

Asignatura: **ANATOMÍA PARA INGENIEROS**

Código:	RTF	4
Semestre: Tercero	Carga Horaria	48
Bloque:	Horas de Práctica	12

Departamento: Bioingeniería

Correlativas:

- Química Orgánica y Biológica

Contenido Sintético:

- Generalidades de Anatomía
- Columna Vertebral
- Tórax
- Abdomen
- Pelvis y Perineo
- Miembro Superior e Inferior
- Cabeza y Cuello
- Sistema Nervioso

Competencias Genéricas:

- CG5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.
- CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.
- CG9. Competencia para aprender en forma continua y autónoma

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

CE8.A3: Utilizar y aplicar nociones de biología celular, histología, anatomía, fisiología humana, física médica y fisiopatología, para la comprensión del funcionamiento de los sistemas biológicos y su interacción con la investigación científica básica y aplicada y desarrollos tecnológicos, logrando una intercomunicación adecuada con otros profesionales de la salud.

# Presentación

Anatomía para Ingenieros se ubica en el segundo año de la carrera de Ingeniería Biomédica. Los contenidos de la asignatura han sido seleccionados teniendo en cuenta el perfil del egresado de esta Carrera, y coordinados tanto verticalmente, con las asignaturas previas y posteriores, como horizontalmente con las otras asignaturas que se dictan en el mismo cuatrimestre.

Anatomía para Ingenieros es una asignatura básica que procura proveer al estudiante datos primordiales acerca de la estructura del cuerpo humano. Hace hincapié en la anatomía macroscópica para lo cual se basa en los siguientes ítems:

A) Conceptualización general de cada órgano y/o región anatómica, con una descripción de su origen embriológico.

B) Descripción de los órganos (forma, tamaño, peso, relaciones) y breve referencia funcional propia y del aparato o sistema que integra.

La enseñanza se realizará partiendo de lo básico a lo específico centrándose fundamentalmente sobre puntos críticos y comunes del temario, sin caer en ninguno en particular, para que el alumnado tenga una sólida y amplia formación de los principios de cada uno de los módulos.

El nivel alcanzado deberá ser el suficiente para que el estudiante pueda profundizar por sí solo en detalle cualquier tema específico dentro del área estudiada y le permita integrar equipos interdisciplinarios con una formación acorde. Durante el desarrollo de Anatomía para Ingenieros el alumno adquirirá los conocimientos de la estructura anatomía normal humana, en particular aquellas que están en relación directa con la Ingeniería Biomédica, que les serán de utilidad al momento de aplicar estos conocimientos en los equipamientos más utilizados en la medicina hoy en día, ya sean éstos para diagnóstico, análisis, tratamiento, seguimiento de pacientes, investigación, etc., aportando al educando conceptos que le permitirán enfrentar los desafíos reales e interactuar con otros profesionales de esta área.

## En referencia a los procesos de aprendizaje

La Asignatura plantea el proceso de aprendizaje desde una situación de revisión constante, donde el docente y el estudiante estén dispuestos a controlar sus procesos de aprendizaje, darse cuenta de lo aprendido, comprender las exigencias de las tareas y responder adecuadamente a la misma, Identificar aciertos y dificultades del proceso, poder valorar los logros y encarrilar los desaciertos.

Estas estrategias suponen integrar, relacionar y apropiarse de la información transformándola en un contenido significativo y real dando a los contenidos la profundidad y la interrelación que estos tengan. A su vez, la reconstrucción, organización y sistematización de la información, en conjunto con la aplicación práctica, validará los contenidos adquiridos.

El plantel docente confeccionará una Guía de Trabajo Práctico que será entregada a los estudiantes con anticipación a la actividad correspondiente. Esta Guía se conformará de la

siguiente manera: en primer lugar, se expondrán los objetivos del trabajo práctico, solicitando al estudiante que lea atentamente los mismos, con el fin de otorgarle una idea en conjunto de la presente actividad. A continuación, se detallarán las actividades a realizar durante la actividad práctica. Las actividades prácticas consisten en trabajos prácticos de laboratorio, donde se trabajará fundamentalmente en la interpretación y manejo de los datos de casos reales, su relación con la teoría aprendida y la interrelación de distintas disciplinas.

