Facultad de Ingeniería
UNER

PLAN DE ESTUDIOS

MAESTRIA EN INGENERIA BIOMEDICA

PLAN DE ESTUDIOS - MAESTRÍA EN INGENIERÍA BIOMÉDICA

ÍNDICE

1- DENOMINACIÓN DE LA CARRERA **3**

2- FUNDAMENTACIÓN **3**

3- TÍTULO A OTORGAR **3**

4- OBJETIVOS **3**

4.1- Generales **3**

4.2- Específicos **4**

5- PERFIL DEL EGRESADO **4**

6- CARACTERÍSTICAS DE LA MAESTRÍA **4**

6.1- Nivel de formación 4

6.2- Tipo de Maestría 4

6.3- Modalidad **5**

6.4- Duración **5**

6.5- Requisitos de ingreso 5

6.6- Requisitos de graduación **5**

7- ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS 5

7.1- Ciclo de cursos obligatorios 6

7.2- Ciclo de cursos electivos 6

7.3- Detalle de cursos y carga horaria 6

7.4- Actividad de investigación y tutoría 7

7.5- Tesis 7

7.6- Reconocimiento de créditos 7

7.7- Plazos 8

7.8- Seguimiento 8

ANEXO I:
Delimitación de contenidos de los cursos 9

1- DENOMINACIÓN DE LA CARRERA

Este plan de estudios corresponde a la carrera de posgrado de **Maestría en Ingeniería Biomédica**, dictada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos (FIUNER).

2- FUNDAMENTACIÓN

Los últimos avances en biología y medicina alientan a encontrar soluciones a los problemas de salud de la sociedad derribando barreras que antes parecían insuperables. Estos avances no serían posibles sin el crecimiento del soporte tecnológico originado en la investigación y desarrollo de la ingeniería Biomédica. Tanto la actualización de conocimientos como el mejoramiento en la capacidad de resolver problemas tecnológicos cada vez más complejos e interdisciplinarios, requieren de un constante aporte en la capacitación de los profesionales para abordar desafíos de vanguardia. En este sentido, la Universidad tiene la responsabilidad de aportar constantemente a la formación de los profesionales en áreas específicas de la Ingeniería Biomédica alentando a la generación de conocimientos básicos y aplicados de calidad para ser vertidos en ámbitos académicos e industriales.

La maestría en Ingeniería Biomédica de la FIUNER posee una trayectoria reconocida a nivel nacional e internacional desde que comenzó a dictarse hace ya dos décadas. Desde sus inicios, se ha construido para ser un camino hacia la formación académica superior de los profesionales en aspectos avanzados de biomedicina, focalizando la capacitación en áreas específicas que requieren a la vez de afluentes interdisciplinarios. Sus sólidas bases provienen del consolidado soporte académico de la Facultad de Ingeniería que ha sido pionera en Latinoamérica y en Argentina en formar profesionales de grado en Bioingeniería y Bioinformática. Así, su reconocida historia ha conducido a elaborar esta propuesta de formación académica sobre aspectos básicos y aplicados avanzados en Ingeniería Biomédica para el avance de la ciencia y la tecnología al servicio de la medicina y la biología.

Para elevar la calidad de enseñanza e incentivar la formación de investigadores biomédicos que se incorporen en ámbitos públicos o privados, esta carrera precisa hoy de una reformulación de su plan de estudio que se encuentra vigente desde hace 10 años. El principal objetivo de esta modificación es incrementar los recursos humanos altamente capacitados con un esquema acorde a los avances modernos de la disciplina y de las renovadas capacidades de la institución.

3- TÍTULO A OTORGAR

La Universidad Nacional de Entre Ríos otorgará el título de **Magíster en Ingeniería Biomédica** a quienes hayan cumplido con todos los requisitos de graduación.

4- OBJETIVOS

4.1. Generales

_ Fortalecer la formación académica del egresado universitario en los aspectos conceptuales, metodológicos y experimentales, en áreas específicas de la Ingeniería Biomédica.

_ Contribuir a elevar la calidad de la enseñanza, el desarrollo científico - tecnológico y la investigación del tercer y cuarto nivel, para ser aplicados en ámbitos públicos o privados dedicados a mejorar la calidad de vida de la sociedad.

