

# LICENCIATURA EN INGENIERÍA BIOLÓGICA

## PLAN DE ESTUDIOS

### **Contenido**

1	Objetivos y perfil del egresado.....	2
1.1	Objetivo general.....	2
1.2	Objetivos particulares .....	2
1.3	Perfil del egresado.....	2
1.4	Título .....	3
2	Ingreso.....	4
3	Organización institucional.....	4
4	Estructura del plan de estudios.....	4
4.1	Desarrollo del trayecto académico.....	5
4.2	Descripción de las áreas de formación y sus agrupamientos.....	6
5.	Orientación pedagógica .....	14

# 1. Objetivos y perfil del egresado

## **1.1 Objetivo general**

La Ingeniería Biológica es una rama de la ciencia aplicada, involucrada en el entendimiento y resolución de problemas en biología y medicina utilizando métodos de ingeniería, ciencia y tecnología. Como objetivo general se pretende ofrecer una propuesta de grado de calidad y pertinencia que vincule los contenidos académicos con la actividad de ingeniería en el sector agro alimentario y la salud humana y animal, tanto en sus aplicaciones clínicas como de investigación.

La Ingeniería Biológica es en esencia interdisciplinaria, por tanto es prioridad integrar diversas áreas, introduciendo a los estudiantes en el uso de las nuevas tecnologías en el sector salud, veterinario y de la biología, incluyendo el desarrollo de productos y servicios médicos.

Sin perjuicio de que el estudiante elija un perfil particular, el objetivo general de esta formación es que aprenda a aprender. Se prevé que el egresado pueda adaptarse a diferentes actividades en el transcurso de su vida profesional.

## **1.2 Objetivos particulares**

Promover la adquisición de conocimientos específicos en Ingeniería Biológica capacitando al estudiante para la actividad profesional.

Dar respuesta a la demanda de profesionales capacitados en el vasto espectro abarcado por la Ingeniería Biológica. Esta realidad hace que las metas académicas deban adaptarse no sólo en lo referido a las tecnologías evolutivas sino también de acuerdo a los cambios culturales inherentes a la naturaleza social de algunas de sus aplicaciones.

Alcanzar una concepción integradora de los diversos campos del conocimiento en el ámbito del ejercicio de la Ingeniería Biológica, logrando una articulación coherente e integral que desafíe la solución al problema de aislamiento entre los diversos sectores del saber.

## **1.3 Perfil del egresado**

La tarea fundamental de un Licenciado en Ingeniería Biológica es la siguiente: dado un problema a resolver que involucre un sistema biológico, deberá ser capaz de comprender los conceptos biológicos básicos del mismo, comprender y modificar los modelos que lo describen y desarrollar una solución tecnológica para el mismo. Esta solución puede incluir: simulación numérica, desarrollo de algoritmos de procesamiento de datos, diseño de circuitos electrónicos o diseño de dispositivos mecánicos.

Las funciones del futuro egresado pueden ser muy variadas y frecuentemente oficiará como interfaz entre diversas especialidades. Según el perfil elegido, las competencias del egresado le permitirán:

Entender el funcionamiento de los sistemas fisiológicos y sus patologías a un nivel básico que le permita interactuar con diversos profesionales de la salud e investigadores en biología.

- Comprender el funcionamiento y aplicación del equipamiento de diagnóstico por imágenes.
- Identificar los mecanismos para la adquisición y procesamiento de señales biológicas
- Desarrollar algoritmos de procesamiento de señales e imágenes.
- Modelizar y simular sistemas biológicos así como desarrollar tecnología para los mismos.
- Identificar las diversas áreas e instalaciones de una institución de salud y comprender los conceptos sobre el gerenciamiento integral de las tecnologías electro-médicas.
- Utilizar conceptos de contabilidad, costos y proyectos de inversión.
- Contar con los conocimientos para interactuar con equipos de desarrollo de software.
- Comprender las normas de seguridad que involucra el equipamiento en la ingeniería biológica.

Las áreas de desempeño profesional y de investigación de las que podrán participar los futuros profesionales que genere este plan de estudios serán, entre otras, las siguientes:

- Biomecánica.
- Bio Instrumentación.
- Señales e Imágenes Biológicas.
- Agro industrial.

