünnermann B. C. (1997). Los derechos humanos: evolución histórica y reto educativo. Caracas: UNESCO



Complementario:

Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos ACNUDH (2016). Derechos Humanos. Manual para Parlamentarios N° 26. Disponible en: https://www.ohchr.org/Documents/Publications/HandbookParliamentarians_SP.pdf

Convención Interamericana para Prevenir, Sancionar y Erradicar la Violencia contra la Mujer (Convención de Belém do Pará) (2013). México. Comisión Nacional de los Derechos Humanos. Disponible en: [convencion_BelemdoPara.pdf](http://www.cndh.org.mx/convencion_BelemdoPara.pdf) (cndh.org.mx)

Comisión de derechos Humanos del Distrito Federal (2011). Fundamentos teóricos de los derechos humanos. México: Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal. Disponible en: https://piensadh.cd hdf.org.mx/images/publicaciones/material_de_capacitacion/cursos/2011_Fundamentos_teoricos_dh.pdf

Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) (2019). Principales estándares y recomendaciones en materia de violencia y discriminación contra mujeres, niñas y adolescentes. Disponible en: <http://www.oas.org/es/cidh/informes/pdfs/violencia-discriminacion-mujeres-Anexo1-es.pdf>

Comisión Nacional de los Derechos Humanos (2018). La discriminación y el derecho a la no discriminación. CNDH. México. Disponible en: <https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/documentos/2019-05/21-Discriminacion-DH.pdf>

Furlán, Alfredo y Terry Carol Spitzer (coords.) (2013). Convivencia, disciplina y violencia en las escuelas 2002-2011. México: ANUIES- COMIE. Colección Estados del Conocimiento. Disponible en: <http://www.comie.org.mx/v5/sitio/wp-content/uploads/2020/08/Convivencia-disciplina-y-violencia-en-las-escuelas.pdf>

Organización de los Estados Americanos OEA (2011). Desigualdad e inclusión social en las Américas 14 ensayos. Segunda edición. Disponible en: <https://www.oas.org/docs/desigualdad/libro-desigualdad.pdf>

Organización de las Naciones Unidas ONU (2015). Declaración Universal de los Derechos Humanos (DUDH). Disponible en: https://www.un.org/es/documents/udhr/UDHR_booklet_SP_web.pdf

Protocolo para prevenir, atender y sancionar la violencia de género en la Universidad Autónoma del Estado de México (2021). México. UAEMéx. Disponible en: [Protocolo_Prevenir_y_atender_violencia_de_genero.pdf](http://www.uaemex.mx/Protocolo_Prevenir_y_atender_violencia_de_genero.pdf) (uaemex.mx)

UNESCO (1997). El Derecho Humano a la Paz. Declaración del Director General, Doc. SHS-97/WS/6, 1997, 15 p. Disponible en: http://fund-culturadepaz.org/spa/DOCUMENTOS/Declaraciones/Derecho_Humano%20_a_la_Paz_1997.pdf



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA**



PROGRAMA DE ESTUDIOS

EPISTEMOLOGÍA DE LA BIOINGENIERÍA MÉDICA

Elaboró:	<u>Dr. en Hum. Arturo García Rillo</u>	<u>Facultad de Medicina</u>
	<u>M. en Hum. Luis de Jesús Marín</u>	<u>Facultad de Medicina</u>

Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno
	<u>09 de Diciembre de 2022</u>	<u>09 de Diciembre de 2022</u>

Facultad de Medicina



I. Datos de identificación.

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje

Carga académica	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="9"/>
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter Tipo Periodo escolar

Área curricular Núcleo de formación

Seriación

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

No presenta

Nutrición, 2016

Médico Cirujano, 2018

Fisioterapia, 2019

Terapia Ocupacional, 2019





II. Presentación del programa de estudios.

La realidad en la que se gesta la articulación del conocimiento propio de las Ingenierías, las Ciencias Médicas y las Humanidades se transforma epistemológicamente en una realidad compleja, infinita y cambiante, al engarzar la triada arte-ciencia-técnica en la totalidad del quehacer orientado al desarrollo sustentable que busca tanto el control como la conservación de la salud además de la reducción de la pobreza y el mejoramiento de la calidad de vida. Esto implica que la totalidad configurada por la triada arte-ciencia-técnica muestra el avance de la ciencia en el campo de la Bioingeniería Médica a través de la praxis profesional que se muestra como una realidad donde se exponen dos elementos fundamentales para su comprensión: el desarrollo de la técnica y la necesidad de explicar la realidad en la que se desenvuelve el proceso salud-enfermedad.

En este sentido, la unidad de aprendizaje de Epistemología de la Bioingeniería Médica se orienta al análisis del “proceso salud-enfermedad a través de los modelos de pensamiento científico, de la historia natural y social de la Bioingeniería Médica para la aplicación de estrategias epistémicas en la construcción e innovación científica”.

Para el lograr este objetivo, la unidad de aprendizaje se integra por seis unidades temáticas que incluyen: epistemología como crítica del conocimiento, conocimiento del mundo de la tecnología médica, construcción de la realidad en Bioingeniería Médica, gnoseología de la actividad científico-médica, problemas epistemológicos del periodo prepatogénico en el antropoceno, y problemas epistemológicos del periodo patogénico en el trans y posthumanismo.

El curso de Epistemología de la Bioingeniería Médica se desarrolla en 6 unidades de aprendizaje que permiten guiar al estudiante desde el horizonte de comprensión de la epistemología como disciplina filosófica (Unidad 1: Epistemología como crítica del conocimiento); hasta la aplicación a problemas epistemológicos de la Bioingeniería Médica (Unidad 5 y 6); transitando por la teoría del conocimiento (Unidad 2), el enfoque de cómo se construye la realidad (Unidad 3) y el análisis epistemológico de la creatividad e innovación en bioingeniería médica (Unidad 4), lo que contribuye al desarrollo de las competencias epistémicas que aplicará en su vida profesional.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA, 2023

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
O B L I G A T O R I A S	Anatomía del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Anatomía por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Bioquímica médica 4 2 6 6	Patología 6 0 6 12	Adquisición de imágenes médicas 2 2 4 6	Procesamiento de imágenes médicas 2 2 4 6	Análisis de imágenes médicas 2 2 4 6	Comunicación persona máquina 2 2 4 6	Robótica médica 2 2 4 6
	Fisiología del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Fisiología por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Sistema de salud 2 2 4 6	Seguridad e higiene en el sector salud 2 2 4 6	Gestión de la tecnología médica 2 2 4 6	Ergonomía y factores humanos 2 2 4 6	Sistemas informáticos de administración hospitalaria 2 2 4 6	Telemedicina 2 2 4 6	Calidad en los servicios de salud 2 2 4 6
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Cálculo diferencial e integral 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Sistemas y señales continuas 3 1 4 7	Sistemas y señales discretas 4 2 6 10	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas 4 2 6 10	Reconocimiento de patrones 4 2 6 10	Dispositivos biomédicos 1 3 4 5
	Química 2 0 2 4	Mecánica clásica 3 1 4 7	Circuitos eléctricos 4 2 6 10	Electrónica I 4 2 6 10	Electrónica II 3 2 5 8	Instrumentación biomédica 2 2 4 6	Instrumentación biomédica avanzada 4 2 6 10	Ética y humanismo 0 4 4 4	Bioética 0 4 4 4
	Metrología 1 2 3 4		Algoritmos y programación básica 2 2 4 6	Programación avanzada 2 2 4 6	Métodos numéricos 2 2 4 6	Dibujo por computadora 0 4 4 4	Metodología de la investigación 2 0 2 4	Gestión de proyectos 2 2 4 6	Proyecto integral de Bioingeniería Médica 0 4 4 4
	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 4 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos 3 1 4 7	Análisis y síntesis de mecanismos 3 1 4 7	Electrónica digital y microcontroladores 4 2 6 10	Sistemas de asistencia y rehabilitación 2 2 4 6	Modelado y análisis de sistemas dinámicos 2 2 4 6	Control de sistemas dinámicos 2 2 4 6	
					Biomateriales 3 1 4 7	Biomecánica 2 2 4 6	Tecnología médica 1 2 2 4	Tecnología médica 2 2 0 4	
	Epistemología de la Bioingeniería Médica 3 3 6 9	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4	Tecnología médica aplicada 1* 0 2 2 2	Tecnología médica aplicada 2* 0 2 2 2	
							Bioestadística 3 1 4 7		
	O P T A T I V A S							Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5
								Optativa 3 1 3 4 5	
								Optativa 4 1 3 4 5	

HT	17	HT	16	HT	20	HT	22	HT	21	HT	14	HT	21	HT	15	HT	8
HP	13	HP	12	HP	12	HP	10	HP	14	HP	20	HP	13	HP	19	HP	24
TH	30	TH	28	TH	32	TH	32	TH	35	TH	34	TH	34	TH	34	TH	32
CR	47	CR	44	CR	52	CR	54	CR	56	CR	48	CR	55	CR	49	CR	40



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9																
							<table border="1"> <tr><td>3D modelling [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	3D modelling [†]	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Reconstrucción de imágenes médicas en 3D</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1		3		4		5
3D modelling [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Tanatología</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tanatología	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1		3		4		5
Tanatología	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Biología molecular y celular</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Biología molecular y celular	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Artificial intelligence [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Artificial intelligence [†]	1		3		4		5
Biología molecular y celular	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Artificial intelligence [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Executive skills [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Executive skills [†]	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Virtual reality [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Virtual reality [†]	1		3		4		5
Executive skills [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Virtual reality [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Comunicación asertiva</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Comunicación asertiva	1		3		4		5								
Comunicación asertiva	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Tecnología de asistencia</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tecnología de asistencia	1		3		4		5								
Tecnología de asistencia	1																							
	3																							
	4																							
	5																							

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

➔ 20 líneas de seriación.
Créditos mínimos 25 y máximos 56 por periodo escolar.

[†] UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico hospitalaria.
[†] UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 20 UA	55
	35
	90
	145

Total del núcleo básico: acreditar 20 total de UA para cubrir 145 total de créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	68
	49
	117
	185

Total del núcleo sustantivo acreditar 27 total de UA para cubrir 185 total de créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 18 UA	27
	41
	68
	95

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 4 UA	4
	12
	16
	20

Total del núcleo integral acreditar 22 total de UA para cubrir 115 total de créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	65
UA optativas	4
UA a acreditar	69
Créditos	445

Nota: Una vez que se hayan acreditado el total de créditos, el alumno deberá realizar un año de servicio social.





IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:

- Seleccionar entre los distintos tipos de tecnologías: electrónica, mecánica y computacional, mediante las características y requerimientos identificados para plasmar propuestas de diseño.
- Seleccionar los requerimientos del usuario mediante software CAD y técnicas de validación por CAE, para sintetizar y validar propuestas de diseño de tecnologías para la salud.
- Preparar reportes e informes técnicos empleando software de ofimática para la conceptualización de una o varias propuestas de diseño de tecnología para la salud.
- Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios para la salud, mediante la valoración de problemáticas, necesidades y oportunidades en el área de la salud, para proponer soluciones que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población.
- Desarrollar hardware y software a través de lenguajes de programación, instrumentación, electrónica analógica y digital, para aportar propuestas de tecnología para la salud, garantizando su seguridad y accesibilidad.
- Valorar los aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud por medio de herramientas de evaluación para garantizar su desempeño adecuado a fin de optimizar su utilización y funcionamiento.
- Calificar las tecnologías para la salud con análisis objetivo que permitan formular recomendaciones y dictámenes para su mejora continua.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares y normas nacionales e internacionales vigentes aplicables a las tecnologías y servicios de la salud a través de metodologías de diseño, manufactura, innovación y/o servicios, para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.
- Planificar programas de mantenimiento y adquisición de tecnologías de la salud a través de metodologías y software para la gestión de proyectos para asegurar que estas respondan a las necesidades de salud de la población.
- Diseñar un modelo de negocio asociado al área de la salud a través de metodologías y herramientas para el manejo y análisis de datos para contribuir en la innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de salud.



Objetivos del núcleo de formación:

Promoverá en el alumno el aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Examinar el marco referencial humanístico de la Bioingeniería Médica a través de las relaciones que establecen las dimensiones epistemológicas, éticas, axiológicas, bioéticas, culturales y sociales para tomar decisiones deliberativas como profesional del equipo de salud en escenarios reales.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Analizar el proceso salud-enfermedad a través de los modelos de pensamiento científico, de la historia natural y social de la Bioingeniería Médica para la aplicación de estrategias epistémicas en la construcción e innovación científica.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. Epistemología como crítica del conocimiento

Objetivo: Construir un horizonte de comprensión a través del análisis de la epistemología como filosofía, metodología y reflexión para su aplicación a los saberes de la Bioingeniería Médica.

Temas:

- 1.1. Delimitación conceptual de la epistemología
- 1.2. Historia de la epistemología y sus tradiciones filosóficas
- 1.3. Ámbito de la epistemología (Tecnología y filosofía)
- 1.4. Epistemología como filosofía
- 1.5. Epistemología como metodología
- 1.6. Epistemología como reflexión

Unidad temática 2. Conocimiento del mundo de la tecnología médica

Objetivo: Analizar la posibilidad del conocimiento de la tecnología médica en su contenido de verdad y certeza a través de la aplicación de la teoría general del conocimiento para sustentar la construcción de modelos epistémicos en el ámbito del proceso salud-enfermedad.

Temas:

- 2.1. Fenomenología del conocimiento
- 2.2. Teoría general del conocimiento
- 2.3. Modelos cognitivos en bioingeniería médica
- 2.4. Modelos de pensamiento epistémico en ciencias médicas
- 2.5. Modelo epistemológico del proceso salud-enfermedad



Unidad temática 3. Construcción de la realidad en Bioingeniería Médica

Objetivo: Evaluar la estructura de la realidad en el ámbito de la Bioingeniería Médica mediante el análisis de la fundamentación objetiva y explicativa de las ciencias médicas para aproximarse a la construcción de modelos causales del proceso salud-enfermedad.

Temas:

- 3.1. Naturaleza epistemológica de la Bioingeniería Médica
- 3.2. Objetividad científica: Observación y teoría
- 3.3. La explicación en la bioingeniería médica
- 3.4. Causalidad en Medicina y Bioingeniería Médica
- 3.5. Multicausalidad en Medicina y Bioingeniería Médica
- 3.6. Incertidumbre en Medicina y Bioingeniería Médica
- 3.7. Normalidad Epistemología probabilística (bayesiana)

Unidad temática 4. Gnoseología de la actividad científico-médica.

Objetivo: Debatir los procesos de la epistemología experimental mediante la aplicación de matrices epistémicas para situar el quehacer del Bioingeniero Médico en la intersección de la imaginación e innovación en la solución de los problemas de salud del paciente.

Temas:

- 4.1. Epistemología experimental
- 4.2. Matrices epistémicas
- 4.3. Epistemología feminista
- 4.4. Imaginación e innovación en bioingeniería médica



Unidad temática 5. Problemas epistemológicos del periodo prepatogénico en el antropoceno

Objetivo: Diferenciar las corrientes epistemológicas a través del análisis de problemas epistemológicos que surgen en el antropoceno para su aplicación en la atención a la salud del paciente en el periodo prepatogénico desde el ámbito de la Bioingeniería Médica.

Temas:

- 5.1. Positivismo y el diseño de la ingeniería biológica
- 5.2. Hermenéutica y Complejidad
- 5.3. Reduccionismo y Holismo
- 5.4. Arquitectónica de la bioingeniería médica
- 5.5. Praxis tecno-científica de la bioingeniería médica
- 5.6. Crisis y revoluciones tecno-científicas en bioingeniería médica
- 5.7. Filosofía y tecnología: mundo tecnológico
- 5.8. Ciencias naturales y desarrollo sustentable
- 5.9. Epistemología ecosistémica

Unidad temática 6. Problemas epistemológicos del periodo patogénico en el trans y posthumanismo

Objetivo: Diferenciar las corrientes epistemológicas a través del análisis de problemas epistemológicos que surgen desde el trans y posthumanismo para su aplicación en la atención a la salud del paciente en el periodo patogénico desde el ámbito de la Bioingeniería Médica.