4.2. Específicos

_ Proporcionar al maestrando los conocimientos avanzados en un área de la Ingeniería Biomédica, mediante la acreditación de cursos de especialización y el desarrollo de un tema de investigación que constituirá su tesis de maestría.

_ Posibilitar la formación de recursos humanos altamente capacitados en ciencias exactas y biológicas.

_ Brindar la capacitación necesaria para aplicar en forma autónoma conceptos y métodos de la Ingeniería a la solución de problemas biomédicos que demande la sociedad.

_ Facilitar la generación de oportunidades para estimular el trabajo en grupos interdisciplinarios.

_ Fortalecer los laboratorios y grupos de investigación y desarrollo de la FIUNER y sus institutos asociados, y contribuir a la formación de sus docentes - investigadores.

_ Formar profesionales que se puedan integrar a diversos grupos o laboratorios de bioingeniería del país.

5- PERFIL DEL EGRESADO

La maestría en Ingeniería Biomédica aporta a la formación de cuarto nivel para que el posgraduado egrese con:

- Formación académica sólida en los aspectos conceptuales, metodológicos y experimentales en áreas específicas de la Ingeniería Biomédica.
- Capacidad para aplicar conceptos y métodos de la Ingeniería a la solución de problemas en distintos ámbitos de la medicina.
- Capacidad para abordar líneas de investigación de vanguardia y ser miembros activos en equipos de investigación de áreas específicas en Ingeniería Biomédica.
- Un estado avanzado del conocimiento y de la capacidad de innovación académica.

6- CARACTERÍSTICAS DE LA MAESTRÍA

6.1. Nivel de formación

Posgrado.

6.2. Tipo de Maestría

Académica, con una estructura curricular semiestructurada.

6.3. Modalidad

Presencial.

6.4. Duración

El plan de estudio de la Maestría en Ingeniería Biomédica está diagramado para que el maestrando pueda reunir los requisitos de graduación en un plazo máximo de 30 meses, conforme al cronograma lectivo universitario.

6.5. Requisitos de ingreso

Todos los aspirantes deberán cumplir con los requisitos del apartado II. CONDICIONES DE ADMISIÓN del Reglamento Académico de la Maestría en Ingeniería Biomédica. El Comité Académico de la Maestría decidirá sobre la admisión de cada postulante, para lo cual deberá presentar en la secretaría de posgrado de la Facultad de Ingeniería, los documentos solicitados conforme al artículo 10 del Reglamento.

6.6. Requisitos de graduación

Para obtener el título de Magíster en Ingeniería Biomédica, deberán cumplirse los siguientes requisitos:

- ✔ Alcanzar un mínimo de 540 horas en cursos obligatorios y electivos.
- ✔ Certificar un mínimo de 160 horas de actividades de investigación y tutoría.
- ✔ Presentar un documento de Tesis y aprobar la defensa de la misma.

Para el cumplimiento de dichos requisitos, la maestría se encuentra organizada de acuerdo al plan de estudios que se detalla a continuación.

7- ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

El plan de estudios de la Maestría en Ingeniería Biomédica consta de un mínimo de 210 horas en cursos del Ciclo de cursos Obligatorios y 330 horas en cursos del Ciclo de cursos Electivos, el desarrollo de una Tesis y 160 horas mínimas en actividades de investigación y tutoría. Cada Unidad de Crédito Académico (UCA) equivale a 15 horas de actividad académica bajo supervisión docente presencial, por lo cual el maestrando debe reunir un mínimo de 36 UCAs en cursos. Teniendo en cuenta las áreas temáticas de desarrollo de las tesis del Programa de Maestría, el maestrando con el aval de su Director de tesis (o en su defecto el Coordinador Académico de la Maestría) seleccionará por cuatrimestre, en función de los cursos ofrecidos, un plan personalizado de cursos electivos y actividades de investigación orientadas a la preparación de su tesis de maestría.

La cantidad de créditos y horas requeridas en cada actividad se indica en la siguiente tabla.

Actividad	UCAs	Horas
Ciclo de cursos obligatorios	14	210
Ciclo de cursos electivos	22	330
Investigación y tutoría	-	160
Totales	36	700

Finalmente, para alcanzar el título de Magíster en Ingeniería Biomédica el maestrando deberá realizar una Tesis de Maestría.