#### **1.4 Título**

Se expedirá el título de Licenciado en Ingeniería Biológica. El estudiante habrá satisfecho las condiciones académicas para recibir dicho título si cumple con todos los requisitos siguientes:

- Reunir el mínimo de créditos por área temática, actividades integradoras y grupo de áreas según se establece en el capítulo correspondiente.
- Haber aprobado la pasantía o formación equivalente.
- Haber aprobado la Tesina de licenciatura.
- Reunir un total de créditos mínimo de 360.
- Tener su currículum (perfil) aprobado por la Comisión de Carrera.

## 2.- Ingreso

Se espera que los estudiantes que ingresen cuenten con una formación científica básica, equivalente a la prevista por los bachilleratos de orientaciones científico-tecnológicas y ciencias biológicas.

## 3.- Organización institucional

De acuerdo a lo establecido en la ordenanza de grado, la carrera contará con una comisión de carrera integrada por miembros de los tres órdenes, que estará a cargo de la implementación del plan de estudios y de su seguimiento.

Asimismo, se contará con la figura del Director de Carrera, que será elegido en base a los criterios establecidos en la ordenanza.

## 4.- Estructura del plan de estudios

La Facultad de Ingeniería se ha propuesto diversificar su oferta e introducir una nueva trayectoria de formación para alcanzar niveles de titulación de grado. Esta propuesta en particular, se trata de una formación universitaria, de 8 semestres de duración, cuyo diseño se ajusta a las orientaciones de la Ordenanza de Grado.

El plan se estructura en torno a cursos semestrales. Se establece un sistema de créditos y áreas temáticas. El plan de estudios se organiza en grandes áreas de formación que corresponden a un sector de conocimiento de la ciencia, sus aplicaciones o actividades integradoras (proyectos, talleres, trabajos especiales, pasantía).

La unidad de medida del avance y fin de la carrera es el crédito, que tiene en cuenta las horas de trabajo requeridas por una unidad curricular para su adecuada asimilación, incluyendo en estas horas las que corresponden a clases, trabajo asistido y trabajo estrictamente personal. Un crédito equivale a 15 (quince) horas de trabajo.

Duración	8 semestres
Estructura organizativa básica	Semestral
Créditos mínimos	360

*Cuadro 1: Carrera de Licenciado en Ingeniería Biológica.*

El currículo es semi-abierto. La existencia de mínimos por área de formación y por grupo de áreas brinda diferentes niveles de flexibilidad, tal como se explica más adelante.

En el Anexo A.2 se muestra, a modo de ejemplo, una posible implementación y se estiman los créditos optativos y requeridos por área de formación de la misma.

#### **4.1. Desarrollo del trayecto académico**

El estudiante tiene la posibilidad de elegir, a partir de un menú de electivas, actividades curriculares específicas que definan su orientación profesional.

Se prevé la existencia de un Tutor para cada estudiante que actuará en coordinación con la Comisión de Carrera en aquellas situaciones en las que se requiera un nexo entre las inquietudes de los alumnos y la amplia variedad de aspectos involucrados en el tránsito hacia la vida profesional. Dicho tutor apoyará al estudiante en la conformación de su perfil profesional y concentrará todas las dudas referentes a la inserción laboral de los alumnos, sus pasantías supervisadas y su tesina de grado. Se mantendrá en permanente contacto con los alumnos que buscan sus pasantías, con las empresas que buscan sus pasantes y con los docentes de las asignaturas relacionadas.

La metodología de enseñanza estará fuertemente orientada a la resolución de problemas, por lo cual en todos los años de la carrera se realizarán talleres, seminarios y proyectos en los cuales los estudiantes integren conocimientos de diferentes áreas. Un eje central de esta propuesta lo conformarán las asignaturas integradoras, por ejemplo los Proyectos de Ingeniería Biológica, los cuales serán cursados por el estudiante todos los años y en los cuales se enfrentará a problemas que integren los conocimientos aprendidos en el propio año.

Finalizando el desarrollo de la carrera aparecen áreas específicas como “Biomecánica”, “Bioinstrumentación”, “Señales e Imágenes Biológicas” y “Agroindustria”. Estas áreas de especialización se instrumentan en los llamados perfiles, que son conjuntos de asignaturas electivas técnicas con una coherencia temática dentro de las áreas mencionadas, y que imponen algunos requisitos de créditos mínimos. La descripción detallada y un ejemplo de implementación de alguno de dichos perfiles se encuentra en los Anexos.