Temas:

- 6.1. Idealismo y realismo
- 6.2. Empirismo y racionalismo
- 6.3. Inductivismo y deductivismo
- 6.4. Naturaleza e ingeniería: Vida sintética
- 6.5. Tecnología y salud: Telemedicina y cirugía robótica
- 6.6. Transhumanismo y posthumanismo: Cyborg
- 6.7. Teoría de los fractales
- 6.8. Modelaje y simulación
- 6.9. Inteligencia artificial



VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

Bernecker, S; Pritchard, D. (2010) Routledge Companion to Epistemology, London: Routledge.

Bunge, Mario. (2002) Epistemología. México: Siglo Veintiuno Editores.

Chalmers, Alan F. (1990) ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos. México: Siglo Veintiuno Editores, 11-26 pp.

Chirinos Bossio, Ricardo. (2006) El problema de la explicación en la ciencia. Las explicaciones causales en Bas Van Fraassen. Vol. 23, No. 53, 140-155 pp.

Dancy, J; Sosa, E; Steup M. (2010) A Companion to Epistemology, Blackwell, Oxford.

Echeverría, Javier. The philosophy of technoworlds and technopersons. (2018) In: Laspra, Belén; and José Antonio López Cerezo. Spanish philosophy of technology. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 153-164 pp.

Gadamer, Hans-Georg. (2001) El estado oculto de la salud. Barcelona: Editorial Gedisa, 13-44 pp.

García Boutigue, Rolando. (2004) Epistemología y teoría del conocimiento. México: UNAM.

García de Alba García, J. E.; Salcedo Rocha, A.L. (2013) Historia natural de la enfermedad. En: Martínez y Martínez, R. La salud del niño y del adolescente. México: Manual Moderno, 14-34 pp.

García Rillo, Arturo. (2015) Epistemología de las ciencias de la salud. México: Universidad Autónoma del Estado de México.

Hessen, J. (1997) Teoría del conocimiento. México: Editores Mexicanos Unidos.

Holton, Gerald. (1985) La imaginación científica. México: Fondo de Cultura Económica.

Martínez-Carrillo, B.E., Rillo AG, Castillo-Cardiel, J. A., García-Argueta, I., & Palacios-Jaimes, M. L. (2021) Natural and social history of the health-disease process as an epistemological model for medical education (Part 2). IOSR Journal of Research & Method in Education. Vol. 11, Issue 1, 56-65 pp.

Pérez Tamayo, Ruy. (1984) Estructura del pensamiento científico. En: García Ramos, J.; Pérez Tamayo, R.; Viniegra, L. Ciencia y filosofía: tres ensayos. México: Sociedad Mexicana de ciencias Fisiológicas-Alhambra Mexicana, 25-53 pp.

Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference, R. Pasupathy, S.-H. Kim, A. Tolk, et al., eds. New York: IEEE.

Purzer, Senay; Moore, Tamara J.; and Emily Dringenberg. (2018) Engineering cognition: a process of knowledge acquisition and application. In: Dori, J. Y. (ed) Cognition, metacognition and culture in STEM Education.



Rillo, A.G., Martínez-Carrillo, B.E., Palacios-Jaimes, M. L., García-Argueta, I., Sánchez-Rivera, G., & Hernández-Hernández, J. R. (2018) Natural and social history of the health-disease process as an epistemological model for medical education (Part 1). IOSR Journal of Research & Method in Education. Vol. 8, Issue 5, 70-78 pp.

Ruelas Barajas, Enrique; Mansilla, Ricardo. (2015) Las ciencias de la complejidad y la innovación médica. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Shirzadfar, Hamidreza; Lotfi, Fatemeh. (2017) The evolution and transformation of telemedicine. International Journal of Biosensors & Bioelectronics, Vol. 3, No. 4, 303-306.

Shogar, Ibrahim Ahmed; and Rahman, Suzanah Abdul. (2017) Philosophy of modern bioengineering. IIUM Engineering Journal, Vol. 18, No. 2, 16-33 pp.

Stewart, John. The anthropocene: whe are we going? (2018) In: Loeve, Sacha; Guchet, Xavier; and Bernadette Bensaude Vincent. (eds.) French philosophy of technology. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 227-235 pp.

Takács, Árpád; Nagy, Dénes Á.; Rudas, Imre J.; Haidegger, Tamás. Origins of Surgical Robotics: From Space to the Operating Room. Acta Polytechnica Hungarica, 2016;13(1):13-30.

Tecla Jiménez, A. (1997) Premisas de la teoría del conocimiento. México: Ediciones Taller Abierto.

Weber, M; Esfeld M. (2003) Holism in the sciences. En: G. H. Hadorn (ed.). Unity of knowledge in transdisciplinary research for sustainability. Encyclopedia of life support systems. Oxford: EOLSS Publishers

Complementario:

Arana, Juan. (1988) Naturaleza y razón: ciencia natural y filosofía de la naturaleza. Thémata, Revista de Filosofía, 1988;5:9-32.

Banerjee, Subhabrata Bobby. (2003) Who sustains whose development? Sustainable development and the reinvention of nature. Organization Studies, Vol. 24, No. 2, 143-180 pp.

Bechtel, William; Abrahamsen, Adele. (2010) Dynamic mechanistic explanation: computational modeling of circadian rhythms as an exemplar cognitive science. Studies in History and Philosophy of Science, Vol. 41, 321-333.

Bianciardi, Giorgio. (2015) Differential Diagnosis: Shape and Function, Fractal Tools in the Pathology Lab. Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences, 19(4):437-464.

Bondarenko Pisemskaya, Natalia. (2009) El concepto de teoría: de las teorías intradisciplinarias a las interdisciplinarias. Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales, 15:461-477.

Bonita, Ruth; Beaglehole, Robert; Kjellström, Tord. (2008) Epidemiología básica. Washington, D. C.: Organización Panamericana de la Salud, 197-126.



- Boon, Mieke; Knuuttila, Tarja. Models as epistemic tools in engineering. In: Philosophy of technology and engineering sciences. Handbook of the philosophy of science, 9. Elsevier/North-Holland, 2009, pp. 687-720.
- Cundy, Thomas P.; Shetty, Kunal; Clark, James; Chang, Tou Pin; Sriskandarajah, Kumuthan; Gattas, Nicholas E; Najmaldin, Azad; Yang, Guang-Zhong; Darzi, Ara. (2013) The first decade of robotic surgery in children. Journal of Pediatric Surgery, Vol. 48, 858-865 pp.
- Dávila Newman, Gladys. (2006) El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. Laurus, 12:180-205.
- Diéguez, Antonio. (2005) Realismo y antirealismo en la filosofía de la biología. Ludus Vitalis, 13:49-71.
- Dougherty, Edward R.; and Michael L. Bittner. (2011) Epistemology of the cell. A systems perspective on biological knowledge. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Fernández Pérez, Cristina; Carrasco Asenjo, Miguel. (2010) Indicadores de riesgo y criterios epidemiológicos de causalidad. Desarrollo Profesional.
- García González, Juan A. (2014) El empirismo y la filosofía hoy. Contrastes. Revista Internacional de Filosofía, Supl. 19:159-177.
- Garrido-Suarez, Bárbara B. (2013) Evolución histórica de la epistemología y el estudio del dolor: lugar de la neuromodulación electroacupuntural en las investigaciones del dolor experimental. Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research, 1(1):2-29.
- Habermas, Jürgen. (1996) Ciencia y técnica como "ideología". México: Red Editorial Iberoamericana.
- Huaylupo, Juan. (2008) La relatividad y significación de los datos. Cinta de Moebio, No. 32, 127-152 pp.
- Kuhn, Thomas S. (2004) La estructura de las revoluciones científicas. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lombardi, Olimpia. (1998) Prigogine: ciencia y realidad. Crítica, Revista Hispanoamericana de Filosofía. Vol 30, No. 90, 47-75 pp.
- Mahner, Martin; and Mario Bunge. (2000) Fundamentos de Biofilosofía. México: Siglo Veintiuno Editores, 80-161 pp.
- Maturana, Humberto. (1997) La objetividad: un argumento para obligar. Santiago de Chile: Dolmen Ediciones.
- Mitcham, Carl. (2018) Philosophy of engineering, East and West. Cham, Switzerland.
- Moreno Altamirano, Laura. (2013) Epidemiología Clínica, McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Nagel, Ernest. La teoría y la observación. (1989) En: León Olivé, Ana Rosa Pérez Ransanz. Filosofía de la ciencia: teoría y observación. Ciudad de México: Siglo Veintiuno Editores/UNAM, 416-438 pp.



- Nersessian, Nancy J. How Do Engineering Scientists Think? Model-Based Simulation in Biomedical Engineering Research Laboratories. *Topics in Cognitive Science* 2009; 1:730–757.
- Nicol, Eduardo. (1984) Capítulo primero. La crisis de la ciencia. Física y metafísica. En: Eduardo Nicol. *Los principios de la ciencia*. México: fondo de Cultura Económica, 9-41 pp.
- Parente, Diego. Synthetic life: organisms, machines and the nature of synthetic biology products. (2018) In: Laspra, Belén; and José Antonio López Cerezo. *Spanish philosophy of technology*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 31-41 pp.
- Porcar M, Peretó J. (2016) Nature versus design: synthetic biology or how to build a biological non-machine. *Integrative Biology*, 8(4):451-455.
- Rodríguez de las Casas, Gerardo Armando. (1997) Razón y matematización en René Descartes. *Ciencia Ergo Sum*, 4:51-56.
- San Pedro, Iñaki; Suárez Mauricio. (2014) Indeterminismo e inferencia causal. *Teorema*, 33(1):95-109.
- Tecla Jiménez, A. (1997) Premisas de la teoría del conocimiento. México: Ediciones Taller Abierto.
- Vargas, Alberto I., Lecanda, Jon. (2014) La crisis antropológica de la innovación científica. *Scientia et Fides*, Vol. 2, No. 1, 9-30 pp.
- Vázquez, Ángel; et al. (2001) Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica*, 4:135-176.
- White, Barbara Y.; Collins, Allan; and John R. Frederiksen. (2011) The nature of scientific meta-knowledge. In: Kine, Myint Swe; and Issa M. Saleh. (eds.) *Models and modeling. Cognitive tools for scientific enquiry*. Netherlands: Springer, 41-76 pp.
- Zanaboni, Paolo and Richard Wootton. (2012) Adoption of telemedicine: from pilot stage to routine delivery. *Medical Informatic & Decision Market*, Vol. 12, 1-9 pp.



Segundo periodo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA**



PROGRAMA DE ESTUDIOS

ANATOMÍA POR APARATOS Y SISTEMAS

Elaboró:	Dr. en Hum. Arturo García Rillo	Facultad de Medicina
	Dra. en I. M. Beatriz Elina Martínez Carrillo	Facultad de Medicina
Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno
	09 de Diciembre de 2022	09 de Diciembre de 2022

Facultad de Medicina



I. Datos de identificación.

Espacio académico
donde se imparte

Facultad de Medicina

Estudios profesionales

Licenciatura en Bioingeniería Médica, 2023

Unidad de aprendizaje

Anatomía por aparatos y sistemas

Carga académica

4

Horas
teóricas

2

Horas
prácticas

6

Total de
horas

10

Créditos

Carácter

Obligatoria

Tipo

Curso

Periodo escolar

Segundo

Área
curricular

Ciencias Médicas

Núcleo de
formación

Básico

Seriación

**Anatomía del aparato
musculoesquelético**

Ninguna

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

No presenta

Nutrición, 2016

Médico Cirujano, 2018

Fisioterapia, 2019

Terapia Ocupacional, 2019



II. Presentación del programa de estudios.

Las “Ciencias de la Salud” se han constituido en un campo multidisciplinario donde convergen diferentes disciplinas científicas como Biología, Física y Química, vinculadas estrechamente con las Ciencias Médicas, motivo por el cual tienen por objeto de estudio el proceso salud-enfermedad. La integración de estas disciplinas hace posible compartir, de manera transdisciplinaria, teorías, conceptos, métodos y técnicas que permiten explicar los fenómenos de la salud y la enfermedad que acontecen en el ser humano.

Entre las disciplinas de la Biología estrechamente relacionadas con las Ciencias Médicas, se encuentran las Ciencias Morfológicas, que se dirigen al estudio de la forma y estructura del organismo, investigando sus funciones, desarrollo y relaciones con el medio ambiente que rodea al organismo; es decir, las Ciencias Morfológicas comprenden “el estudio de la estructura normal del organismo a los niveles subcelular, celular, tisular, orgánico y sistémico; de los procesos morfogenéticos que caracterizan el desarrollo desde sus fases iniciales hasta la edad adulta; de los cambios involutivos que acompañan a la senectud; de los aspectos antropológicos necesarios para comprender las particularidades somáticas de los grupos humanos, y de algunos aspectos del desarrollo filogenético de las estructuras”. Las disciplinas que se incluyen en las ciencias morfológicas son: Biología molecular, Embriología, Genética, Histología y Anatomía.

La anatomía es la rama de la morfología que estudia la forma y estructura de los organismos vivos e investiga las leyes de que rigen el desarrollo de la forma, en relación con la función y el medio ambiente en el organismo. Así, la anatomía humana es la ciencia dedicada al estudio de la estructura y forma del cuerpo humano. En este sentido, la Anatomía por aparatos y sistemas se orienta al estudio del aparato respiratorio y de fonación, el aparato cardiovascular, el aparato urinario, el aparato digestivo, el sistema endócrino, el aparato genital masculino y femenino, así como las estructuras anatómicas del sistema nervioso central (neuroanatomía) y de los órganos de los sentidos.

El curso de Anatomía por aparatos y sistemas forma parte del núcleo básico en la formación del Licenciado en Bioingeniería Médica, lo que permite integrar los conocimientos anatómicos para el diseño, aplicación y modificación de la tecnología tendiente a la solución de los problemas de salud del paciente.

Esta unidad de aprendizaje es el consecuente de la unidad de aprendizaje de Anatomía del aparato musculoesquelético y tiene relación complementaria con la unidad de aprendizaje de Fisiología por aparatos y sistemas.

Como parte integrante del equipo de salud, el Bioingeniero Médico tendrá que participar activamente en el estudio del estado de salud del paciente que conducen a la toma de decisiones para el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de los problemas de salud; por tal motivo, la unidad de aprendizaje se integra en 9 unidades temáticas, que están engarzadas a través de un enfoque que atiende a la complejidad y la teoría de fractales, por lo que se dirige a integrar los saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales de las estructuras anatómicas de los aparatos y sistemas que integran el cuerpo humano.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA, 2023

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
O B L I G A T O R I A S	Anatomía del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Anatomía por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Bioquímica médica 4 2 6 6	Patología 6 0 6 12	Adquisición de imágenes médicas 2 2 4 6	Procesamiento de imágenes médicas 2 2 4 6	Análisis de imágenes médicas 2 2 4 6	Comunicación persona máquina 2 2 4 6	Robótica médica 2 2 4 6
	Fisiología del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Fisiología por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Sistema de salud 2 2 4 6	Seguridad e higiene en el sector salud 2 2 4 6	Gestión de la tecnología médica 2 2 4 6	Ergonomía y factores humanos 2 2 4 6	Sistemas informáticos de administración hospitalaria 2 2 4 6	Telemedicina 2 2 4 6	Calidad en los servicios de salud 2 2 4 6
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Cálculo diferencial e integral 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Sistemas y señales continuas 3 1 4 7	Sistemas y señales discretas 4 2 6 10	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas 4 2 6 10	Reconocimiento de patrones 4 2 6 10	Dispositivos biomédicos 1 3 4 5
	Química 2 0 2 4	Mecánica clásica 3 1 4 7	Circuitos eléctricos 4 2 6 10	Electrónica I 4 2 6 10	Electrónica II 3 2 5 8	Instrumentación biomédica 2 2 4 6	Instrumentación biomédica avanzada 4 2 6 10	Ética y humanismo 0 2 4 4	Bioética 0 4 4 4
	Metrología 1 0 3 4		Algoritmos y programación básica 2 2 4 6	Programación avanzada 2 2 4 6	Métodos numéricos 2 2 4 6	Dibujo por computadora 0 4 4 4	Metodología de la investigación 2 0 2 4	Gestión de proyectos 2 2 4 6	Proyecto integral de Bioingeniería Médica 0 4 4 4
	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 3 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos 3 1 4 7	Análisis y síntesis de mecanismos 3 1 4 7	Electrónica digital y microcontroladores 4 2 6 10	Sistemas de asistencia y rehabilitación 2 2 4 6	Modelado y análisis de sistemas dinámicos 2 2 4 6	Control de sistemas dinámicos 2 2 4 6	
					Biomateriales 3 1 4 7	Biomecánica 2 2 4 6	Tecnología médica 1 2 2 4	Tecnología médica 2 2 0 4	
	Epistemología de la Bioingeniería Médica 3 3 6 9	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4	Tecnología médica aplicada 1* 0 2 2 2	Tecnología médica aplicada 2* 0 2 2 2	
							Bioestadística 3 1 4 7		
	O P T A T I V A S							Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5
								Optativa 3 1 3 4 5	
								Optativa 4 1 3 4 5	
	HT 17 HP 13 TH 30 CR 47	HT 16 HP 12 TH 28 CR 44	HT 20 HP 12 TH 32 CR 52	HT 22 HP 10 TH 32 CR 54	HT 21 HP 14 TH 35 CR 56	HT 14 HP 20 TH 34 CR 48	HT 21 HP 13 TH 34 CR 55	HT 15 HP 19 TH 34 CR 49	HT 8 HP 24 TH 32 CR 40



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
							3D modelling ¹	Reconstrucción de imágenes médicas en 3D
							1 3 4 5	1 3 4 5
							Tanatología	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica
							1 3 4 5	1 3 4 5
							Biología molecular y celular	Artificial intelligence ¹
							1 3 4 5	1 3 4 5
							Executive skills ¹	Virtual reality ¹
							1 3 4 5	1 3 4 5
								Comunicación asertiva
								1 3 4 5
								Tecnología de asistencia
								1 3 4 5

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

➔ 20 líneas de seriación.
Créditos mínimos 25 y máximos 56 por periodo escolar.