7.1. CICLO DE CURSOS OBLIGATORIOS

Los cursos obligatorios tienen como objetivo incorporar conocimientos epistemológicos y metodológicos iniciales para la formación en investigación, necesarios para un eficaz desarrollo de la Maestría, como así también el abordaje de temas básicos para el campo de la Ingeniería Biomédica. Estos cursos son obligatorios y poseen un régimen estructurado de cursado y aprobación. Dentro del ciclo de formación de cursos obligatorios, los maestrandos deben cumplir con 210 horas (14 UCAs).

7.2. CICLO DE CURSOS ELECTIVOS

Los cursos electivos comprenden temas que corresponden a áreas específicas del campo de la Ingeniería Biomédica. Los cursos deberán ser seleccionados con la orientación de su director de tesis y del área de trabajo del tema de tesis. Dentro de este ciclo, los maestrandos deben cumplir con 330 horas (22 UCAs). Debido a que la maestría aborda áreas científicas y tecnológicas que evolucionan constantemente, este ciclo consta de un conjunto de cursos de oferta regular cuyos contenidos podrán modificarse anualmente, pudiendo incluirse además la oferta de nuevos cursos aprobados por el Consejo Directivo de la FIUNER con el fin de mantener actualizados los contenidos de la carrera.

7.3. DETALLE DE CURSOS Y CARGA HORARIA

Ciclo de cursos	Código	Curso	Carga horaria (UCAs)
OBLIGATORIOS	MIB-1	Anatomía para Ingenieros.	60 (4)
	MIB-2	Fisiología y Biofísica para Ingenieros.	90 (6)
	MIB-3	Metodología y Ética de la Investigación Científica.	60 (4)
ELECTIVOS	MIB-4	Estadística y diseño de Investigación.	90 (6)
	MIB-5	Instrumentación, registro y procesamiento de señales electrofisiológicas.	60 (4)
	MIB-6	Elementos de Matemática Aplicada.	90 (6)
	MIB-7	Introducción al Método de Elementos Finitos.	60 (4)
	MIB-8	Biomecánica.	60 (4)

	MIB-9	Biofotónica y Óptica Biomédica.	60 (4)
	MIB-10	Fenómenos de Transporte en Ing. Biomédica.	60 (4)
	MIB-11	Ingeniería en Rehabilitación.	60 (4)
	MIB-12	Procesamiento Estadístico de Señales Biomédicas.	60 (4)
	MIB-13	Análisis tiempo-frecuencia y descomposición de señales.	60 (4)
	MIB-14	Biomateriales.	60 (4)
	MIB-15	Microelectrónica: tecnología y aplicaciones biomédicas.	90 (6)
		Otros cursos que anualmente apruebe el Consejo Directivo.	

7.4. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y TUTORÍA

Se realizarán en lugares de trabajos asignados por sus directores, preferentemente en la FIUNER, y no incluyen las horas dedicadas al desarrollo del manuscrito de la tesis de Maestría. Deberán ser certificadas por el Director de tesis del maestrando. En el marco de estas actividades, periódicamente el maestrando deberá exponer ante la comunidad académica de la FIUNER y al menos un integrante de la Comisión de Posdgrado, trabajos de investigación relacionados al campo de su investigación y/o desarrollo. Las horas que se deben consignar de esta actividad son mínimas, ya que el desarrollo de la tesis puede requerir más tiempo en función del trabajo requerido para completar la tesis.

7.5. TESIS

La Tesis deberá ser un trabajo individual de investigación, desarrollo tecnológico o diseño de gestión, orientado a dar cuenta del estado del arte en la temática seleccionada y/o de la implementación de una metodología pertinente, con orientación académica. Deberá contar con los elementos y estructura metodológica propios de un proyecto de investigación y/o desarrollo. Podrá tener un carácter teórico o experimental. La Tesis deberá ser aprobada según lo establecido en el Artículo 36 del Reglamento de la Carrera.

7.6. RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS

El maestrando podrá solicitar el reconocimiento de créditos por cursos que no formen parte de este plan de estudios, presentando certificados de aprobación y las planificaciones correspondientes. Esta acreditación quedará a criterio de la evaluación del Comité Académico de la Maestría, cuyos integrantes decidirán acerca de la pertinencia de los cursos para la carrera y de los créditos que pueden ser reconocidos. Podrán otorgarse hasta un máximo de 14 créditos por cursos externos a la carrera.