En el último semestre (octavo) el estudiante deberá realizar una tesina cuyo alcance le permita adquirir conocimiento del estado del arte en alguna sub-área de la Ingeniería Biológica, mediante la resolución de un problema. El mismo debe ser, en lo posible, una aplicación realista de la Ingeniería Biológica en nuestro medio, adecuada a la formación y experiencia de los estudiantes. Es deseable que se trate de un problema semi-abierto, en el sentido de que admita un conjunto de soluciones factibles, a ser evaluadas por los estudiantes.

El diseño ordena el conjunto de unidades curriculares en tres grupos de áreas en el marco de las cuales se organizan los distintos cursos. Estos grupos son: formación básica, fundamentos de ingeniería, y formación profesional integrada. A ello se le suma un conjunto de actividades integradoras como la elaboración de la tesina de fin de carrera, y el desarrollo de actividades de inserción social, como pasantías en hospitales, empresas y centros de investigación.

#### **4.2 Descripción de las áreas de formación y sus agrupamientos.**

En la siguiente tabla se explicitan los mínimos por grupo de áreas y los mínimos de las áreas de formación. Los grupos de áreas de formación se describen como:

- **Formación Básica.** Incluye ciencias exactas y naturales donde el estudiante deberá aprender las herramientas básicas de la matemática, física y química que permitan realizar el modelizado y simulación de sistemas biológicos complejos. También incluye ciencias biológicas donde el estudiante adquirirá los conocimientos elementales de biología, anatomía y fisiología, que permitan una comprensión básica del funcionamiento de los diversos sistemas biológicos.
- **Formación Tecnológica Fundamental:** El estudiante deberá desarrollar conocimientos básicos en las diversas áreas de la ingeniería, que estén involucradas en la ejecución de la solución de un problema biológico. Algunos conocimientos básicos en esta categoría son: teoría de circuitos, mecánica de fluidos, física de materiales, procesamiento de señales.
- **Formación complementaria:** El estudiante deberá desarrollar habilidades que permitan su inserción en la sociedad. Deberá trabajar en los aspectos sociales, éticos, asistenciales, legales y ambientales de su profesión. Se prevé que el estudiante realice actividades de extensión universitaria.
- **Formación Tecnológica:** Son las que conformarán la orientación profesional de los estudiantes. Serán unidades curriculares mayormente electivas que contribuirán a la introducción del estudiante en una de las áreas de desempeño de la Ingeniería Biológica: “Biomecánica”, “Bioinstrumentación”, “Señales e Imágenes Biológicas” y “Agroindustria”.

<b>Grupo</b>	<b>Área de Formación</b>	<b>Créditos Mínimos</b>
<b>Formación básica</b>	Matemática	60
	Física	30
	Química	10
	Informática	20
	Biología	15
	Mínimo del grupo	<b>150</b>
<b>Formación tecnológica fundamental</b>	Señales y sistemas	15
	Procesamiento de Señales	15
	Ingeniería Eléctrica	5
	Ingeniería Biológica	20
	Control	5
	Ingeniería Mecánica	0
	Mínimo del grupo	<b>70</b>
<b>Formación complementaria</b>	Ingeniería y sociedad	4
	Ingeniería industrial	4
	Mínimo del grupo	<b>10</b>
<b>Formación tecnológica</b>	Unidades curriculares tecnológicas	25
<b>Formación profesional Integradora</b>	Tesina + proyectos + pasantía	25
	Mínimo del grupo	<b>60</b>
<b>Mínimo para titulación</b>		<b>360</b>

Tabla 1: Créditos mínimos por materia.

- **Formación profesional integradora:** El futuro profesional deberá realizar tareas que integren varios conocimientos de diversos ámbitos de la ingeniería, así como también interactuar con la biología, la medicina y la veterinaria, entre otras. También se deberán desarrollar otro tipo de habilidades, como la gestión de proyectos, el emprendedurismo, y los aspectos económicos de la ingeniería. Se hace imprescindible entonces contar con actividades integradoras, donde el estudiante combine las habilidades mencionadas anteriormente para la solución de un problema concreto. Estas actividades se realizarán en forma de pasantías, talleres y proyectos, culminando en la tesina de licenciatura.