¹ UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico hospitalaria.
¹ UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 20 UA	55 35 90 145
---	-----------------------

Total del núcleo básico: acreditar 20 total de UA para cubrir 145 total de créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	68 49 117 185
---	------------------------

Total del núcleo sustantivo acreditar 27 total de UA para cubrir 185 total de créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 18 UA	27 41 69 95
---	----------------------

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 4 UA	4 12 16 20
---	---------------------

Total del núcleo integral acreditar 22 total de UA para cubrir 115 total de créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	65
UA optativas	4
UA a acreditar	69
Créditos	445

Nota: Una vez que se hayan acreditado el total de créditos, el alumno deberá realizar un año de servicio social.





IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:

- Seleccionar entre los distintos tipos de tecnologías: electrónica, mecánica y computacional, mediante las características y requerimientos identificados para plasmar propuestas de diseño.
- Seleccionar los requerimientos del usuario y mediante software CAD y técnicas de validación por CAE sintetizar y validar propuestas de diseño de tecnologías para la salud.
- Preparar reportes e informes técnicos empleando software de ofimática para la conceptualización de una o varias propuestas de diseño de tecnología para la salud.
- Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios para la salud, mediante la valoración de problemáticas, necesidades y oportunidades en el área de la salud, para proponer soluciones que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población.
- Desarrollar hardware y software a través de lenguajes de programación, instrumentación, electrónica analógica y digital, para aportar propuestas de tecnología para la salud, garantizando su seguridad y accesibilidad.
- Valorar los aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud por medio de herramientas de evaluación para garantizar su desempeño adecuado a fin de optimizar su utilización y funcionamiento.
- Calificar las tecnologías para la salud con análisis objetivo que permitan formular recomendaciones y dictámenes para su mejora continua.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares y normas nacionales e internacionales vigentes aplicables a las tecnologías y servicios de la salud a través de metodologías de diseño, manufactura, innovación y/o servicios, para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.
- Planificar programas de mantenimiento y adquisición de tecnologías de la salud a través de metodologías y software para la gestión de proyectos para asegurar que estas respondan a las necesidades de salud de la población.
- Diseñar modelos de negocio asociados al área de la salud a través de metodologías y herramientas para el manejo y análisis de datos para contribuir en la innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de salud.



Objetivos del núcleo de formación:

Promover en el alumno el aprendizaje las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Analizar los diferentes niveles de organización biológica de la estructura del cuerpo humano sano interpretando las bases moleculares y morfológicas de las funciones metabólicas, bioquímicas y fisiológicas en las diferentes etapas de la vida, para comprender el uso de la tecnología médica en los mecanismos de regulación homeostáticos normales y sus desviaciones en el proceso salud-enfermedad y así, preservar la salud y mejorar la calidad de vida del individuo.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Integrar la forma, estructura y función de los aparatos y sistemas que conforman el cuerpo humano, relacionando teleológicamente las características anatómicas con la tecnología médica, para diferenciar al individuo sano del enfermo en relación con la tecnología que proporciona la Bioingeniería Médica.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. Anatomía del aparato respiratorio y de fonación

Objetivo: Integrar las estructuras anatómicas que conforman el aparato respiratorio y de fonación mediante el análisis de imágenes médicas para contextualizar su aplicación en la solución de problemas de salud en los que interviene la Bioingeniería Médica.

Temas:

1.1. Corredera nasal

- 1.1.1. Conformación exterior
- 1.1.2. Conformación interior
- 1.1.3. Constitución anatómica
- 1.1.4. Vasos, nervios y linfáticos.
- 1.1.5. Exploración a través de imágenes médicas

1.2. Laringe

- 1.2.1. Conformación exterior
- 1.2.2. Conformación interior
- 1.2.3. Constitución anatómica
- 1.2.4. Vasos, nervios y linfáticos.
- 1.2.5. Exploración a través de imágenes médicas

1.3. Tráquea

- 1.3.1. Conformación exterior
- 1.3.2. Conformación interior
- 1.3.3. Constitución anatómica
- 1.3.4. Vasos, nervios y linfáticos
- 1.3.5. Exploración a través de imágenes médicas

1.4. Bronquios

- 1.4.1. Forma y dimensiones
- 1.4.2. Relaciones
- 1.4.3. Constitución anatómica y división bronquial
- 1.4.4. Vasos, nervios y linfáticos.
- 1.4.5. Exploración a través de imágenes médicas

1.5. Pulmones

- 1.5.1. Configuración exterior
- 1.5.2. Configuración interior
- 1.5.3. Relaciones
- 1.5.4. Constitución anatómica: Lobulillo pulmonar y segmentación pulmonar



- 1.5.5. Pedículo pulmonar.
- 1.5.6. Vasos, nervios y linfáticos.
- 1.5.7. Exploración a través de imágenes médicas
- 1.6. Pleura
 - 1.6.1. Estructura anatómica
 - 1.6.2. Características anatómicas
 - 1.6.3. Exploración a través de imágenes médicas

Unidad temática 2. Anatomía del aparato cardiovascular

Objetivo: Integrar las estructuras anatómicas que conforman el aparato cardiovascular mediante el análisis de imágenes médicas para contextualizar su aplicación en la solución de problemas de salud en los que interviene la Bioingeniería Médica.

Temas:

- 2.1. Corazón:
 - 2.1.1. Configuración exterior: formas, caras, bordes, base y punta
 - 2.1.2. Estructura histológica: miocardio y endocardio
 - 2.1.3. Configuración interior: cavidades y sus paredes
 - 2.1.4. Constitución anatómica
 - 2.1.5. Pericardio
 - 2.1.6. Vasos, nervios y linfáticos
 - 2.1.7. Exploración a través de imágenes médicas
- 2.2. Vasos sanguíneos
 - 2.2.1. Circulación fetal
 - 2.2.2. Estructuras anatómicas de la circulación menor
 - 2.2.3. Estructuras anatómicas de la circulación mayor
 - 2.2.4. Exploración a través de imágenes médicas
- 2.3. Sistema linfático
 - 2.3.1. Principales grupos ganglionares
 - 2.3.2. Exploración a través de imágenes médicas



Unidad temática 3. Anatomía del aparato urinario

Objetivo: Integrar las estructuras anatómicas que conforman el aparato urinario mediante el análisis de imágenes médicas para contextualizar su aplicación en la solución de problemas de salud en los que interviene la Bioingeniería Médica.

Temas:

3.1. Riñón

- 3.1.1. Conformación exterior y relaciones
- 3.1.2. Constitución anatómica e histológica
- 3.1.3. Vasos, nervios y linfáticos
- 3.1.4. Conducto excretor del riñón
- 3.1.5. Anatomía de los cálices renales
- 3.1.6. Anatomía de la pelvis renal
- 3.1.7. Anatomía del uréter
- 3.1.8. Vasos, nervios y linfáticos.
- 3.1.9. Exploración a través de imágenes médicas

3.2. Vejiga urinaria

- 3.2.1. Conformación exterior y relaciones
- 3.2.2. Conformación interior
- 3.2.3. Constitución anatómica y estructura histológica
- 3.2.4. Vasos, nervios y linfáticos
- 3.2.5. Exploración a través de imágenes médicas

3.3. Uretra

- 3.3.1. Configuración externa
- 3.3.2. Relaciones de la uretra masculina y femenina
- 3.3.3. Conformación interna
- 3.3.4. Constitución anatómica e histológica
- 3.3.5. Vasos, nervios y linfáticos.
- 3.3.6. Exploración a través de imágenes médicas



Unidad temática 4. Anatomía del aparato digestivo

Objetivo: Integrar las estructuras anatómicas que conforman el aparato digestivo mediante el análisis de imágenes médicas para contextualizar su aplicación en la solución de problemas de salud en los que interviene la Bioingeniería Médica.

Temas:

4.1. Boca y anexos

- 4.1.1. Configuración externa y relaciones
- 4.1.2. Constitución anatómica e histológica
- 4.1.3. Anatomía de los dientes
- 4.1.4. Glándulas salivales
- 4.1.5. Vasos, nervios y linfáticos
- 4.1.6. Exploración a través de imágenes médicas

4.2. Faringe

- 4.2.1. Configuración externa y relaciones
- 4.2.2. Constitución anatómica e histológica
- 4.2.3. Vasos, nervios y linfáticos
- 4.2.4. Exploración a través de imágenes médicas

4.3. Esófago

- 4.3.1. Conformación externa y relaciones
- 4.3.2. Constitución anatómica e histológica
- 4.3.3. Vasos, nervios y linfáticos.
- 4.3.4. Exploración a través de imágenes médicas

4.4. Estómago

- 4.4.1. Configuración externa y relaciones
- 4.4.2. Constitución anatómica e histológica
- 4.4.3. Vasos, nervios y linfáticos
- 4.4.4. Exploración a través de imágenes médicas

4.5. Intestino delgado

- 4.5.1. Conformación externa y relaciones del duodeno, yeyuno e íleon
- 4.5.2. Constitución anatómica e histológica
- 4.5.3. Vasos, nervios y linfáticos
- 4.5.4. Exploración a través de imágenes médicas

4.6. Intestino grueso

- 4.6.1. Conformación externa y relaciones del ciego, colon y recto
- 4.6.2. Constitución anatómica e histológica
- 4.6.3. Conformación externa y relaciones del ano



- 4.6.4. Vasos, nervios y linfáticos
- 4.6.5. Exploración a través de imágenes médicas
- 4.7. Peritoneo
 - 4.7.1. Características anatómicas generales
 - 4.7.2. Topografía del peritoneo
 - 4.7.3. Vasos, nervios y linfáticos
- 4.8. Anexos del aparato digestivo
 - 4.8.1. Anatomía macro y microscópica del hígado
 - 4.8.2. Anatomía de vías biliares
 - 4.8.3. Anatomía del páncreas exocrino
 - 4.8.4. Exploración a través de imágenes médicas

Unidad temática 5. Anatomía del sistema endócrino

Objetivo: Integrar las estructuras anatómicas que conforman el sistema endócrino mediante el análisis de imágenes médicas para contextualizar su aplicación en la solución de problemas de salud en los que interviene la Bioingeniería Médica.

Temas:

- 5.1. Glándulas endócrinas
 - 5.1.1. Características histológicas
 - 5.1.2. Glándulas de secreción externa
 - 5.1.3. Glándulas de secreción interna
- 5.2. Hipófisis
 - 5.2.1. Características anatómicas e histológicas de la adenohipófisis
 - 5.2.2. Características anatómicas e histológicas de la neurohipófisis
 - 5.2.3. Vasos, nervios y linfáticos
 - 5.2.4. Exploración a través de imágenes médicas
- 5.3. Tiroides
 - 5.3.1. Conformación exterior y relaciones
 - 5.3.2. Constitución anatómica e histológica
 - 5.3.3. Vasos, nervios y linfáticos
 - 5.3.4. Exploración a través de imágenes médicas
- 5.4. Glándulas paratiroides
 - 5.4.1. Conformación exterior y relaciones
 - 5.4.2. Constitución anatómica e histológica
 - 5.4.3. Vasos, nervios y linfáticos



- 5.4.4. Exploración a través de imágenes médicas
- 5.6. Timo
 - 5.6.1. Conformación exterior y relaciones
 - 5.6.2. Constitución anatómica e histológica
 - 5.6.3. Vasos, nervios y linfáticos
 - 5.6.4. Exploración a través de imágenes médicas
- 5.7. Bazo
 - 5.7.1. Conformación exterior y relaciones
 - 5.7.2. Constitución anatómica e histológica
 - 5.7.3. Vasos, nervios y linfáticos
 - 5.7.4. Exploración a través de imágenes médicas
- 5.8. Glándulas suprarrenales
 - 5.8.1. Conformación exterior y relaciones
 - 5.8.2. Constitución anatómica e histológica
 - 5.8.3. Vasos, nervios y linfáticos
 - 5.8.4. Exploración a través de imágenes médicas
- 5.9. Páncreas endócrino
 - 5.9.1. Constitución anatómica e histológica
 - 5.9.2. Vasos, nervios y linfáticos
 - 5.9.3. Exploración a través de imágenes médicas



Unidad temática 6. Anatomía del aparato genital masculino.

Objetivo: Integrar las estructuras anatómicas que conforman el aparato genital masculino mediante el análisis de imágenes médicas para contextualizar su aplicación en la solución de problemas de salud en los que interviene la Bioingeniería Médica.

Temas:

6.1. Testículo

- 6.1.1. Conformación exterior y relaciones
- 6.1.2. Constitución anatómica e histológica
- 6.1.3. Anatomía del escroto
- 6.1.4. Vasos, nervios y linfáticos
- 6.1.5. Exploración a través de imágenes médicas

6.2. Vías Espermáticas

- 6.2.1. Anatomía e histología de los conductos deferentes
- 6.2.2. Anatomía e histología de las vesículas seminales
- 6.2.3. Anatomía e histología de los conductos eyaculadores
- 6.2.4. Vasos, nervios y linfáticos
- 6.2.5. Exploración a través de imágenes médicas

6.3. Pene

- 6.3.1. Conformación exterior y relaciones
- 6.3.2. Constitución anatómica e histológica
- 6.3.3. Vasos, nervios y linfáticos
- 6.3.4. Exploración a través de imágenes médicas

6.4. Glándulas anexas

- 6.4.1. Anatomía e histología de la próstata
- 6.4.2. Anatomía e histología de las glándulas de Cowper
- 6.4.3. Vasos, nervios y linfáticos
- 6.4.4. Exploración a través de imágenes médicas

6.5. Perineo en el hombre

- 6.5.1. Músculos del perineo
- 6.5.2. Aponeurosis del perineo



Unidad temática 7. Anatomía del aparato genital femenino.

Objetivo: Integrar las estructuras anatómicas que conforman el aparato genital femenino mediante el análisis de imágenes médicas para contextualizar su aplicación en la solución de problemas de salud en los que interviene la Bioingeniería Médica.

Temas:

7.1. Ovarios

- 7.1.1. Conformación exterior y relaciones
- 7.1.2. Constitución anatómica e histológica
- 7.1.3. Vasos, nervios y linfáticos
- 7.1.4. Exploración a través de imágenes médicas

7.2. Trompa uterina

- 7.2.1. Conformación exterior y relaciones
- 7.2.2. Constitución anatómica e histológica
- 7.2.3. Vasos, nervios y linfáticos
- 7.2.4. Exploración a través de imágenes médicas

7.3. Útero

- 7.3.1. Conformación exterior y relaciones
- 7.3.2. Constitución anatómica e histológica
- 7.3.3. Vasos, nervios y linfáticos
- 7.3.4. Exploración a través de imágenes médicas

7.4. Vagina

- 7.4.1. Conformación exterior y relaciones
- 7.4.2. Constitución anatómica e histológica
- 7.4.3. Vasos, nervios y linfáticos
- 7.4.4. Exploración a través de imágenes médicas

7.5. Vulva

- 7.5.1. Conformación exterior y relaciones
- 7.5.2. Constitución anatómica e histológica
- 7.5.3. Vasos, nervios y linfáticos
- 7.5.4. Exploración a través de imágenes médicas

7.6. Glándulas anexas

- 7.6.1. Anatomía e histología de las glándulas uretrales y periuretrales
- 7.6.2. Anatomía e histología de las glándulas vulvovaginales (glándulas de Bartholin)

7.7. Perineo en la mujer



- 7.7.1. Músculos del perineo
- 7.7.2. Aponeurosis del perineo
- 7.8. Glándula mamaria
 - 7.8.1. Conformación exterior y relaciones
 - 7.8.2. Constitución anatómica e histológica
 - 7.8.3. Vasos, nervios y linfáticos
 - 7.8.4. Exploración a través de imágenes médicas

Unidad temática 8. Neuroanatomía

Objetivo: Integrar las estructuras anatómicas que conforman el sistema nervioso central mediante el análisis de imágenes médicas para contextualizar su aplicación en la solución de problemas de salud en los que interviene la bioingeniería médica.