## Contenidos

### **Eje temático 1: Generalidades de Anatomía.**

Planimetría. Planos. Ejes. Posición anatómica. Esqueleto: axial y apendicular. Cinturas. Huesos. Tipos de huesos de acuerdo a su forma y estructura. Articulaciones. Tipos. Clasificación. Músculos. Disposición de los principales grupos musculares.

### **Eje temático 2: Columna Vertebral**

Columna Vertebral. Número de vértebras. Características generales de las vértebras. Características particulares de las vértebras en cada región de la columna vertebral. Articulaciones de la Columna Vertebral. Articulaciones intervertebrales. Columna vertebral en conjunto.

### **Eje temático 3: Tórax**

Caja Torácica: Esqueleto del Tórax. Articulaciones del Tórax. Esternón, Costillas, Cartílagos Costales. Músculos del Tórax. Inserción, inervación, irrigación y relaciones. Región axilar. Diafragma. Mecánica respiratoria. Anatomía topográfica del tórax. Órganos Torácicos. Aparato respiratorio. Tubo digestivo intratorácico: Constitución Anatómica, segmentación, Irrigación, Inervación, límites y Relaciones. Corazón: Constitución Anatómica, Irrigación, Inervación, límites y Relaciones. Arterias y venas del sistema vascular. Aorta. Concepto del paquete vasculonervioso. Sistema Linfático, grupos ganglionares. Mediastino Concepto. Límites. División, Elementos que conforman cada compartimiento. Sistema ácigos. Conducto torácico. Nervios: vago, frénico, cadena simpática latero vertebral. Nervios espláncnicos.

### **Eje temático 4: Abdomen**

División del Abdomen, límites y Regiones. Trayecto inguinal. Músculos del abdomen: inserción, inervación y acción.. Fascias y aponeurosis de la región. Anatomía topográfica del abdomen. Órganos del Abdomen. Aparato Digestivo. Peritoneo. Hígado, Vías biliares, Vesícula Biliar, Páncreas: Constitución Anatómica, segmentación, Irrigación, Inervación, límites, Relaciones y Proyección en superficie

### **Eje temático 5: Pelvis y Perineo**

Esqueleto de la Pelvis. Articulaciones de la Pelvis: Sífnisis Púbrica. Articulación Sacroilíaca. Ligamentos Sacrotuberoso y Sacroespinoso. Membrana Obturatriz. Órganos de la Región Lumbar y de la Pelvis Menor. Órganos Lumbares. Órganos Urinarios: Constitución Anatómica, Segmentación, Irrigación, Inervación, Límites Y Relaciones. Órganos Genitales Masculinos: Constitución Anatómica, Segmentación, Irrigación, Inervación, Límites Y Relaciones. Órganos Genitales Femeninos: Constitución Anatómica, Segmentación, Irrigación, Inervación, Límites Y Relaciones. Anatomía Topográfica del Periné: Periné Masculino. Periné Femenino.

### **Eje temático 6: Miembro Superior e Inferior**

**Extremidad Superior:** Anatomía Topográfica del Miembro Superior: Hombro. Brazo. Codo. Antebrazo. Región del Carpo o Región Carpiana. Mano. Esqueleto y Articulaciones del

Miembro superior. Músculos y Fascias del Miembro superior. Arterias, Venas, Nódulos Linfáticos y Vasos Linfáticos del Miembro Superior. Plexo Braquial. Anatomía Funcional del Miembro Superior. Mecánica Articular.

**Extremidad Inferior:** Anatomía Topográfica del Miembro Inferior: Región De La Cadera.

Muslo. Rodilla. Pierna, Región del Tobillo o Talocrural. Pie. Esqueleto del Miembro Inferior. Articulaciones. Músculos y Fascias del Miembro Inferior. Arterias, Venas, Nódulos Linfáticos Y Vasos Linfáticos. Plexo Lumbar, Plexo Sacro. Anatomía Funcional del Miembro Inferior. Mecánica Articular. Aparato de Sostén y de Movimiento.