7.7. PLAZOS

- El plazo para la presentación del tema de tesis y la propuesta del director será de 6 meses desde la inscripción del maestrando. En esta instancia, se deberá presentar un resumen del tema de tesis, el cual deberá estar avalado por el director propuesto. El Comité Académico evaluará la propuesta y, si corresponde, avalará el tema de tesis y director. De lo contrario, solicitará al maestrando la reformulación del tema de tesis de acuerdo al artículo 22 del reglamento de la carrera.
- Al finalizar el primer año desde su inscripción, el maestrando deberá presentar el plan de tesis completo en el formulario provisto por el Comité Académico, en el cual deberá detallar el estado del arte del tema a desarrollar junto con una descripción de la metodología, herramientas, lugar de trabajo, recursos, cronograma y bibliografía a utilizar. La tesis debe ser programada para que sea desarrollada en un tiempo máximo de 18 meses. El Comité Académico evaluará la propuesta y, si corresponde, aprobará el tema y plan de tesis y director y/o codirector, y lo elevará al Decano para su Resolución. De lo contrario, solicitará al maestrando la reformulación del plan de tesis de acuerdo al artículo 24 del reglamento de la carrera. .
- El manuscrito final de la tesis deberá ser presentada al finalizar los 30 meses (dos años y medio) desde la inscripción del maestrando. Si por razones debidamente fundamentadas dicha tesis no se encuentra terminada, podrá solicitar una prórroga de hasta un año. Luego de los tres años y medio, la tesis deberá estar concluida. De no concluir con la tesis en el período mencionado, se procederá a la baja, excepto justificaciones extraordinarias que deberán ser analizadas por el Comité Académico de la maestría para su aprobación o rechazo.
- En el caso de maternidad o paternidad, se otorgará un adicional (previa presentación del certificado médico correspondiente), según lo establecido en el artículo 20 del Reglamento Académico de la carrera.

7.8. SEGUIMIENTO

Al año del ingreso a la carrera los maestrandos deberán exponer al Comité Académico el plan de trabajo de tesis explicando su elección, motivación y metodología seleccionada para llevarlo adelante. Esta instancia podrá realizarse mediante entrevista individual o exposición en seminarios organizados con fines de divulgación.

A los dos años de ingreso, se realizará otro encuentro, donde los maestrandos expondrán el estado de avance de su trabajo ante el Comité Académico, cuyos integrantes podrán sugerir acciones pertinentes a la organización del trabajo y/o cursos por realizar.

Además, el maestrando deberá completar anualmente una encuesta tendiente a mejorar su desempeño y relevar posibles inconvenientes para llevar a cabo sus estudios.

Anexo I

Delimitación de contenidos de los cursos

MIB-1 ANATOMÍA PARA INGENIEROS

Anatomía funcional de los sistemas del organismo.

MIB-2 FISIOLOGÍA Y BIOFÍSICA PARA INGENIEROS

Fisiología y Biofísica básica de los órganos y sistemas.

MIB-3 METODOLOGÍA Y ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN

Valores, estándares y prácticas de investigación. Responsabilidades y obligaciones del investigador. Roles del supervisor y del tesista. Normas de buenas prácticas científicas. Preparación de protocolos de investigación. Principios y normas éticas y jurídicas de investigación. Conceptos generales de metodología de investigación. Selección del problema de investigación. Revisión de la literatura. Hipótesis, objetivos y alcance de la investigación. Operacionalización de conceptos e identificación y de variables. Recolección y análisis de datos. Escritura de propuestas y reportes de investigación.

MIB-4 ESTADÍSTICA Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

Estadística y diseño de investigación . Principios básicos del diseño de investigación. Diseños de investigación de uso frecuente en ingeniería. Conceptos básicos de estadística. Estadísticas descriptivas. Inferencia estadística. Análisis estadístico de los datos generados por los distintos diseños de investigación. Interpretación de resultados de pruebas estadísticas.

MIB-5 INSTRUMENTACIÓN, REGISTRO Y PROCESAMIENTO DE SEÑALES ELECTROFISIOLÓGICAS.