Temas:

- 8.1. Estructura del sistema nervioso
 - 8.1.1. División y subdivisiones del sistema nervioso
 - 8.1.2. Anatomía microscópica del sistema nervioso central
 - 8.1.3. Anatomía microscópica del sistema nervioso periférico
- 8.2. Telencéfalo
 - 8.2.1. Hemisferios cerebrales
 - 8.2.2. Exploración a través de imágenes médicas
- 8.3. Diencefalo
 - 8.3.1. Núcleos basales
 - 8.3.2. Fibras de la sustancia blanca cerebral
 - 8.3.3. Exploración a través de imágenes médicas
- 8.4. Mesencéfalo
 - 8.4.1. Pedúnculos cerebrales
 - 8.4.2. Colículos o tubérculos cuadrigéminos
 - 8.4.3. Exploración a través de imágenes médicas
- 8.5. Rombencéfalo
 - 8.5.1. Bulbo raquídeo
 - 8.5.2. Puente
 - 8.5.3. Cerebelo
 - 8.5.4. Exploración a través de imágenes médicas
- 8.6. Nervios craneales
- 8.7. Vascularización del sistema nervioso central



- 8.8. Meninges craneales
- 8.9. Médula espinal
 - 8.9.1. Nervios espinales
 - 8.9.2. Sistema sensitivo somático
 - 8.9.3. Sistema motor somático
- 8.10. Sistema nervioso autónomo

Unidad temática 9. Anatomía de los órganos de los sentidos

Objetivo: Integrar las estructuras anatómicas que conforman los órganos de los sentidos mediante el análisis de imágenes médicas para contextualizar su aplicación en la solución de problemas de salud en los que interviene la Bioingeniería Médica.

Temas:

- 9.1. Sentido del Tacto
 - 9.1.1. Receptores
 - 9.1.2. Vía Nerviosa Táctil
- 9.2. Sentido del Olfato
 - 9.2.1. Fosas Nasales
 - 9.2.2. Cavidades Anexas
 - 9.2.3. Pituitaria
 - 9.2.4. Vía Nerviosa Olfativa
- 9.3. Sentido del Gusto
 - 9.3.1. Lengua
 - 9.3.2. Vía Nerviosa Gustativa
- 9.4. Sentido de la Vista
 - 9.4.1. Constitución anatómica del globo ocular
 - 9.4.2. Constitución anatómica de los medios transparentes y refringentes
 - 9.4.3. Constitución anatómica de la cámara del ojo
 - 9.4.4. Anexos del ojo: aparato lagrimal
 - 9.4.5. Vía Óptica
- 9.5. Sentido del Oído
 - 9.5.1. Constitución anatómica del oído externo
 - 9.5.2. Constitución anatómica del oído interno
 - 9.5.3. Constitución anatómica del oído interno
 - 9.5.4. Vía nerviosa auditiva



VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

Moore, Keith L.; Dalley, Arthur F.; y Anne M. R. Agur. (2017). Anatomía con orientación clínica. 8ª ed. Barcelona: Wolters Kluwer.

Rouviere, Henry y Andre Delmas. (2005). Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 4: Sistema nervioso central, vías y centros nerviosos. 11ª ed. Barcelona: Editorial Masson.

Complementario:

Latarjet, Michael; Ruiz Liard, Alfredo y Eduardo Pró. (2019). Anatomía Humana. Tomo 1, 5ª ed., México: Editorial Panamericana.

Paulsen, Friedrich; y Jens Waschke. (2018). Sobotta. Atlas de Anatomía Humana. Tomo 1 y 2. 24ª ed. Madrid: Elsevier.

Quiroz Gutierrez, Fernando. (2004). Tratado de anatomía humana. Tomo 2, 39ª ed., México: Editorial Porrúa.

Rouviere, Henry y Andre Delmas. (2005). Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 2: Tronco. 11ª ed. Barcelona: Editorial Masson.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

FISIOLOGÍA POR APARATOS Y SISTEMAS

Elaboró:	Dra. en I. M. Beatriz Elina Martínez Carrillo	Facultad de Medicina
	Dr. en Hum. Arturo García Rillo	Facultad de Medicina
	Dra. en C. S. Ana Laura Guadarrama López	Facultad de Medicina

Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno
	09 de Diciembre de 2022	09 de Diciembre de 2022

Facultad de Medicina





I. Datos de identificación.

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje

Carga académica	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="10"/>
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter Tipo Periodo escolar

Área curricular Núcleo de formación

Seriación

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

No presenta

Nutrición, 2016

Médico Cirujano, 2018

Fisioterapia, 2019

Terapia Ocupacional, 2019



II. Presentación del programa de estudios.

La formación del Bioingeniero Médico incluye tres ámbitos fundamentales: la ingeniería y tecnología, las humanidades, y las ciencias de la salud; donde la fisiología humana representa la disciplina que configura las bases sustanciales de las ciencias de la salud, al proporcionarle las bases científicas para la comprensión del cuerpo humano en estado de salud.

Considerando que la fisiología humana es la ciencia encargada del estudio del funcionamiento normal de las estructuras del cuerpo humano y de la interrelación entre ellos, su conocimiento es esencial para la preparación de todo estudiante en el área de las ciencias de la salud. En este contexto, la unidad de aprendizaje de Fisiología por aparatos y sistemas, se orienta hacia la presentación, de manera esencial y en forma accesible, los mecanismos fisiológicos y sus regulaciones homeostáticas indispensables para la comprensión del funcionamiento del aparato respiratorio, cardiovascular, renal, gastrointestinal, endócrino, reproductivo y del sistema nervioso central así como de los órganos de los sentidos, de manera que le posibilite adquirir los conceptos fisiológicos fundamentales que le permitan al alumno de la Licenciatura en Bioingeniería Médica, interrelacionar y aplicar este conocimiento hacia su orientación profesional en la prevención y promoción de la salud, el diagnóstico y tratamiento de la enfermedad, así como en la rehabilitación, todo esto sobre una base funcional y dinámica.

La unidad de aprendizaje incluye 8 unidades donde se distribuyen los saberes relacionados con la integración de procesos vitales como la respiración, la circulación sanguínea y el funcionamiento del corazón, y la regulación de la osmolaridad a través de la fisiología renal, incluyendo las fundamentos de regulación hormonal y gastrointestinal, además de la regulación somatosensorial, intelectual y motora que regula el sistema nervioso central, sustentándose tanto en los modelos fisiológicos como en la aplicación de principios físico-químicos, mecánicos y matemáticos.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA, 2023

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
O B L I G A T O R I A S	Anatomía del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Anatomía por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Bioquímica médica 4 2 6 6	Patología 6 0 6 12	Adquisición de imágenes médicas 2 2 4 6	Procesamiento de imágenes médicas 2 2 4 6	Análisis de imágenes médicas 2 2 4 6	Comunicación persona máquina 2 2 4 6	Robótica médica 2 2 4 6
	Fisiología del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Fisiología por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Sistema de salud 2 2 4 6	Seguridad e higiene en el sector salud 2 2 4 6	Gestión de la tecnología médica 2 2 4 6	Ergonomía y factores humanos 2 2 4 6	Sistemas informáticos de administración hospitalaria 2 2 4 6	Telemedicina 2 2 4 6	Calidad en los servicios de salud 2 2 4 6
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Cálculo diferencial e integral 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Sistemas y señales continuas 3 1 4 7	Sistemas y señales discretas 4 2 6 10	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas 4 2 6 10	Reconocimiento de patrones 4 2 6 10	Dispositivos biomédicos 1 3 4 5
	Química 2 0 2 4	Mecánica clásica 3 1 4 7	Circuitos eléctricos 4 2 6 10	Electrónica I 4 2 6 10	Electrónica II 3 2 5 8	Instrumentación biomédica 2 2 4 6	Instrumentación biomédica avanzada 4 2 6 10	Ética y humanismo 0 4 4 4	Bioética 0 4 4 4
	Metrología 1 0 3 4		Algoritmos y programación básica 2 4 6	Programación avanzada 2 4 6	Métodos numéricos 2 2 4 6	Dibujo por computadora 0 4 4 4	Metodología de la investigación 2 0 2 4	Gestión de proyectos 2 2 4 6	Proyecto integral de Bioingeniería Médica 0 4 4 4
	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 3 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos 3 1 4 7	Análisis y síntesis de mecanismos 3 1 4 7	Electrónica digital y microcontroladores 4 2 6 10	Sistemas de asistencia y rehabilitación 2 2 4 6	Modelado y análisis de sistemas dinámicos 2 2 4 6	Control de sistemas dinámicos 2 2 4 6	
					Biomateriales 3 1 4 7	Biomecánica 2 2 4 6	Tecnología médica 1 2 2 4	Tecnología médica 2 2 0 4	
	Epistemología de la Bioingeniería Médica 3 3 6 9	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4	Tecnología médica aplicada 1* 0 2 2 2	Tecnología médica aplicada 2* 0 2 2 2	
							Bioestadística 3 1 4 7		
	O P T A T I V A S							Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5
								Optativa 3 1 3 4 5	
								Optativa 4 1 3 4 5	

HT 17	HT 16	HT 20	HT 22	HT 21	HT 14	HT 21	HT 15	HT 8
HP 13	HP 12	HP 12	HP 10	HP 14	HP 20	HP 13	HP 19	HP 24
TH 30	TH 28	TH 32	TH 32	TH 35	TH 34	TH 34	TH 34	TH 32
CR 47	CR 44	CR 52	CR 54	CR 56	CR 48	CR 55	CR 49	CR 40



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9																
							<table border="1"> <tr><td>3D modelling [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	3D modelling [†]	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Reconstrucción de imágenes médicas en 3D</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1		3		4		5
3D modelling [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Tanatología</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tanatología	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1		3		4		5
Tanatología	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Biología molecular y celular</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Biología molecular y celular	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Artificial intelligence [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Artificial intelligence [†]	1		3		4		5
Biología molecular y celular	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Artificial intelligence [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Executive skills [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Executive skills [†]	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Virtual reality [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Virtual reality [†]	1		3		4		5
Executive skills [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Virtual reality [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Comunicación asertiva</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Comunicación asertiva	1		3		4		5								
Comunicación asertiva	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Tecnología de asistencia</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tecnología de asistencia	1		3		4		5								
Tecnología de asistencia	1																							
	3																							
	4																							
	5																							

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

➔ 20 líneas de seriación.
Créditos mínimos 25 y máximos 56 por periodo escolar.

[†] UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico hospitalaria.
[†] UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 20 UA	55
	35
	90
	145

Total del núcleo básico: acreditar 20 total de UA para cubrir 145 total de créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	68
	49
	117
	185

Total del núcleo sustantivo acreditar 27 total de UA para cubrir 185 total de créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 18 UA	27
	41
	68
	95

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 4 UA	4
	12
	16
	20

Total del núcleo integral acreditar 22 total de UA para cubrir 115 total de créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	65
UA optativas	4
UA a acreditar	69
Créditos	445

Nota: Una vez que se hayan acreditado el total de créditos, el alumno deberá realizar un año de servicio social.





IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:

- Seleccionar entre los distintos tipos de tecnologías: electrónica, mecánica y computacional, mediante las características y requerimientos identificados para plasmar propuestas de diseño.
- Seleccionar los requerimientos del usuario y mediante software CAD y técnicas de validación por CAE sintetizar y validar propuestas de diseño de tecnologías para la salud.
- Preparar reportes e informes técnicos empleando software de ofimática para la conceptualización de una o varias propuestas de diseño de tecnología para la salud.
- Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios para la salud, mediante la valoración de problemáticas, necesidades y oportunidades en el área de la salud, para proponer soluciones que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población.
- Desarrollar hardware y software a través de lenguajes de programación, instrumentación, electrónica analógica y digital, para aportar propuestas de tecnología para la salud, garantizando su seguridad y accesibilidad.
- Valorar los aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud por medio de herramientas de evaluación para garantizar su desempeño adecuado a fin de optimizar su utilización y funcionamiento.
- Calificar las tecnologías para la salud con análisis objetivo que permitan formular recomendaciones y dictámenes para su mejora continua.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares y normas nacionales e internacionales vigentes aplicables a las tecnologías y servicios de la salud a través de metodologías de diseño, manufactura, innovación y/o servicios, para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.
- Planificar programas de mantenimiento y adquisición de tecnologías de la salud a través de metodologías y software para la gestión de proyectos para asegurar que estas respondan a las necesidades de salud de la población.
- Diseñar modelos de negocio asociados al área de la salud a través de metodologías y herramientas para el manejo y análisis de datos para contribuir en la innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de salud.



Objetivos del núcleo de formación:

Promover en el alumno el aprendizaje las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Analizar los diferentes niveles de organización biológica de la estructura del cuerpo humano sano, interpretando las bases moleculares y morfológicas de las funciones metabólicas, bioquímicas y fisiológicas en las diferentes etapas de la vida, para comprender el uso de la tecnología médica en los mecanismos de regulación homeostáticos normales y sus desviaciones en el proceso salud-enfermedad y así, preservar la salud y mejorar la calidad de vida del individuo.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Analizar los principios físico-químicos y biológicos que rigen los procesos fisiológicos normales en el funcionamiento de los diferentes aparatos y sistemas del cuerpo humano (respiratorio, circulatorio, digestivo, urinario, nervioso y endócrino), explicando los mecanismos de regulación homeostática de las funciones normales y sus desviaciones en el individuo al interactuar con el entorno, para comprender la aplicación de la tecnología médica a los modelos fisiopatológicos en la preservación y recuperación de la salud.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. Fisiología del aparato respiratorio

Objetivo: Analizar los procesos mecánicos y de regulación de la ventilación pulmonar mediante la solución de problemas con modelos de simulación clínica para su aplicación en el desarrollo de tecnología aplicada a la atención de necesidades de salud del paciente.

Temas:

- 1.1. Ventilación pulmonar
 - 1.1.1. Mecánica de la ventilación pulmonar
 - 1.1.2. Volúmenes y capacidades del pulmón
 - 1.1.3. Ventilación alveolar
- 1.2. Circulación pulmonar
 - 1.2.1. Presiones en el sistema pulmonar
 - 1.2.2. Volumen sanguíneo de los pulmones
 - 1.2.3. Dinámica capilar pulmonar
 - 1.2.4. Relación ventilación-perfusión
- 1.3. Intercambio gaseoso en la membrana pulmonar
 - 1.3.1. Física de la difusión gaseosa
 - 1.3.2. Presiones parciales de gases
 - 1.3.3. Composición del aire alveolar
 - 1.3.4. Difusión de gases en la membrana pulmonar
- 1.4. Transporte gaseoso a los tejidos
 - 1.4.1. Transporte de oxígeno en la sangre
 - 1.4.2. Transporte de dióxido de carbono en la sangre
 - 1.4.3. Cociente de intercambio respiratorio
- 1.5. Regulación de la respiración
 - 1.5.1. Centro respiratorio
 - 1.5.2. Control químico de la respiración



Unidad temática 2. Fisiología del aparato cardiovascular

Objetivo: Analizar los procesos biofísicos, mecánicos y electrofisiológicos en la regulación del ciclo cardíaco, la presión sanguínea y la microcirculación mediante la solución de problemas con modelos de simulación cardiovascular para su aplicación en el desarrollo de tecnología aplicada a la atención de necesidades de salud del paciente.