## ***Áreas de formación básica***

### **Matemática**

La matemática introduce al estudiante desde los comienzos de su carrera en el razonamiento abstracto y desarrolla metodologías de trabajo esenciales para su formación. Aporta las herramientas necesarias para comprender otras asignaturas técnicas. En la carrera de Licenciado en Ingeniería Biológica esto es particularmente importante, por lo que las asignaturas correspondientes se continuarán desarrollando más allá de los primeros años de la carrera.

Algunos de los temas que pueden integrarse en las unidades temáticas del área son:

- Álgebra lineal.
- Cálculo diferencial e integral en una y varias variables.
- Funciones de variable compleja.
- Ecuaciones diferenciales.
- Probabilidad y estadística.
- Transformadas integrales.
- Métodos numéricos
- Optimización.

### **Física**

Los cursos de Física tienen el objetivo de desarrollar la intuición sobre los fenómenos físicos y la capacidad de modelizar la realidad tanto cualitativa como cuantitativamente. Algunos de estos cursos proveen además los conocimientos básicos de electromagnetismo sobre los que se basa la mayor parte de las técnicas de la Ingeniería Eléctrica necesarias para esta carrera.

Algunos de los temas que pueden integrarse en las unidades temáticas del área son:

- Magnitudes y propagación de errores.
- Mecánica
- Termodinámica.
- Electromagnetismo.
- Física moderna.
- Biofísica.

### **Química**

Su objetivo en la formación es brindar los conocimientos básicos de Química para la interpretación de las propiedades y comportamiento de la materia.

Ejemplo de los temas que incluye:

- Química orgánica.
- Bioquímica.
- Fisicoquímica.

### **Biología**

La finalidad de la formación biológica básica es brindar una comprensión elemental de los procesos involucrados en los sistemas biológicos. Esta comprensión es necesaria tanto para colaborar en el modelado y la simulación de sistemas, como para el desarrollo de soluciones tecnológicas que tengan que integrarse con un sistema biológico.

Algunos de los temas que integrarán esta área:

- Anatomía.
- Fisiología.
- Biología celular y molecular.
- Patología.
- Biología computacional.

### **Informática**

Las principales finalidades que debe cumplir esta área de formación son por una parte transmitir el concepto de un sistema informático como conjunto de elementos materiales y lógica almacenada, organizado en distintos niveles, y capaz de adaptarse a la resolución de diversos problemas. Por otra parte, brindar una formación en el manejo de sistemas informáticos que incluya herramientas mínimas como el manejo de un lenguaje de programación y el conocimiento de algún sistema operativo. Finalmente consolidar esta formación a través de la resolución de problemas mediante programación con las herramientas adquiridas, poniendo especial énfasis en la claridad del código, su modularidad y su reutilización en otras aplicaciones como estilo de trabajo.

Algunos de los temas que integrarán esta área:

- Programación estructurada.
- Programación de sistemas de tiempo real.
- Programación orientada a objetos.
- Arquitectura de Sistemas.
- Algoritmos y estructuras de datos.
- Sistemas Operativos.

## ***Áreas de formación tecnológica fundamental***

### **Señales y sistemas**

Esta materia comprende algunos temas básicos para todas las ramas de la Ingeniería Biológica. Son herramientas tradicionalmente asociadas con la Ingeniería Eléctrica. Está formada en su mayoría por asignaturas comunes para todos los estudiantes de la carrera.

El objetivo de esta materia es brindar los modelos de componentes básicos, las herramientas analíticas para el estudio de los sistemas lineales, continuos y discretos, y las técnicas de medida que permiten contrastar los modelos con la realidad.

Algunos ejemplos de los temas que integran las asignaturas de esta materia:

- Componentes elementales.
- Métodos de resolución de circuitos.
- Realimentación y estabilidad.
- Muestreo y procesamiento digital. Procesos estocásticos.
- Funciones de sistema.
- Análisis de Fourier de señales analógicas y discretas.