Señales electrofisiológicas (electrocardiograma, electromiograma, electroencefalograma, potenciales evocados): generación, sensado, acondicionamiento y técnicas de registro. Introducción al procesamiento digital de señales específicas de cada señal.

MIB-6 ELEMENTOS DE MATEMÁTICA APLICADA.

Cálculo diferencial e integral de funciones escalares y campos vectoriales. Introducción a las Ecuaciones Diferenciales de primer y segundo orden. Espacios vectoriales. Matrices ortogonales. Diagonalización. Factorización de Matrices: descomposición en valores singulares y QR. Programación lineal: Método simplex. Programación no lineal: Optimalidad y dualidad en programación no lineal. Problemas de minimización de error cuadrático medio. Funciones ortogonales. Series de Fourier. Ecuaciones diferenciales

parciales (EDP) separables. EDP clásicas unidimensionales y problemas con valores en la frontera.

MIB-7 INTRODUCCIÓN AL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

Aproximaciones mediante el método de elementos finitos a la solución de modelos en ecuaciones diferenciales, integrales e integro-diferenciales.

MIB-8 BIOMECÁNICA

Cinemática. Sistemas y dispositivos de registro. Conceptos de antropometría. Dinámica. Modelos biomecánicos. Modelo de segmentos articulados. Medición de fuerzas y momentos: Transductores y Plataformas de fuerza. Procesamiento de datos. Energía mecánica y trabajo. Trabajo interno y externo. Eficiencia. Trabajo positivo y negativo de los músculos. Potencia mecánica muscular. Modelo predictivo. Ecuaciones de movimiento de Lagrange. Mecánica muscular. Electromiografía. Marcha normal y patológica. Análisis del movimiento humano.

MIB-9 BIOFOTÓNICA Y ÓPTICA BIOMÉDICA.

Introducción a la Biofotónica. Introducción de la luz con los sistemas biológicos. Técnicas Fluorescente y aplicaciones de óptica biomédica. Técnicas no fluorescentes y aplicaciones de óptica biomédica.

MIB-10 FENÓMENOS DE TRANSPORTE EN INGENIERÍA BIOMÉDICA

Análisis integral y diferencial de los mecanismos de transporte de cantidad de movimiento, energía y materia en medios continuos.

MIB-11 INGENIERÍA EN REHABILITACIÓN

Soluciones y dispositivos tecnológicos para la asistencia y/o recuperación de funciones motoras, sensoriales o cognitivas de personas en situación de discapacidad: principios y conceptos de diseño, funcionamiento, indicación y evaluación.

MIB-12 PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE SEÑALES

Señales aleatorias discretas. Filtrado óptimo y adaptativo. Filtrado de Wiener. Algoritmos LMS, RLS y variantes. Filtrado y suavizado de Kalman. Métodos de subespacios. Métodos de estimación espectral paramétricos y no paramétricos. Análisis de componentes independientes. Métodos avanzados de análisis de Señales.

MIB-13 ANÁLISIS TIEMPO-FRECUENCIA Y DESCOMPOSICIÓN DE SEÑALES

Transformada de Fourier. Frecuencia instantánea. Método de la señal analítica. Transformada de Hilbert. Teoremas de Bedrosian y Nuttall. Transformada de Fourier de tiempo corto. Transformada ondita Continua. Reassignment y Synchrosqueezing. Detección de crestas y extracción de modos. Wave-shape functions. Descomposición empírica en modos.

MIB-14 BIOMATERIALES

Biomateriales metálicos, cerámicos y poliméricos. Biomateriales naturales y aplicaciones de los biomateriales. Principios moleculares y celulares de la interacción con de los biomateriales. Ingeniería de tejidos.

MIB-15 MICROELECTRÓNICA: TECNOLOGÍA Y APLICACIONES BIOMÉDICAS.

Introducción al diseño CMOS. Modelos y simulación de circuitos CMOS. Circuitos digitales CMOS. Layout de circuitos microelectrónicos. Circuitos analógicos lineales. Fabricación y testeo de circuitos CMOS. Modelos, simulación y fabricación de dispositivos electrónicos de tamaño reducido. Aplicaciones biomédicas en microelectrónica.

OTROS CURSOS QUE ANUALMENTE AVALE EL COMITÉ ACADÉMICO DE LA MAESTRÍA Y APRUEBE EL CONSEJO DIRECTIVO.