Temas:

- 2.1. Biomecánica del corazón: la bomba cardiaca
 - 2.1.1. Ciclo cardíaco
 - 2.1.2. Válvulas y tonos cardíacos
 - 2.1.3. Regulación del bombeo cardíaco
- 2.2. Electrofisiología del corazón
 - 2.2.1. Sistema de excitación y conducción del corazón
 - 2.2.2. Control de la excitación y conducción del corazón
- 2.3. Biofísica de la circulación sanguínea
 - 2.3.1. Biofísica de la presión, flujo y resistencia
 - 2.3.2. Distensibilidad vascular
 - 2.3.3. Las venas y sus funciones
- 2.4. Microcirculación y sistema linfático
 - 2.4.1. Estructura de la microcirculación y del sistema capilar
 - 2.4.2. Flujo de sangre en los capilares: vasomotilidad
 - 2.4.3. Intersticio y líquido intersticial
 - 2.4.4. Filtración capilar
 - 2.4.5. El sistema linfático
- 2.5. Control local y humoral del flujo sanguíneo
- 2.6. Regulación nerviosa de la circulación
- 2.7. Control de la presión arterial
- 2.8. Gasto cardíaco
- 2.9. Elementos de la sangre y hemostasia



Unidad temática 3. Fisiología renal

Objetivo: Diferenciar los compartimientos del líquido corporal y los mecanismos de formación de orina mediante el análisis de casos clínicos y modelos de simulación computacional para su aplicación en el control del equilibrio hidroelectrolítico y el desarrollo de tecnología aplicada a la atención de necesidades de salud del paciente.

Temas:

- 3.1. Compartimientos del líquido corporal
 - 3.1.1. Compartimiento del líquido extracelular
 - 3.1.2. Constituyentes del líquido intra y extracelular
 - 3.1.3. Volumen sanguíneo y de los compartimientos líquidos
 - 3.1.4. Regulación del intercambio de líquidos y equilibrio osmótico
- 3.2. Función de los riñones
- 3.3. Formación de orina
 - 3.3.1. Filtración glomerular
 - 3.3.2. Reabsorción tubular
 - 3.3.3. Secreción tubular
 - 3.3.4. Control de la filtración glomerular
 - 3.3.5. Regulación de la reabsorción tubular
 - 3.3.6. Concentración y dilución de la orina
- 3.4. Control del volumen sanguíneo y del líquido extracelular
 - 3.4.1. Regulación de la osmolaridad del líquido extracelular
 - 3.4.2. Regulación de la concentración de sodio en el líquido extracelular
 - 3.4.3. Regulación renal del potasio
 - 3.4.4. Regulación renal del calcio
 - 3.4.5. Regulación renal del fosfato y el magnesio
 - 3.4.6. Regulación nerviosa y hormonal de la función renal
- 3.5. Equilibrio ácido-base
- 3.6. Micción



Unidad temática 4. Fisiología del aparato gastrointestinal

Objetivo: Analizar la función del aparato gastrointestinal desde el control neural de los mecanismos de motilidad hasta las secreciones del tubo digestivo mediante el análisis de casos clínicos y modelos de simulación clínica para su aplicación en el desarrollo de tecnología aplicada a la atención de necesidades de salud del paciente.

Temas:

4.1. Motilidad gastrointestinal

- 4.1.1. Sistema nervioso entérico
- 4.1.2. Tipos funcionales de movimientos en el tubo digestivo
- 4.1.3. Deglución
- 4.1.4. Función motora del esófago
- 4.1.5. Funciones motoras del estómago
- 4.1.6. Función motora del intestino delgado
- 4.1.7. Función motora del intestino grueso

4.2. Secreción gastrointestinal

- 4.2.1. Secreción de saliva
- 4.2.2. Secreción esofágica
- 4.2.3. Secreción gástrica
- 4.2.4. Secreción pancreática
- 4.2.5. Secreción de bilis
- 4.2.6. Secreción del intestino delgado
- 4.2.7. Secreción del intestino grueso



Unidad temática 5. Fisiología del sistema endócrino

Objetivo: Comparar la función endócrina de las glándulas del cuerpo humano mediante el análisis de los efectos fisiológicos de las hormonas expresados en casos clínicos para su aplicación en el desarrollo de tecnología aplicada a la atención de necesidades de salud del paciente.

Temas:

- 5.1. Generalidades del sistema endócrino
- 5.2. Fisiología del eje hipotálamo-hipófisis
- 5.3. Fisiología de la glándula tiroides
- 5.4. Fisiología de las glándulas paratiroides
- 5.5. Fisiología del timo
- 5.6. Fisiología de la glándula suprarrenal
- 5.7. Fisiología del páncreas endócrino
- 5.8. Estrés y neuroinmunología

Unidad temática 6. Fisiología de la reproducción

Objetivo: Comparar la función reproductora masculina y femenina mediante el análisis de los efectos fisiológicos de las hormonas del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas expresados en casos clínicos para su aplicación en el desarrollo de tecnología aplicada a la atención de necesidades de salud del paciente.

Temas:

- 6.1. Función reproductora masculina
 - 6.1.1. Espermatogonia
 - 6.1.2. Testosterona y hormonas masculinas
 - 6.1.3. Eje hipotálamo-hipófisis-testículo
- 6.2. Función reproductiva femenina
 - 6.2.1. Sistema hormonal femenino
 - 6.2.2. Ciclo ovárico y función de las hormonas gonadotrópicas
 - 6.2.3. Función de las hormonas ováricas: estradiol y progesterona
 - 6.2.4. Eje hipotálamo-hipófisis-ovario
- 6.3. Respuesta sexual humana
- 6.4. Fisiología del embarazo y lactancia
- 6.5. Función de la placenta
- 6.6. Fisiología fetal y neonatal



Unidad temática 7. Neurofisiología

Objetivo: Resumir los mecanismos fisiológicos del sistema nervioso, relacionados con la función sensorial, motora e intelectual mediante la solución de problemas expresados en casos clínicos para su aplicación en el desarrollo de tecnología aplicada a la atención de necesidades de salud del paciente.

Temas:

7.1. Sensibilidad somática

- 7.1.1. Sistema de la columna dorsal-lemnisco medial
- 7.1.2. Vía anterolateral
- 7.1.3. Sensibilidad al dolor
- 7.1.4. Cefalea
- 7.1.5. Sensibilidad térmica

7.2. Funciones motoras de la médula espinal

7.3. Control de la función motora

- 7.3.1. Corteza cerebral
- 7.3.2. Tallo cerebral
- 7.3.3. Cerebelo
- 7.3.4. Núcleos basales

7.4. Funciones de la corteza cerebral

- 7.4.1. Funciones intelectuales
- 7.4.2. Aprendizaje
- 7.4.3. Memoria

7.5. Mecanismos encefálicos del comportamiento: sistema límbico

7.6. Sueño

7.7. Sistema nervioso autónomo

7.8. Líquido cefalorraquídeo



Unidad temática 8. Fisiología de los órganos de los sentidos

Objetivo: Resumir los mecanismos fisiológicos de los sentidos especiales del tacto, olfato, gusto, visión y audición mediante la solución de problemas expresados en casos clínicos y simulación computacional para su aplicación en el desarrollo de tecnología aplicada a la atención de necesidades de salud del paciente.

Temas:

- 8.1. Fisiología del sentido del tacto
- 8.2. Fisiología del sentido del olfato
- 8.3. Fisiología del sentido del gusto
- 8.4. Fisiología de la visión
 - 8.4.1. Óptica de la visión
 - 8.4.2. Función receptora y nerviosa de la retina
 - 8.4.3. Neurofisiología central de la visión
- 8.5. Fisiología del sentido de la audición



VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

Boron, Walter F.; & Emile L. Boulpaep. (2017). Medical physiology: a cellular and molecular approach. 2ª ed. Philadelphia, USA: Saunders Elsevier.

Guyton, Arthur C.; y John E. Hal. (2021) Tratado de fisiología médica. 14ª ed. México: Elsevier Saunders.

Silverthorn, Dee Unglaub. (2019): Fisiología humana: un enfoque integrado 8ª ed. México: Editorial Médica Panamericana.

Complementario:

Barret, Kim E.; Barman, Susan M.; Brooks, Heddwen L.; y Jason X.-J. Yuan. (2020). Ganon. Fisiología médica. 26ª ed. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana Editores.

Drucker Colin, René. (2005). Fisiología Médica. México: Editorial El Manual Moderno.

Dvorkin, Mario A.; Cardinali, Daniel P.; y Robert H. Iermolin. (2010). Bases fisiológicas de la práctica médica. 14ª ed. Argentina: Editorial Médica Panamericana.

Ira Fox, Stuart. (2016) Fisiología Humana: un enfoque integrado. 14ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana Editores.

Rettinger, Jürgen; Schwarz, Silvia; y Wolfgang Schwars. (2022) Electrophysiology: basics, methods, modern approaches and applications. 2ª ed., Cham, Switzerland: Springer.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

ÁLGEBRA LINEAL

Elaboró:	Dr. en I.A.M. Juan Carlos Ávila Vilchis	Facultad de Ingeniería
	Dra. en IVR. Adriana H. Vilchis González	Facultad de Ingeniería
	M. en C. C. Guillermo García Lambert	Facultad de Medicina

Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno
	09 de Diciembre de 2022	09 de Diciembre de 2022

Facultad de Medicina





I. Datos de identificación.

Espacio académico
donde se imparte

Facultad de Medicina

Estudios profesionales

Licenciatura en Bioingeniería Médica, 2023

Unidad de aprendizaje

Álgebra lineal

Carga académica

3

Horas
teóricas

1

Horas
prácticas

4

Total de
horas

7

Créditos

Carácter

Obligatoria

Tipo

Curso

Periodo escolar

Segundo

Área
curricular

Ciencias Exactas

Núcleo de
formación

Básico

Seriación

Álgebra superior

Ninguna

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

No presenta

Nutrición, 2016

Médico Cirujano, 2018

Fisioterapia, 2019

Terapia Ocupacional, 2019



II. Presentación del programa de estudios.

El Álgebra lineal es una rama de las matemáticas, necesaria para modelar, analizar, realizar desarrollos y encontrar soluciones a problemas en todas las áreas de la Ingeniería. Para la Bioingeniería Médica, la importancia del Álgebra lineal radica en que sustenta las actividades mencionadas relacionadas con problemas de naturaleza ingenieril que involucran elementos vectoriales y matriciales y que se presentan en el área de la Medicina. En particular, el Álgebra lineal sustenta los conocimientos de otras unidades de aprendizaje como las Ecuaciones diferenciales, la Mecánica clásica o el Cálculo diferencial e integral que son, a su vez, sustento de unidades de aprendizaje más avanzadas como Análisis de Sistemas y Señales, el Modelado, Análisis y Control de sistemas dinámicos o la Robótica médica.

En esta unidad de aprendizaje, se abordan los elementos del Álgebra lineal que son la base del quehacer de todo ingeniero. Se estructura en cinco unidades temáticas: 1. Vectores y espacios vectoriales, 2. Matrices y determinantes, 3. Sistemas de ecuaciones lineales, 4. Transformaciones lineales y 5. Valores y vectores característicos.

Siendo el Álgebra lineal uno de los pilares del quehacer ingenieril, contribuye con el perfil de egreso mediante el sustento riguroso en innovación, diseño y desarrollo de tecnologías para la salud, ya que cada una de estas actividades requiere del Álgebra lineal para su análisis, implementación y validación.

Esta unidad de aprendizaje es un curso donde los conocimientos que se abordan son teóricos y que, como base de las actividades de la Ingeniería, soportan análisis, simulaciones numéricas, pruebas experimentales y funcionamientos de sistemas médicos de base tecnológica; se estudian, se comprenden, y se manejan los elementos vectoriales y matriciales para representar soluciones a problemas de la Bioingeniería Médica.

El profesor de esta unidad de aprendizaje debe presentar los elementos vectoriales y matriciales, así como sus propiedades matemáticas, debe ejemplificar con desarrollos la forma en que estos elementos se pueden y deben manipular; además, debe mostrar la forma de solucionar los problemas que se planteen y relacionarlos con el área de la Medicina. Como actividades asociadas al aprendizaje, alumno podrá, por ejemplo, crear mapas conceptuales, resolver series de ejercicios proporcionados por el profesor, realizar presentaciones, participar en las discusiones y soluciones de problemas del Álgebra lineal y contestar cuestionarios.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA, 2023

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
O B L I G A T O R I A S	Anatomía del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Anatomía por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Bioquímica médica 4 2 6 6	Patología 6 0 6 12	Adquisición de imágenes médicas 2 2 4 6	Procesamiento de imágenes médicas 2 2 4 6	Análisis de imágenes médicas 2 2 4 6	Comunicación persona máquina 2 2 4 6	Robótica médica 2 2 4 6
	Fisiología del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Fisiología por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Sistema de salud 2 2 4 6	Seguridad e higiene en el sector salud 2 2 4 6	Gestión de la tecnología médica 2 2 4 6	Ergonomía y factores humanos 2 2 4 6	Sistemas informáticos de administración hospitalaria 2 2 4 6	Telemedicina 2 2 4 6	Calidad en los servicios de salud 2 2 4 6
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Cálculo diferencial e integral 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Sistemas y señales continuas 3 1 4 7	Sistemas y señales discretas 4 2 6 10	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas 4 2 6 10	Reconocimiento de patrones 4 2 6 10	Dispositivos biomédicos 1 3 4 5
	Química 2 0 2 4	Mecánica clásica 3 1 4 7	Circuitos eléctricos 4 2 6 10	Electrónica I 4 2 6 10	Electrónica II 3 2 5 8	Instrumentación biomédica 2 2 4 6	Instrumentación biomédica avanzada 4 2 6 10	Ética y humanismo 0 4 4 4	Bioética 0 4 4 4
	Metrología 1 2 3 4		Algoritmos y programación básica 2 4 6	Programación avanzada 2 2 4 6	Métodos numéricos 2 2 4 6	Dibujo por computadora 0 4 4 4	Metodología de la investigación 2 0 2 4	Gestión de proyectos 2 2 4 6	Proyecto integral de Bioingeniería Médica 0 4 4 4
	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 3 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos 3 1 4 7	Análisis y síntesis de mecanismos 3 1 4 7	Electrónica digital y microcontroladores 4 2 6 10	Sistemas de asistencia y rehabilitación 2 2 4 6	Modelado y análisis de sistemas dinámicos 2 2 4 6	Control de sistemas dinámicos 2 2 4 6	
					Biomateriales 3 1 4 7	Biomecánica 2 2 4 6	Tecnología médica 1 2 2 4	Tecnología médica 2 2 0 4	
	Epistemología de la Bioingeniería Médica 3 3 6 9	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4	Tecnología médica aplicada 1* 0 2 2 2	Tecnología médica aplicada 2* 0 2 2 2	
							Bioestadística 3 1 4 7		
	O P T A T I V A S							Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5
								Optativa 3 1 3 4 5	
								Optativa 4 1 3 4 5	
	HT 17 HP 13 TH 30 CR 47	HT 16 HP 12 TH 28 CR 44	HT 20 HP 12 TH 32 CR 52	HT 22 HP 10 TH 32 CR 54	HT 21 HP 14 TH 35 CR 56	HT 14 HP 20 TH 34 CR 48	HT 21 HP 13 TH 34 CR 55	HT 15 HP 19 TH 34 CR 49	HT 8 HP 24 TH 32 CR 40



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9																
							<table border="1"> <tr><td>3D modelling [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	3D modelling [†]	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Reconstrucción de imágenes médicas en 3D</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1		3		4		5
3D modelling [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Tanatología</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tanatología	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1		3		4		5
Tanatología	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Biología molecular y celular</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Biología molecular y celular	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Artificial intelligence [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Artificial intelligence [†]	1		3		4		5
Biología molecular y celular	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Artificial intelligence [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Executive skills [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Executive skills [†]	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Virtual reality [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Virtual reality [†]	1		3		4		5
Executive skills [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Virtual reality [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Comunicación asertiva</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Comunicación asertiva	1		3		4		5								
Comunicación asertiva	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Tecnología de asistencia</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tecnología de asistencia	1		3		4		5								
Tecnología de asistencia	1																							
	3																							
	4																							
	5																							

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

➔ 20 líneas de seriación.
Créditos mínimos 25 y máximos 56 por periodo escolar.