### **Procesamiento de señales**

Esta área comprende algunos temas básicos del procesamiento de señales, tanto desde el punto de vista analógico como del digital, incorporando dos abordajes: a) la adquisición y el procesamiento de señales para extraer una información deseada a priori y b) la interpretación de la naturaleza de un proceso físico basado en la observación de una señal o en la observación de como el proceso altera la señal. El objetivo fundamental de esta área consiste desarrollar herramientas específicas en aquellos abordajes insertándolos dentro de la realidad que imponen los sistemas biomédicos y biológicos. Para este fin la Teoría de señal y todos los fundamentos del procesamiento de señales deben puestos a prueba sobre eventos biológicos concretos, trabajando sobre datos reales obtenidos en laboratorios y centros asistenciales.

Esta área incluye temas tales como:

- Reconocimiento de patrones.
- Tratamiento estadístico de señales.
- Procesamiento de señales biológicas.
- Tratamiento de imágenes.

### **Ingeniería Eléctrica**

Esta área tiene dos objetivos fundamentales: estudiar la operación de dispositivos semiconductores elementales y algunas de sus aplicaciones a circuitos analógicos y digitales de mayor escala, así como estudiar los sistemas digitales de procesamiento de información basados en microprocesadores y/o microcontroladores.

Ejemplos de los temas incluidos en las unidades temáticas de esta área son:

- Modelos de los dispositivos electrónicos elementales: diodo, transistor bipolar, transistor de efecto de campo.
- Aplicación de estos dispositivos a funciones de amplificación y generación de formas de onda.
- Aspectos eléctricos de los circuitos integrados analógicos y digitales: modelo de amplificadores operacionales y familias lógicas.
- Introducción a las medidas eléctricas.
- Diseño de circuitos integrados.
- Análisis, síntesis y técnicas de implementación de circuitos combinatorios y secuenciales.
- Operación, arquitectura y software de base de sistemas basados en microprocesador.
- Sistemas basados en procesadores digitales de señales (DSPs).

### **Ingeniería Mecánica**

Su objetivo es brindar conocimientos que permitan la comprensión de la operación de los dispositivos mecánicos sin entrar en aspectos de diseño. Estos dispositivos actúan en directa vinculación con dispositivos eléctricos o electrónicos en muchos sistemas. Por lo tanto esta área complementará la formación de algunos perfiles de egresados de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Biológica.

Algunos de los temas que integran esta área son:

- Mecánica del continuo.
- Mecánica de fluidos.
- Mecánica computacional.

### **Control**

En esta área se estudia un conjunto de técnicas orientadas a analizar el comportamiento de sistemas dinámicos y a sintetizar sistemas cuyo comportamiento cumpla con especificaciones predeterminadas. El objetivo de esta materia es la adquisición por parte del estudiante de conceptos fundamentales que le permitan obtener modelos matemáticos sencillos de procesos físicos, usar técnicas de control realimentado para analizar su comportamiento y diseñar controladores para estos procesos.

Comprende en su temática:

- Técnicas y características de control realimentado.
- Control óptimo.

- Control no lineal.

### **Ingeniería Biológica**

Esta área comprende el conjunto de tecnologías aplicadas que son la intersección entre Biología, Biomedicina e Ingeniería. La motivación principal es la interacción multidisciplinaria con médicos y biólogos para generar nuevos métodos de diagnóstico y de análisis, así como colaborar en la evaluación de tecnología biomédica en centros asistenciales. La columna vertebral es el maridaje entre fisiología y ciencias de la ingeniería, tratando de explicar cada fenómeno biológico desde un punto de vista ingenieril, modelando en forma analítica y numérica cada sistema de forma tal que la experimentación “in silico”, “in vitro” e “in vivo” se encuentre perfectamente regida por leyes físicas matemáticas identificables tras su ecuación diferencial o proceso estocástico subyacente. Este abordaje permite pasar a ver como ese sistema biológico o fisiológico puede ser medido a través del desarrollo de la técnica de medición correspondiente sea invasiva o no invasiva. Se dedicará una parte sustantiva a la validación de equipamiento biomédico según las normas internacionales en laboratorios de investigación. Una vez comprendido el principio fisiológico, se analizará el proceso patológico correspondiente y las herramientas de diagnóstico precoz integrando todo el contenido curricular impartido. Finalmente se desarrollarán conceptos de asistencia y tratamiento como prótesis, órganos artificiales, interfaz cerebro computadora, entre otros.