### **Eje temático 7: Cabeza y Cuello**

Anatomía Topográfica de la Cabeza y del Cuello: Cráneo. Cara. Cuello. Esqueleto de la Cabeza y del Cuello. Articulaciones de la Cabeza y del Cuello. Músculos de la Cabeza y del Cuello. Fascia Cervical. Vasos de la Cabeza y del Cuello: Arterias. Venas. Linfáticos. Nervios de la Cabeza y del Cuello: Nervios Craneales. Plexo Cervical. Plexo Braquial. Ramos Posteriores o Dorsales de los Nervios Cervicales. Porciones Cervical y Cefálica del Sistema Nervioso Autónomo. Órganos de los Sentidos. Órgano del Olfato u Olfatorio. Órgano de la Visión. Órgano Vestibulococlear. Estructuras Anatómicas de los Aparatos Digestivo Y Respiratorio contenidas en la Cabeza y en el Cuello

### **Eje temático 8: Sistema Nervioso**

**Sistema Nervioso Central:** Configuración externa e interna. División del Sistema Nervioso Central. Médula Espinal. Encéfalo. Sistema Nervioso Autónomo. Centros del Sistema Nervioso Autónomo. Porción Simpática del Sistema Nervioso Autónomo. Porción Parasimpática del Sistema Nervioso Autónomo. Superposición y Antagonismo de las Porciones Simpática y Parasimpática del Sistema Nervioso Autónomo. Meninges y Vasos del Sistema Nervioso Central. Anatomía Funcional del Sistema Nervioso Central. Médula Espinal. Encéfalo.

**Sistema Nervioso Periférico:** Nervios Craneales. Pares Nerviosos. Ramas colaterales y terminales. Vías Ascendentes de la Sensibilidad. Vías Descendentes de la Motilidad. Vías mixtas. División Simpática y Parasimpática. Centros. Ganglios. Plexos.

## **Metodología de enseñanza**

Las etapas de construcción y elaboración de conocimientos son sustentadas mediante la exposición dialogada, como estrategia didáctica, y el empleo de proyección de diapositivas PowerPoint y pizarrón. La fase práctica se basa en el refuerzo de los conocimientos anatómicos por medio de estudios radiológicos y de Resonancia Magnética y en actividades de laboratorio donde se aplican los conocimientos adquiridos. También, por medio del aula virtual (<https://fcefyn.aulavirtual.unc.edu.ar/>), se expondrán preparados anatómicos y preguntas que el alumno debe contestar completando así la parte prácticas de la asignatura, permitiendo que el alumno confronte ideas, y las relacione con el conocimiento adquirido y las nuevas situaciones y problemas que se le plantean. Las actividades de laboratorio, le permiten al alumno una mejor comprensión de los temas abordados en las clases teóricas y sacar conclusiones prácticas. La visita a hospitales e instituciones de salud, de nuestro medio, amplía la visión de los alumnos sobre la realidad y campos de acción profesional proporcionando una mejor comprensión de la realidad y del ambiente hospitalario. Durante el corriente año el desarrollo de los contenidos de las unidades de estudio se estructurará en módulos de complejidad creciente. Los módulos que se exponen a continuación recorren todo el programa analítico propuesto en forma transversal

asegurando el dictado de todos los temas en forma teórico – práctico y en concordancia de los temas dictados en otras asignaturas durante las mismas fechas. Esta estructura permite integrar más módulos al desarrollo de la materia que complementen a los actuales módulos y además relacionen al estudiante con aplicaciones de la Anatomía para Ingenieros.

## Evaluación

Se tendrá en cuenta el régimen de estudiante vigente, aprobado por el Honorable Consejo Directivo de la FCEFyN.

Se evalúa la integración y el rendimiento del alumno, en las clases Teórico-Prácticas (Taller), mediante una nota de concepto. Se realizarán autoevaluaciones por parte de los estudiantes. Se evalúan con escala del uno al diez los trabajos extra clase, correspondiendo, uno por clase (dos por semana), mediante plataforma virtual. Se tomarán tres (3) parciales con evaluación tipo opción múltiple y respuesta ampliada, al final de cada mitad del curso, que incluyen temas estudiados en dichos lapsos. Los exámenes parciales se califican en una escala de 0 a 10 puntos. La aprobación exige una nota de un mínimo de 4 (cuatro), equivalente al sesenta por ciento (60%) de respuestas correctas. Se podrá recuperar un solo parcial, siendo condición para hacerlo, haber aprobado dos.