[†] UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico hospitalaria.
[†] UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 20 UA	55
	35
	90
	145

Total del núcleo básico: acreditar 20 total de UA para cubrir 145 total de créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	68
	49
	117
	185

Total del núcleo sustantivo acreditar 27 total de UA para cubrir 185 total de créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 18 UA	27
	41
	68
	95

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 4 UA	4
	12
	16
	20

Total del núcleo integral acreditar 22 total de UA para cubrir 115 total de créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	65
UA optativas	4
UA a acreditar	69
Créditos	445

Nota: Una vez que se hayan acreditado el total de créditos, el alumno deberá realizar un año de servicio social.





IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:

Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:

- Seleccionar entre los distintos tipos de tecnologías: electrónica, mecánica y computacional, mediante las características y requerimientos identificados para plasmar propuestas de diseño.
- Seleccionar los requerimientos del usuario y mediante software CAD y técnicas de validación por CAE sintetizar y validar propuestas de diseño de tecnologías para la salud.
- Preparar reportes e informes técnicos empleando software de ofimática para la conceptualización de una o varias propuestas de diseño de tecnología para la salud.
- Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios para la salud, mediante la valoración de problemáticas, necesidades y oportunidades en el área de la salud, para proponer soluciones que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población.
- Desarrollar hardware y software a través de lenguajes de programación, instrumentación, electrónica analógica y digital, para aportar propuestas de tecnología para la salud, garantizando su seguridad y accesibilidad.
- Valorar los aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud por medio de herramientas de evaluación para garantizar su desempeño adecuado a fin de optimizar su utilización y funcionamiento.
- Calificar las tecnologías para la salud con análisis objetivo que permitan formular recomendaciones y dictámenes para su mejora continua.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares y normas nacionales e internacionales vigentes aplicables a las tecnologías y servicios de la salud a través de metodologías de diseño, manufactura, innovación y/o servicios, para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.
- Planificar programas de mantenimiento y adquisición de tecnologías de la salud a través de metodologías y software para la gestión de proyectos para asegurar que estas respondan a las necesidades de salud de la población.
- Diseñar modelos de negocio asociados al área de la salud a través de metodologías y herramientas para el manejo y análisis de datos para contribuir en la innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de salud.



Objetivos del núcleo de formación:

Promover en el alumno el aprendizaje las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Examinar problemas asociados con procesos, fenómenos o sistemas de naturaleza biomédica a través de su representación matemática como modelos, para su análisis y solución.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Examinar las propiedades de elementos vectoriales y matriciales, a través del estudio de las leyes de los espacios a los que pertenecen, para resolver sistemas de ecuaciones lineales y comprender los espacios vectoriales, entre otros.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. Vectores y espacios vectoriales

Objetivo: Examinar las representaciones, operaciones y características de vectores en una, dos y tres dimensiones, mediante el estudio de sus propiedades para su uso en la formulación y solución de problemas de Bioingeniería Médica.

Temas:

- 1.1. Definición y características de los vectores
- 1.2. Representaciones algebraica y geométrica de vectores
- 1.3. Operaciones con vectores
- 1.4. Componentes y proyecciones
- 1.5. Vectores unitarios
- 1.6. Vectores en el plano y en el espacio
- 1.7. Definición y propiedades de los espacios vectoriales
- 1.8. Subespacios vectoriales
- 1.9. Independencia lineal y combinaciones lineales
- 1.10. Bases

Unidad temática 2. Matrices y determinantes

Objetivo: Examinar las representaciones, operaciones y características de matrices y determinantes, mediante el estudio de sus propiedades para su uso en la formulación y solución de problemas de Bioingeniería Médica.

Temas:

- 2.1. Definición de matriz
- 2.2. Propiedades de matrices
- 2.3. Operaciones con matrices
- 2.4. Inversa de una matriz cuadrada
- 2.5. Transpuesta de una matriz
- 2.6. Definición de determinante
- 2.7. Propiedades de determinantes



Unidad temática 3. Sistemas de ecuaciones lineales

Objetivo: Examinar las características de los sistemas de ecuaciones lineales, mediante el estudio de sus propiedades para su uso en la formulación y solución de problemas de Bioingeniería Médica.

Temas:

- 3.1. Sistemas de dos ecuaciones en dos incógnitas
- 3.2. Sistemas de m ecuaciones en n incógnitas: Gauss-Jordan y eliminaciones gaussianas
- 3.3. Expansión por cofactores
- 3.4. Regla de Sarrus
- 3.5. Sistemas homogéneos de ecuaciones
- 3.6. Matrices y sistemas de ecuaciones lineales
- 3.7. Regla de Cramer
- 3.8. Independencia lineal y sistemas homogéneos

Unidad temática 4. Transformaciones lineales

Objetivo: Examinar las representaciones, operaciones y características de las transformaciones lineales, mediante el estudio de sus propiedades para su uso en la formulación y solución de problemas de Bioingeniería Médica.

Temas:

- 4.1. Definición de transformación lineal
- 4.2. Propiedades de las transformaciones lineales
- 4.3. Cambio de coordenadas
- 4.4. Traslaciones y rotaciones
- 4.5. Rango y nulidad de una matriz
- 4.6. Representación matricial de una transformación lineal
- 4.7. Transformaciones de similitud
- 4.8. Transformaciones homogéneas
- 4.9. Formas bilineales y formas cuadráticas



Unidad temática 5. Vectores característicos y valores característicos

Objetivo: Examinar las características de los vectores y valores característicos de las matrices, mediante el estudio de sus propiedades para su uso en la formulación y solución de problemas de Bioingeniería Médica.

Temas:

- 5.1. Valores característicos
- 5.2. Vectores característicos
- 5.3. Matrices equivalentes y diagonalización
- 5.4. Matrices simétricas y diagonalización ortogonal
- 5.5. Forma canónica de Jordan
- 5.6. Teorema de Cayley-Hamilton



VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

Grossman & Godoy, F. (2019). *Álgebra lineal*. McGraw Hill.

Complementario:

Axler, S. (2015). *Linear Algebra Done Right*. Springer.

Larson, R. & Ibarra, J. (2019). *Matemáticas IV. Álgebra lineal*. CENGAGE.

Lay, DC. (2016). *Álgebra lineal y sus Aplicaciones*. Pearson.

Shilov, GE. (2021). *Linear Algebra*. Dover Publications, Inc.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

MECÁNICA CLÁSICA

Elaboró:	Dr. en I.A.M. Juan Carlos Ávila Vilchis	Facultad de Ingeniería
	Dra. en IVR. Adriana H. Vilchis González	Facultad de Ingeniería
	M. en C. C. Guillermo García Lambert	Facultad de Medicina
Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno
	09 de Diciembre de 2022	09 de Diciembre de 2022
Facultad de Medicina		



I. Datos de identificación.

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje

Carga académica

<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="7"/>
Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter Tipo Periodo escolar

Área curricular Núcleo de formación

Seriación

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

No presenta

Nutrición, 2016

Médico Cirujano, 2018

Fisioterapia, 2019

Terapia Ocupacional, 2019



II. Presentación del programa de estudios.

La Mecánica clásica es una rama de la Física, necesaria para modelar matemáticamente, analizar, realizar desarrollos y encontrar soluciones a problemas en las áreas de la Ingeniería que implican movimientos de traslación, movimientos de rotación o la combinación de ambos. Para la Bioingeniería Médica, la importancia de la Mecánica clásica radica en que sustenta las actividades mencionadas relacionadas con problemas de naturaleza ingenieril que involucran desplazamientos, velocidades, aceleraciones, fuerzas, torques y energía, presentes en el área de la Medicina. En particular, la Mecánica clásica contribuye sustentando elementos de otras unidades de aprendizaje como las Ecuaciones diferenciales, el Cálculo diferencial e integral, el análisis y Síntesis de Mecanismos y la Biomecánica que son, a su vez, sustento de unidades de aprendizaje más avanzadas como los Análisis de Sistemas y Señales, el Modelado, Análisis y Control de sistemas dinámicos o la Robótica médica.

En esta unidad de aprendizaje, se abordan los elementos de la Mecánica clásica que son la base del quehacer de todo ingeniero, se estructura en cinco unidades temáticas: 1. Introducción, 2. Estática, 3. Cinemática, 4. Dinámica y 5. Trabajo y energía.

Siendo la Mecánica clásica uno de los pilares del quehacer ingenieril, contribuye con el perfil de egreso mediante el sustento riguroso en innovación, diseño y desarrollo de tecnologías para la salud que impliquen movimiento, ya que cada una de estas actividades requiere de los elementos de la Mecánica clásica para su análisis, implementación y validación.

Esta unidad de aprendizaje es un curso donde los conocimientos que se abordan son teóricos y que, como base de las actividades de la Ingeniería, soportan análisis, simulaciones numéricas, pruebas experimentales y funcionamientos de sistemas médicos de base tecnológica, en este curso se estudian, se comprenden, y se manejan variables, leyes y sistemas que representan soluciones a problemas de la Bioingeniería Médica.

El profesor de esta unidad de aprendizaje debe presentar los elementos de la Mecánica clásica, así como sus propiedades, debe ejemplificar con desarrollos la forma en que estos elementos se pueden y deben manipular; además, debe mostrar la forma de solucionar los problemas que se planteen y relacionarlos con el área de la Medicina. Como actividades asociadas al aprendizaje, alumno podrá, por ejemplo, crear mapas conceptuales, resolver series de ejercicios proporcionados por el profesor, realizar presentaciones, participar en las discusiones y soluciones de problemas de la Mecánica clásica y contestar cuestionarios.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA, 2023

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
O B L I G A T O R I A S	Anatomía del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Anatomía por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Bioquímica médica 4 2 6 6	Patología 6 0 6 12	Adquisición de imágenes médicas 2 2 4 6	Procesamiento de imágenes médicas 2 2 4 6	Análisis de imágenes médicas 2 2 4 6	Comunicación persona máquina 2 2 4 6	Robótica médica 2 2 4 6
	Fisiología del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Fisiología por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Sistema de salud 2 2 4 6	Seguridad e higiene en el sector salud 2 2 4 6	Gestión de la tecnología médica 2 2 4 6	Ergonomía y factores humanos 2 2 4 6	Sistemas informáticos de administración hospitalaria 2 2 4 6	Telemedicina 2 2 4 6	Calidad en los servicios de salud 2 2 4 6
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Cálculo diferencial e integral 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Sistemas y señales continuas 3 1 4 7	Sistemas y señales discretas 4 2 6 10	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas 4 2 6 10	Reconocimiento de patrones 4 2 6 10	Dispositivos biomédicos 1 3 4 5
	Química 2 0 2 4	Mecánica clásica 3 1 4 7	Circuitos eléctricos 4 2 6 10	Electrónica I 4 2 6 10	Electrónica II 3 2 5 8	Instrumentación biomédica 2 2 4 6	Instrumentación biomédica avanzada 4 2 6 10	Ética y humanismo 0 4 4 4	Bioética 0 4 4 4
	Metrología 1 0 3 4		Algoritmos y programación básica 2 2 4 6	Programación avanzada 2 2 4 6	Métodos numéricos 2 2 4 6	Dibujo por computadora 0 4 4 4	Metodología de la investigación 2 0 2 4	Gestión de proyectos 2 2 4 6	Proyecto integral de Bioingeniería Médica 0 4 4 4
	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 3 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos 3 1 4 7	Análisis y síntesis de mecanismos 3 1 4 7	Electrónica digital y microcontroladores 4 2 6 10	Sistemas de asistencia y rehabilitación 2 2 4 6	Modelado y análisis de sistemas dinámicos 2 2 4 6	Control de sistemas dinámicos 2 2 4 6	
					Biomateriales 3 1 4 7	Biomecánica 2 2 4 6	Tecnología médica 1 2 2 4	Tecnología médica 2 2 0 4	
	Epistemología de la Bioingeniería Médica 3 3 6 9	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4	Tecnología médica aplicada 1* 0 2 2 2	Tecnología médica aplicada 2* 0 2 2 2	
							Bioestadística 3 1 4 7		
								Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5
								Optativa 3 1 3 4 5	
								Optativa 4 1 3 4 5	
	HT 17 HP 13 TH 30 CR 47	HT 16 HP 12 TH 28 CR 44	HT 20 HP 12 TH 32 CR 52	HT 22 HP 10 TH 32 CR 54	HT 21 HP 14 TH 35 CR 56	HT 14 HP 20 TH 34 CR 48	HT 21 HP 13 TH 34 CR 55	HT 15 HP 19 TH 34 CR 49	HT 8 HP 24 TH 32 CR 40





DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
							3D modelling ^f	Reconstrucción de imágenes médicas en 3D
							1 3 4 5	1 3 4 5
							Tanatología	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica
							1 3 4 5	1 3 4 5
							Biología molecular y celular	Artificial intelligence ^f
							1 3 4 5	1 3 4 5
							Executive skills ^f	Virtual reality ^f
							1 3 4 5	1 3 4 5
								Comunicación asertiva
								1 3 4 5
								Tecnología de asistencia
								1 3 4 5

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

➔ 20 líneas de seriación.
Créditos mínimos 25 y máximos 56 por periodo escolar.

^f UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico hospitalaria.
¹ UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 20 UA	55 35 90 145
---	-----------------------

Total del núcleo básico: acreditar 20 total de UA para cubrir 145 total de créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	68 49 117 185
---	------------------------

Total del núcleo sustantivo acreditar 27 total de UA para cubrir 185 total de créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 18 UA	27 41 69 95
---	----------------------

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 4 UA	4 12 16 20
---	---------------------

Total del núcleo integral acreditar 22 total de UA para cubrir 115 total de créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	65
UA optativas	4
UA a acreditar	69
Créditos	445

Nota: Una vez que se hayan acreditado el total de créditos, el alumno deberá realizar un año de servicio social.





IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:

- Seleccionar entre los distintos tipos de tecnologías: electrónica, mecánica y computacional, mediante las características y requerimientos identificados para plasmar propuestas de diseño.
- Seleccionar los requerimientos del usuario mediante software CAD y técnicas de validación por CAE, para sintetizar y validar propuestas de diseño de tecnologías para la salud.
- Preparar reportes e informes técnicos empleando software de ofimática para la conceptualización de una o varias propuestas de diseño de tecnología para la salud.
- Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios para la salud, mediante la valoración de problemáticas, necesidades y oportunidades en el área de la salud, para proponer soluciones que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población.
- Desarrollar hardware y software a través de lenguajes de programación, instrumentación, electrónica analógica y digital, para aportar propuestas de tecnología para la salud, garantizando su seguridad y accesibilidad.
- Valorar los aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud por medio de herramientas de evaluación para garantizar su desempeño adecuado a fin de optimizar su utilización y funcionamiento.
- Calificar las tecnologías para la salud con análisis objetivo que permitan formular recomendaciones y dictámenes para su mejora continua.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares y normas nacionales e internacionales vigentes aplicables a las tecnologías y servicios de la salud a través de metodologías de diseño, manufactura, innovación y/o servicios, para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.
- Planificar programas de mantenimiento y adquisición de tecnologías de la salud a través de metodologías y software para la gestión de proyectos para asegurar que estas respondan a las necesidades de salud de la población.
- Diseñar un modelo de negocio asociado al área de la salud a través de metodologías y herramientas para el manejo y análisis de datos para contribuir en la innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de salud.



Objetivos del núcleo de formación:

Promoverá en el alumno el aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Examinar problemas asociados con procesos, fenómenos o sistemas de naturaleza biomédica a través de su representación matemática como modelos, para su análisis y solución.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Examinar los principios y elementos de sistemas mecánicos, mediante el estudio de la estática y la dinámica, para identificar, plantear y resolver problemas aplicados a la biomecánica.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. Elementos fundamentales

Objetivo: Examinar los elementos fundamentales de la Mecánica clásica a través del estudio de sus cantidades físicas, de sus unidades y de sus sistemas de referencia, para sustentar todo marco de análisis de sistemas mecánicos en la Bioingeniería Médica.

Temas:

- 1.1. Cantidades físicas fundamentales y derivadas
- 1.2. Sistemas de unidades, conversión de unidades y análisis dimensional
- 1.3. Sistemas de coordenadas y marcos de referencia
- 1.4. Definiciones de posición, velocidad y aceleración: movimiento lineal y movimiento angular
- 1.5. Definición de grados de libertad

Unidad temática 2. Estática

Objetivo: Analizar las condiciones de equilibrio de sistemas físicos, tanto para traslaciones como para rotaciones, mediante el estudio de las ecuaciones que los gobiernan, con el propósito de formular y solucionar problemas en Bioingeniería Médica.