Esta área incluye temas tales como:

- Ingeniería de los sistemas de salud.
- Instrumentación biomédica.
- Sensores y acondicionadores de señal.
- Modelización y simulación numérica de sistemas biológicos.
- Diagnóstico por imágenes.
- Fisiología Cuantitativa.
- Fisiopatología.
- Biomecánica.
- Órganos artificiales y prótesis.

### ***Formación Tecnológica***

En esta área se incluyen las siguientes unidades temáticas, que profundizan el tratamiento de algunos de los temas descritos, de acuerdo al perfil elegido por el futuro egresado:

- Biomecánica.
- Bioinstrumentación.
- Señales e Imágenes Biológicas.
- Agroindustria.

## ***Actividades Integradoras***

La principal de estas actividades será un proyecto distribuido a lo largo de toda la carrera que culmina con la tesina final de la carrera. Durante las diferentes etapas del proyecto el estudiante deberá encarar problemas de complejidad adecuada a la formación que disponga en cada momento.

Se incluyen en esta área otras instancias de prácticas de ejercicio de la ingeniería como pasantías o módulos de taller.

## ***Formación complementaria***

### **Ingeniería y sociedad:**

La finalidad de esta materia es dar al ingeniero una visión que le ayude a comprender el funcionamiento del entorno social, económico y del medio ambiente en que se inserta la ingeniería y los efectos de su acción sobre ese entorno. Aportará además el conocimiento de la existencia de otras herramientas para comprender y encarar estos problemas.

Comprende temas como:

- Implicancias sociales y ambientales de la tecnología.
- Sociología.
- Economía.
- Ética

### **Ingeniería industrial:**

Esta materia trata de los aspectos organizacionales, económicos y de gestión de los sistemas de producción de bienes y servicios, que apoyan la toma de decisiones en ese contexto.

Su objetivo en la carrera de Ingeniería Biológica es sensibilizar en la problemática vinculada a los mencionados aspectos de un sistema de producción y mostrar la existencia de metodologías sistemáticas para su abordaje. Si bien la estructura de este plan de estudios permite la organización de currículos en que esta materia se trate con mayor amplitud, se considera que la mayor parte de los licenciados deberán profundizar su formación en estos temas en estudios posteriores al grado.

Incluye temas como:

- Legislación y Relaciones Industriales
- Higiene y seguridad industrial.
- Costos y administración.
- Gestión Empresarial

## 5. Orientación pedagógica

La orientación pedagógica de la licenciatura se estructura en torno a varios principios fundamentales: interdisciplinariedad, aprendizaje orientado a problemas y colaboración.

El foco de la enseñanza debe estar en la formación del pensamiento crítico, la capacidad de análisis, la integración de conocimientos y el rigor metodológico. Esto debe estar soportado sobre pilares sólidos de conocimientos en ciencias básicas y en la aplicación del método científico. Al mismo tiempo, no se debe dejar de lado el incentivo de la imaginación, la creatividad y la proactividad, como herramientas fundamentales para la creación de soluciones originales a problemas complejos.

Esta carrera incentivará desde el inicio el uso de nuevas tecnologías para afrontar los diferentes desafíos que se presentan debido a los condicionantes geográficos.

Se utilizarán sistemas de videoconferencias para recibir cursos de profesores de otras carreras y ubicaciones geográficas. Se incentivará que la gran mayoría de las clases sean transmitidas de forma tal de permitir un acceso universal a las mismas y el mejor aprovechamiento de los recursos docentes.

Se apuntará fuertemente al archivo de las clases en formato audiovisual, mediante las herramientas disponibles por la Universidad (CSE). De esta manera se podrá generar contenido reutilizable para los propios estudiantes y para estudiantes de otras carreras.

Los materiales didácticos se organizarán haciendo uso de las herramientas tecnológicas disponibles, en particular aquellas que faciliten el acceso a la distancia. Se fomentará el uso de estas herramientas entre los estudiantes para facilitar la comunicación entre los mismos, y con los docentes. Sobre todo pensando en un contexto descentralizado, donde las distancias geográficas son considerables.

---

Res. CFI – 30/5/2013, 4/7/2013, 29/8/2013, 26/9/13

Res. CDC – 17/9/2013

Pub. D.O.– 23/10/2013