Temas:

- 2.1. Condiciones de equilibrio
- 2.2. Diagrama de cuerpo libre
- 2.3. Centro de masa, centro de gravedad y centro geométrico
- 2.4. Ecuaciones de equilibrio para el movimiento de traslación
- 2.5. Ecuaciones de equilibrio para el movimiento de rotación



Unidad temática 3. Cinemática

Objetivo: Analizar movimientos lineales y angulares, así como las variables que los caracterizan, mediante el estudio de las ecuaciones que los gobiernan, con el propósito de formular y solucionar problemas en Bioingeniería Médica.

Temas:

- 3.1. Cinemática de la partícula
- 3.2. Velocidad media y velocidad instantánea: movimiento lineal y movimiento angular
- 3.3. Aceleración: movimiento lineal y movimiento angular
- 3.4. Vectores de desplazamiento, velocidad y aceleración: movimiento lineal y movimiento angular
- 3.5. Movimiento rectilíneo uniforme y movimiento rectilíneo uniformemente acelerado
- 3.6. Caída libre, tiro vertical y tiro parabólico
- 3.7. Movimiento circular uniforme y movimiento circular uniformemente acelerado
- 3.8. Movimiento relativo

Unidad temática 4. Dinámica

Objetivo: Analizar las leyes del movimiento de Newton mediante el estudio de las ecuaciones y variables asociadas, con el propósito de formular y solucionar problemas en Bioingeniería Médica.

Temas:

- 4.1. Definiciones de fuerza y torque
- 4.2. Fuerza resultante y torque resultante
- 4.3. Leyes del movimiento de Newton
- 4.4. Fuerzas de fricción



Unidad temática 5. Trabajo y energía

Objetivo: Analizar los fundamentos del trabajo mecánico y de la energía mecánica, así como de los elementos físicos involucrados, mediante el estudio de las ecuaciones y variables asociadas, con el propósito de formular y solucionar problemas en Bioingeniería Médica.

Temas:

- 5.1. Energía cinética, energía potencial (gravitacional y elástica), energía mecánica
- 5.2. Fuerzas conservativas y no conservativas y sus relaciones con la energía
- 5.3. Principio de conservación de la energía
- 5.4. Trabajo
- 5.5. Trabajo y energía cinética
- 5.6. Teorema del trabajo y la energía
- 5.7. Impulso y cantidad de movimiento
- 5.8. Impulso angular y momento de la cantidad de movimiento
- 5.9. Conservación del momento lineal y del momento angular
- 5.10. Potencia



VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

Cicci, DA. & Cicci, DA. (2022). *Fundamentals of Engineering Mechanics. Basic Concepts: Statics and Dynamics*. Independently published.

Complementario:

Beer, FP., Johnston, R. & Mazurek, DF. (2018). *Vector Mechanics for Engineers: Statics and Dynamics*. McGraw Hill.

Hibbeler, RC. (2015). *Engineering Mechanics: Statics & Dynamics*. Pearson.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

ÉTICA DE LA CONFIANZA COMO RESPONSABILIDAD

Elaboró: Dra. en Filos. Marcela Venebra Muñoz
Dra. en Filos. Ágata Joanna Bak
Dr. en Filos. Esteban I. Marín Ávila

Fecha de aprobación: H. Consejo Académico 14 de agosto de 2020 H. Consejo de Gobierno 14 de agosto de 2020
Facultad de Humanidades



I. Datos de identificación.

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje

Carga académica	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="4"/>
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter Tipo Periodo escolar

Área curricular Núcleo de formación

Seriación

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

No presenta

Nutrición, 2016

Médico Cirujano, 2018

Fisioterapia, 2019

Terapia Ocupacional, 2019



II. Presentación del programa de estudios.

La presente unidad de aprendizaje tendrá como finalidades: el desarrollo de la capacidad de argumentación razonada de las y los alumnos fundamentada en el estudio de los textos correspondientes y pertinentes en términos contextuales; y el desarrollo de la capacidad de reflexión centrada y concentrada en temas no necesariamente relativos a los contenidos específicos de su formación, pero sí afectantes en el ámbito más amplio de la vida social. Es decir, la reflexión que busca cultivarse a través de este curso debe partir de una sensibilización de las y los alumnos, en las problemáticas sociales que rebasan su esfera de interés familiar e individual, buscando situarlos en contextos críticos más amplios, nacionales y globales; la amplia comprensión de las problemáticas histórico-contemporáneas para plantear soluciones y alternativas, o trazar proyectos enfocados en la resolución de dichas problemáticas a las que se busca hacerle sensible; y la capacidad de plantear vías de gestión profesional autónomas, orientadas a la resolución o incidencia en problemáticas contemporáneas de su entorno y su generación. El reconocimiento de problemáticas sociales comunes debería permitir a las y los alumnos, proyectar su propia profesión como un medio de incidencia y cambio social.

Las unidades temáticas del presente programa de estudios abordan la clarificación de conceptos para el trato social de las y los universitarios, dentro y fuera de las instalaciones escolares. Responsabilidad y autonomía son los conceptos introductorios del curso, que tiene como finalidad brindar para la formación de un criterio propio, que se proponga el respeto del otro, la confianza, la solidaridad humana y la capacidad de decisión como metas de una vida éticamente realizada y cercana a las circunstancias de las y los de cada tronco de formación. Los temas, están trazados de tal manera que buscan lograr el análisis de problemáticas contemporáneas frente a las que el universitario, por sí mismo, debe formarse una posición y darse una orientación vital, por lo que el trabajo reflexivo y crítico sobre las condiciones del entorno será pieza fundamental. El foco de trabajo o centro conceptual será la idea de "responsabilidad" como responsabilidad personal y concreta, en escenarios críticos contemporáneos: políticos (la crisis de la democracia); económicos (las desigualdades y el concepto de justicia económica); ambientales (crisis del extractivismo); sociales (derechos de las personas, equidad).

El curso deberá enfocarse en el desarrollo de ejercicios reflexivos, dialógicos y de lectura. Las habilidades que este programa busca apuntar a la integración de los saberes de sus propias carreras en un núcleo de carácter humanístico y ético, o conforme a una meta humana y socialmente comprometida del perfil universitario.

Dado que no es un curso de especialización o especialidad en filosofía, los contenidos deberán tratarse de manera estrictamente contextual, reflexiva y cercana a las circunstancias de las y los estudiantes de cada tronco de formación.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA, 2023

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
O B L I G A T O R I A S	Anatomía del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Anatomía por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Bioquímica médica 4 2 6 6	Patología 6 0 6 12	Adquisición de imágenes médicas 2 2 4 6	Procesamiento de imágenes médicas 2 2 4 6	Análisis de imágenes médicas 2 2 4 6	Comunicación persona máquina 2 2 4 6	Robótica médica 2 4 4 6
	Fisiología del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Fisiología por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Sistema de salud 2 2 4 6	Seguridad e higiene en el sector salud 2 2 4 6	Gestión de la tecnología médica 2 2 4 6	Ergonomía y factores humanos 2 2 4 6	Sistemas informáticos de administración hospitalaria 2 2 4 6	Telemedicina 2 2 4 6	Calidad en los servicios de salud 2 2 4 6
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Cálculo diferencial e integral 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Sistemas y señales continuas 3 1 4 7	Sistemas y señales discretas 4 2 6 10	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas 4 2 6 10	Reconocimiento de patrones 4 4 6 10	Dispositivos biomédicos 1 3 4 5
	Química 2 0 2 4	Mecánica clásica 3 1 4 7	Circuitos eléctricos 4 2 6 10	Electrónica I 4 2 6 10	Electrónica II 3 2 5 8	Instrumentación biomédica 2 2 4 6	Instrumentación biomédica avanzada 4 2 6 10	Ética y humanismo 0 4 4 4	Bioética 0 4 4 4
	Metrología 1 0 3 4		Algoritmos y programación básica 2 2 4 6	Programación avanzada 2 2 4 6	Métodos numéricos 2 2 4 6	Dibujo por computadora 0 4 4 4	Metodología de la investigación 2 0 2 4	Gestión de proyectos 2 2 4 6	Proyecto integral de Bioingeniería Médica 0 4 4 4
	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 3 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos 3 1 4 7	Análisis y síntesis de mecanismos 3 1 4 7	Electrónica digital y microcontroladores 4 2 6 10	Sistemas de asistencia y rehabilitación 2 2 4 6	Modelado y análisis de sistemas dinámicos 2 2 4 6	Control de sistemas dinámicos 2 2 4 6	
					Biomateriales 3 1 4 7	Biomecánica 2 2 4 6	Tecnología médica 1 2 2 4	Tecnología médica 2 2 0 4	
	Epistemología de la Bioingeniería Médica 3 3 6 9	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4	Tecnología médica aplicada 1* 0 2 2 2	Tecnología médica aplicada 2* 0 2 2 2	
							Bioestadística 3 1 4 7		
	O P T A T I V A S							Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5
								Optativa 3 1 3 4 5	
								Optativa 4 1 3 4 5	

HT 17	HT 16	HT 20	HT 22	HT 21	HT 14	HT 21	HT 15	HT 8
HP 13	HP 12	HP 12	HP 10	HP 14	HP 20	HP 13	HP 19	HP 24
TH 30	TH 28	TH 32	TH 32	TH 35	TH 34	TH 34	TH 34	TH 32
CR 47	CR 44	CR 52	CR 54	CR 56	CR 48	CR 55	CR 49	CR 40



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9																
							<table border="1"> <tr><td>3D modelling [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	3D modelling [†]	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Reconstrucción de imágenes médicas en 3D</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1		3		4		5
3D modelling [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Tanatología</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tanatología	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1		3		4		5
Tanatología	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Biología molecular y celular</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Biología molecular y celular	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Artificial intelligence [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Artificial intelligence [†]	1		3		4		5
Biología molecular y celular	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Artificial intelligence [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Executive skills [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Executive skills [†]	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Virtual reality [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Virtual reality [†]	1		3		4		5
Executive skills [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Virtual reality [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Comunicación asertiva</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Comunicación asertiva	1		3		4		5								
Comunicación asertiva	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Tecnología de asistencia</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tecnología de asistencia	1		3		4		5								
Tecnología de asistencia	1																							
	3																							
	4																							
	5																							

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

■	Núcleo básico obligatorio.
■	Núcleo sustantivo obligatorio.
■	Núcleo integral obligatorio.
■	Núcleo integral optativo

➔ 20 líneas de seriación.
Créditos mínimos 25 y máximos 56 por periodo escolar.

[†] UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico hospitalaria.
[†] UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 20 UA	55
	35
	90
	145

Total del núcleo básico: acreditar 20 total de UA para cubrir 145 total de créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	68
	49
	117
	185

Total del núcleo sustantivo acreditar 27 total de UA para cubrir 185 total de créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 18 UA	27
	41
	68
	95

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 4 UA	4
	12
	16
	20

Total del núcleo integral acreditar 22 total de UA para cubrir 115 total de créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	65
UA optativas	4
UA a acreditar	69
Créditos	445

Nota: Una vez que se hayan acreditado el total de créditos, el alumno deberá realizar un año de servicio social.





IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:

- Seleccionar entre los distintos tipos de tecnologías: electrónica, mecánica y computacional, mediante las características y requerimientos identificados para plasmar propuestas de diseño.
- Seleccionar los requerimientos del usuario mediante software CAD y técnicas de validación por CAE, para sintetizar y validar propuestas de diseño de tecnologías para la salud.
- Preparar reportes e informes técnicos empleando software de ofimática para la conceptualización de una o varias propuestas de diseño de tecnología para la salud.
- Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios para la salud, mediante la valoración de problemáticas, necesidades y oportunidades en el área de la salud, para proponer soluciones que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población.
- Desarrollar hardware y software a través de lenguajes de programación, instrumentación, electrónica analógica y digital, para aportar propuestas de tecnología para la salud, garantizando su seguridad y accesibilidad.
- Valorar los aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud por medio de herramientas de evaluación para garantizar su desempeño adecuado a fin de optimizar su utilización y funcionamiento.
- Calificar las tecnologías para la salud con análisis objetivo que permitan formular recomendaciones y dictámenes para su mejora continua.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares y normas nacionales e internacionales vigentes aplicables a las tecnologías y servicios de la salud a través de metodologías de diseño, manufactura, innovación y/o servicios, para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.
- Planificar programas de mantenimiento y adquisición de tecnologías de la salud a través de metodologías y software para la gestión de proyectos para asegurar que estas respondan a las necesidades de salud de la población.
- Diseñar un modelo de negocio asociado al área de la salud a través de metodologías y herramientas para el manejo y análisis de datos para contribuir en la innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de salud.



Objetivos del núcleo de formación:

Promoverá en el alumno el aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Examinar el marco referencial humanístico de la Bioingeniería Médica a través de las relaciones que establecen las dimensiones epistemológicas, éticas, axiológicas, bioéticas, culturales y sociales para tomar decisiones deliberativas como profesional del equipo de salud en escenarios reales.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Debatir sobre los conceptos de autonomía, responsabilidad y confianza en escenarios contemporáneos, concretamente, la vida democrática, la dignidad y su relación con la responsabilidad social ejemplificada con la cuestión de la migración y los deberes con el medioambiente, a través de herramientas reflexivas y críticas con el fin de integrar un criterio ético propio, racional, autónomo y abierto a la integración de las diferencias.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. Autonomía y democracia

Objetivo: Reflexionar críticamente sobre el carácter y los medios de su proceso formativo, a través del análisis del concepto de autonomía en relación con la capacidad de autodeterminación fundada en el cuidado de sí y de sus propias capacidades, frente a otros posibles fundamentos contemplados tradicionalmente por la filosofía, para así reconocer sus derechos como persona, en la Universidad y en el Estado.

Temas:

- 1.1. Autonomía como autodeterminación y cuidado de sí
 - 1.1.1. Autonomía y democracia
- 1.2. La formación del carácter
 - 1.2.1. Confianza, emociones y autonomía
 - 1.2.2. Confianza, emociones e ideología
 - 1.2.3. Confianza y responsabilidad
- 1.3. La Autonomía jurídica
 - 1.3.1. Autonomía, dignidad y estado
 - 1.3.2. Autonomía institucional y personal



Unidad temática 2. Dignidad y migración

Objetivo: Reconocer la migración como parte de la estructura natural de las sociedades y síntoma de crisis humanitarias, a través del análisis y debate del concepto de dignidad del otro y del marco jurídico que la protege, a fin de fincar la empatía sobre la comprensión de la dignidad de todo ser humano.

Temas:

- 2.1. Dignidad y vulnerabilidad
 - 2.1.1. Migración e identidad
 - 2.1.2. Dignidad, vulnerabilidad y migración
 - 2.1.3. Vulnerabilidad y solidaridad
- 2.2. Dignidad y alteridad
 - 2.2.1. Dignidad, alteridad y respeto
 - 2.2.2. Respeto y solidaridad
 - 2.2.3. Alteridad, dignidad y vulnerabilidad
- 2.3. La dignidad como un derecho
 - 2.3.1. Alteridad, dignidad y derechos humanos en el mundo contemporáneo
 - 2.3.2. Alteridad, dignidad y sabiduría

Unidad temática 3. Responsabilidad y ambiente

Objetivo: Relacionar la afectividad con las acciones, decisiones personales y la calidad ambiental del entorno a través del estudio de los conceptos de naturaleza y vida, así como de la responsabilidad amplia de la condición vital humana con la naturaleza y los demás seres vivos para comprender y denunciar la lógica “cosificante” de la naturaleza como “medio” de vida.

Temas:

- 3.1. Responsabilidad, historia y naturaleza
 - 3.1.1. Responsabilidad y alteridades
 - 3.1.2. Naturaleza y alteridades
- 3.2. Responsabilidad del ser humano con la naturaleza
 - 3.2.1. Definición y comprensión de la vida
 - 3.2.2. Responsabilidad con la naturaleza
- 3.3. Recursos, medios y fines
 - 3.3.1. Vida y ética, ética ecológica
 - 3.3.2. Ética ambiental y alteridades
 - 3.3.2. Condición humana, condición animal y ética



VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

- Apel, K.O. (1992), *Hacia una macroética de la humanidad*. México, UNAM.
- Aristóteles, (2004), *Ética nicomaquea*. Buenos Aires, Losada
- Davis, A. (2004), *Mujeres, raza y clase*. Madrid, Akal.
- De la Boetie, E. (2019), *Ensayo sobre la servidumbre voluntaria*. Madrid: Trotta
- De Montaigne, M. (2007), *Ensayos*. Madrid, Acantilado.
- García Ramírez, S. (2005), *La autonomía universitaria en la constitución y en la ley*. México, UNAM.
- Hemingway, E., *El viejo y el mar*. Diversas ediciones.
- Kant I., (2015) *Antropología*. Madrid, Alianza Editorial.
- Kant, I., (2004). *Filosofía de la Historia ¿Qué es la ilustración?*, La Plata, Caronte
- Levi, P., (2019). *Si esto es un hombre*. Madrid, Austral.
- Lévi-Strauss, C. *Antropología estructural*. Diversas ediciones.
- Luxemburgo, R. (1976) *Reforma o revolución*. Madrid, Fundamentos.
- Nilda G. (Ed.) (2002), *El fisiólogo. Bestiario medieval*. Buenos Aires, Eneida
- Séneca, (2000), *Cartas a Lucilo*. Madrid, Juventud.
- Shakespeare, W. (2013), *Antonio y Cleopatra*. Madrid, Cátedra.
- Singer, P: (2018), *Liberación animal*. Madrid, Taurus.
- Von Uexküll, J. (2016), *Andanzas por los mundos circundantes de los animales y de los hombres*. Buenos Aires, Cactus.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA



INGLÉS 5

Elaboró:

Dirección de Aprendizaje de Lenguas

Fecha
aprobación:

de

H. Consejo Académico

H. Consejo de Gobierno

21 de marzo de 2017

21 de marzo de 2017

Facultad de Lenguas



I. Datos de identificación.

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje

Carga académica	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="6"/>
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter Tipo Periodo escolar

Área curricular Núcleo de formación

Seriación

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

No presenta

Nutrición, 2016

Médico Cirujano, 2018

Fisioterapia, 2019

Terapia Ocupacional, 2019



II. Presentación del programa de estudios.

El presente programa pretende ser una guía para alumnos y docentes. Se diseñó pensando en dos características primordiales: la flexibilidad y la homologación. Si bien el proyecto que inició la impartición del inglés como asignatura obligatoria en los Estudios Profesionales tuvo como meta principal lograr la homologación de objetivos con respecto al dominio del idioma de los egresados, la experiencia de varios años ha hecho ver que las condiciones y necesidades de docentes y estudiantes en los diferentes Espacios Académicos requiere de un trato particular.

Por este motivo, los contenidos que a continuación se presentan indican las competencias mínimas y los conocimientos básicos y generales que el estudiante deberá adquirir al finalizar el curso, sin señalar contextos específicos de aplicación, cumpliendo así con el objetivo de ser un estándar de homologación al definir requerimientos mínimos, y a la vez dejando margen para la adaptación al no señalar contextos específicos.

Esta característica que le da flexibilidad al programa ha hecho que en ocasiones se recurra a señalar los contenidos en términos metalingüísticos que el docente formado en el área comprenderá bien; sin embargo, se deberá tener en cuenta que el objetivo final no es que el alumno conozca a fondo la estructura de la lengua, sino que esta estructura le sea útil para comunicarse de manera efectiva.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA, 2023

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
O B L I G A T O R I A S	Anatomía del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Anatomía por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Bioquímica médica 4 2 6 6	Patología 6 0 6 12	Adquisición de imágenes médicas 2 2 4 6	Procesamiento de imágenes médicas 2 2 4 6	Análisis de imágenes médicas 2 2 4 6	Comunicación persona máquina 2 2 4 6	Robótica médica 2 4 4 6
	Fisiología del aparato musculoesquelético 4 2 6 10	Fisiología por aparatos y sistemas 4 2 6 10	Sistema de salud 2 2 4 6	Seguridad e higiene en el sector salud 2 2 4 6	Gestión de la tecnología médica 2 2 4 6	Ergonomía y factores humanos 2 2 4 6	Sistemas informáticos de administración hospitalaria 2 2 4 6	Telemedicina 2 2 4 6	Calidad en los servicios de salud 2 2 4 6
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Cálculo diferencial e integral 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Sistemas y señales continuas 3 1 4 7	Sistemas y señales discretas 4 2 6 10	Adquisición y tratamiento de señales fisiológicas 4 2 6 10	Reconocimiento de patrones 4 2 6 10	Dispositivos biomédicos 1 3 4 5
	Química 2 0 2 4	Mecánica clásica 3 1 4 7	Circuitos eléctricos 4 2 6 10	Electrónica I 4 2 6 10	Electrónica II 3 2 4 8	Instrumentación biomédica 2 2 4 6	Instrumentación biomédica avanzada 4 2 6 10	Ética y humanismo 0 4 4 4	Bioética 0 4 4 4
	Metrología 1 0 3 4		Algoritmos y programación básica 2 2 4 6	Programación avanzada 2 2 4 6	Métodos numéricos 2 2 4 6	Dibujo por computadora 0 4 4 4	Metodología de la investigación 2 0 2 4	Gestión de proyectos 2 2 4 6	Proyecto integral de Bioingeniería Médica 0 4 4 4
	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 4 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4	Fluidos y termodinámica en sistemas biomédicos 3 1 4 7	Análisis y síntesis de mecanismos 3 1 4 7	Electrónica digital y microcontroladores 4 2 6 10	Sistemas de asistencia y rehabilitación 2 2 4 6	Modelado y análisis de sistemas dinámicos 2 2 4 6	Control de sistemas dinámicos 2 2 4 6	
					Biomateriales 3 1 4 7	Biomecánica 2 2 4 6	Tecnología médica 1 2 2 4	Tecnología médica 2 2 0 4	
	Epistemología de la Bioingeniería Médica 3 3 6 9	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4	Tecnología médica aplicada 1* 0 2 2 2	Tecnología médica aplicada 2* 0 2 2 2	
							Bioestadística 3 1 4 7		
								Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5
								Optativa 3 1 3 4 5	
								Optativa 4 1 3 4 5	
	HT 17 HP 13 TH 30 CR 47	HT 16 HP 12 TH 28 CR 44	HT 20 HP 12 TH 32 CR 52	HT 22 HP 10 TH 32 CR 54	HT 21 HP 14 TH 35 CR 56	HT 14 HP 20 TH 34 CR 48	HT 21 HP 13 TH 34 CR 55	HT 15 HP 19 TH 34 CR 49	HT 8 HP 24 TH 32 CR 40





DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9																
							<table border="1"> <tr><td>3D modelling [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	3D modelling [†]	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Reconstrucción de imágenes médicas en 3D</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1		3		4		5
3D modelling [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Reconstrucción de imágenes médicas en 3D	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Tanatología</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tanatología	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1		3		4		5
Tanatología	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Aplicaciones móviles para la Bioingeniería Médica	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Biología molecular y celular</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Biología molecular y celular	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Artificial intelligence [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Artificial intelligence [†]	1		3		4		5
Biología molecular y celular	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Artificial intelligence [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
							<table border="1"> <tr><td>Executive skills [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Executive skills [†]	1		3		4		5	<table border="1"> <tr><td>Virtual reality [†]</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Virtual reality [†]	1		3		4		5
Executive skills [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
Virtual reality [†]	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Comunicación asertiva</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Comunicación asertiva	1		3		4		5								
Comunicación asertiva	1																							
	3																							
	4																							
	5																							
								<table border="1"> <tr><td>Tecnología de asistencia</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> </table>	Tecnología de asistencia	1		3		4		5								
Tecnología de asistencia	1																							
	3																							
	4																							
	5																							

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

➔ 20 líneas de seriación.
Créditos mínimos 25 y máximos 56 por periodo escolar.

[†] UA que programa prácticas escolares en centros de atención médico hospitalaria.
[†] UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 20 UA	55
	35
	90
	145

Total del núcleo básico: acreditar 20 total de UA para cubrir 145 total de créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	68
	49
	117
	185

Total del núcleo sustantivo acreditar 27 total de UA para cubrir 185 total de créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 18 UA	27
	41
	68
	95

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 4 UA	4
	12
	16
	20

Total del núcleo integral acreditar 22 total de UA para cubrir 115 total de créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	65
UA optativas	4
UA a acreditar	69
Créditos	445

Nota: Una vez que se hayan acreditado el total de créditos, el alumno deberá realizar un año de servicio social.





IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura en Bioingeniería Médica formar profesionistas con amplio espíritu de servicio, que sean capaces de aportar soluciones tecnológicas a la práctica médica con ética profesional, contribuyendo a:

- Seleccionar entre los distintos tipos de tecnologías: electrónica, mecánica y computacional, mediante las características y requerimientos identificados para plasmar propuestas de diseño.
- Seleccionar los requerimientos del usuario mediante software CAD y técnicas de validación por CAE, para sintetizar y validar propuestas de diseño de tecnologías para la salud.
- Preparar reportes e informes técnicos empleando software de ofimática para la conceptualización de una o varias propuestas de diseño de tecnología para la salud.
- Contribuir a la investigación, innovación y desarrollo de tecnología y servicios para la salud, mediante la valoración de problemáticas, necesidades y oportunidades en el área de la salud, para proponer soluciones que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población.
- Desarrollar hardware y software a través de lenguajes de programación, instrumentación, electrónica analógica y digital, para aportar propuestas de tecnología para la salud, garantizando su seguridad y accesibilidad.
- Valorar los aspectos clínicos, económicos, sociales, éticos, técnicos, organizacionales y normativos de las tecnologías para la salud, por medio de herramientas de evaluación para garantizar su desempeño adecuado a fin de optimizar su utilización y funcionamiento.
- Calificar las tecnologías para la salud con análisis objetivo que permitan formular recomendaciones y dictámenes para su mejora continua.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares y normas nacionales e internacionales vigentes aplicables a las tecnologías y servicios de la salud a través de metodologías de diseño, manufactura, innovación y/o servicio, para garantizar su calidad, seguridad y eficacia.
- Planificar programas de mantenimiento y adquisición de tecnologías de la salud a través de metodologías y software para la gestión de proyectos, para asegurar que estas respondan a las necesidades de salud de la población.
- Diseñar un modelo de negocio asociado al área de la salud a través de metodologías y herramientas para el manejo y análisis de datos para contribuir en la innovación y desarrollo de tecnología y servicios en el área de salud.



Objetivos del núcleo de formación:

Promoverá en el alumno el aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Examinar el marco referencial humanístico de la Bioingeniería Médica a través de las relaciones que establecen las dimensiones epistemológicas, éticas, axiológicas, bioéticas, culturales y sociales para tomar decisiones deliberativas como profesional del equipo de salud en escenarios reales.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Aplicar los elementos básicos para comunicarse en el idioma Inglés, en sus formas oral y escrita, en situaciones como: comprensión de reglas, experiencias y hábitos presentes y pasados siguiendo secuencias lógicas, restricciones y obligaciones, solicitud y concesión de permisos, referencia a sucesos significativos, comprensión y expresión de relaciones de causa y efecto, comprensión de ideas centrales en un discurso oral y escrito; así como detalles relacionados con información personal, secuencia de eventos y descripción de lugares.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. Expresiones en tiempos presentes

Objetivo: Expresar y comprender hechos, hábitos, rutinas, acciones en progreso y situaciones vigentes al momento de expresarse.

Contenidos:

- 1.1. Expresiones en tiempos presentes
 - 1.1.1. Hechos, hábitos y rutinas
 - 1.1.2. Acciones en progreso y acciones por llevarse a cabo
 - 1.1.3. Acciones reiterativas que tienen repercusiones en el presente
- 1.2. Consideraciones para el uso de tiempos presentes
 - 1.2.1. Frecuencia con que un hecho se lleva a cabo (adverbios de frecuencia)
 - 1.2.2. Estados y acciones
 - 1.2.3. Negación y formulación de preguntas
 - 1.2.4. Pronunciación y entonación de expresiones comunes en tiempo presente
- 1.3. Uso de la lengua en el ámbito académico y laboral

Unidad temática 2. Expresiones en tiempos pasados

Objetivo: Narrar hechos pasados utilizando una variedad de estructuras gramaticales que den coherencia y cohesión a la narración, e identificar elementos esenciales para la comprensión de ideas generales y particulares de una narración de eventos pasados.

Contenidos:

- 2.1. Expresiones en pasado
 - 2.1.1. Eventos concluidos
 - 2.1.2. Eventos que estuvieron en progreso en un punto en el pasado
 - 2.1.3. Eventos que tuvieron lugar en un punto anterior a una acción pasada
 - 2.1.4. Eventos concomitantes en el pasado
- 2.2. Consideraciones para el uso de tiempos pasados
 - 2.2.1. Elementos que dan secuencia a la narración
 - 2.2.2. Diversos recursos para expresar un evento pasado
 - 2.2.3. Negación y formulación de preguntas referentes a un evento pasado
 - 2.2.4. Pronunciación y entonación de expresiones comunes en tiempo pasado
- 2.3. Uso de la lengua en el ámbito académico y laboral



Unidad temática 3. La comparación

Objetivo: Identificar y expresar descripciones y opiniones en las que se comparen situaciones, objetos y personas.

Contenidos:

- 3.1. Comparaciones básicas
 - 3.1.1. Comparaciones con adjetivos monosílabos y polisílabos
 - 3.1.2. Uso de superlativos con adjetivos monosílabos y polisílabos
- 3.2. Otras estrategias para la comparación
 - 3.2.1. Atributos graduables y absolutos
 - 3.2.2. Similitud de dos situaciones, objetos o personas
 - 3.2.3. Aspectos de entonación y pronunciación de expresiones comparativas
- 3.3. Uso de la lengua en el ámbito académico y laboral

Unidad temática 4. Expresiones en futuro

Objetivo: Expresar e identificar anhelos, proyectos, predicciones y consecuencias lógicas en el futuro.

Contenidos:

- 4.1. Expresiones en futuro
 - 4.1.1. Planes y acuerdos en el futuro
 - 4.1.2. Promesas, ofrecimientos y predicciones
 - 4.1.3. Pronunciación y entonación de expresiones comunes en futuro
- 4.2. Resultados a futuro
 - 4.2.1. Causas y consecuencias presentes
 - 4.2.2. Posibles situaciones presentes y sus consecuencias futuras
- 4.3. Uso de la lengua en el ámbito académico y laboral



Unidad temática 5. Obligación, prohibición y permiso

Objetivo: Utilizar y comprender expresiones de obligación, prohibición y permiso.

Contenidos:

5.1. Expresiones de restricción y permiso

5.1.1. Obligación

5.1.2. Prohibición y permiso

5.1.3. Entonación y pronunciación al enunciar obligación, prohibición y permiso

5.2. Consideraciones para expresar obligación, prohibición y permiso

5.2.1. Grados de obligatoriedad y tolerancia

5.2.2. Falta de obligación

5.2.3. Negación del permiso

5.3. Uso de la lengua en el ámbito académico y laboral



VII. Acervo bibliográfico

Básico:

Clare, Antonia & JJ Wilson, 2011: *Speak Out Pre-Intermediate*. England: Pearson Education Limited.

Clare, Antonia, Et. All. 2011: *New Total English Pre-Intermediate*. United Kingdom: Pearson.

Goldstein, Ben, 2012: *The BIG Picture Pre-Intermediate*. United Kingdom: Richmond.

Hancock, Mark & Annie McDonald, 2009: *English Result Intermediate*. United Kingdom: Oxford University Press.

Kerr, Philip & Ceri Jones, 2006: *Straightforward Intermediate*. Thailand: MACMILLAN.

Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas: Aprendizaje, Enseñanza, Evaluación, en línea en: http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/marco/cvc_mer.pdf, consultado el 26 de septiembre de 2014.

Oxenden, Clive & Christina Latham-Koenig, 2012: *English File Intermediate*. United Kingdom: Oxford University Press.

Tilbury, Alex, Et. Al. 2010: *English Unlimited Pre-intermediate*. United Kingdom: Cambridge University Press.

Complementario:

Falla, Tim & Paul A Davies, 2008: *Solutions Pre-Intermediate*. United Kingdom: Oxford University Press.

Fusco, Kate, Et. All. 2006: *Attitude 4*. Thailand: Macmillan Publishers.

Goldstein, Ben & Leanne Gray, 2009: *NEW FRAMEWORK INTERMEDIATE*. United Kingdom: Santillana Educación/Richmond Publishing.

Redston, Chris & Gillie Cunningham, 2003: *Face2face Pre-intermediate*. United Kingdom: Cambridge University Press.

Stephenson, Helen, Et. Al. 2013: *Life Pre-Intermediate*. China: National Geographic Learning.