## Condiciones de aprobación

Alumno aprobado mediante promoción

Accederán a esta categoría aquellos alumnos que:

1. Presentan una asistencia del 80% en las actividades de la cátedra.
2. Aprueban los 3 parciales con al menos el 80 % de los contenidos (o bien con la aprobación de 2 parciales y un recuperatorio con al menos el 80% de los contenidos).
3. Obtengan 8 (ocho) puntos o más, en las evaluaciones de las clases teórico prácticas.
4. Aprueben el coloquio integrador de la materia con al menos el 80%.

Alumno Regular:

1. Tener aprobadas las materias correlativas.
2. Asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas.
3. Aprobar todos y cada uno de los temas de cada parcial con nota no inferior a cuatro (4).
4. Presentar y aprobar el 80% de los trabajos que se exijan durante el desarrollo de las actividades.
5. La nota final de la materia del alumno regular se dispone, a través de la nota obtenida en la aprobación de un Examen Final, que se rinde en las fechas estipuladas por el calendario académico de la FCEFyN.

Alumno Libre:

El alumno LIBRE es aquel que al finalizar el cursado no alcanza a cumplir los requisitos de regularidad o el alumno que cuente con las correlativas correspondientes aprobadas que opte por presentarse al examen final SIN cursar la asignatura. La condición de alumno libre le permite acceder a un EXAMEN FINAL, que se rinde en las fechas estipuladas por el calendario académico de la FCEFyN.

## Actividades prácticas y de laboratorio

Objetivo Otorgar a los estudiantes visiones prácticas de la anatomía, por medio de visitas guiadas al Museo Anatómico y a instituciones de salud. Ofrecer al alumnado, un medio para la interpretación y modo de actuar ante situaciones reales, pertinentes a nuestra asignatura. Propuesta metodológica Al inicio de cada ciclo de clases se publicará el cronograma de actividades que incluirá los trabajos prácticos, actividades de laboratorio y las visitas. La visita a hospitales e instituciones de salud de nuestro medio amplía la visión de los alumnos sobre la realidad y campos de acción profesional proporcionando una mejor comprensión de la realidad industrial del rubro y del ambiente hospitalario.

## Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje

A continuación, se indican las competencias específicas y los resultados de aprendizaje relacionados:

<b>Competencias</b>	<b>Resultados de aprendizaje</b>
CG5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	Detectar necesidades actuales o potenciales, que requieran de una solución tecnológica, y relacionarlas con la tecnología disponible o a ser desarrollada
CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.	Aprender a mantener una comunicación efectiva en el ámbito de la bioingeniería con profesionales de las diferentes disciplinas y de transmitir información de manera clara.
CG9. Competencia para aprender en forma continua y autónoma	Actuar de manera responsable, con responsabilidad profesional y de compromiso social, innovadora propuestas tecnológicas que satisfagan las necesidades y demandas de las personas en situación de compromiso anatómico funcional teniendo en cuenta aspectos ergonómicos, funcionales, de seguridad, de eficiencia y pertinencia.
CE8.A3: Utilizar y aplicar nociones de biología celular, histología, anatomía, fisiología humana, física médica y fisiopatología, para la comprensión del funcionamiento de los sistemas biológicos y su interacción con la investigación científica básica y aplicada y desarrollos tecnológicos, logrando una intercomunicación adecuada con otros profesionales de la salud.	Aplicar las nociones de biología celular, histología, anatomía, fisiología humana, física médica y fisiopatología, para la comprensión del funcionamiento con la investigación científica básica y aplicada y desarrollos tecnológicos, logrando una intercomunicación adecuada con otros profesionales de la salud.

## Bibliografía

- Latarjet M., Ruiz Liard A. ANATOMÍA HUMANA. (desde 1999 en adelante). [2 tomos]
- Rouviere H., Delmas A. ANATOMÍA HUMANA. (desde 1999 en adelante). [3 tomos]
- Testud L., Latarjet A. TRATADO DE ANATOMÍA HUMANA [4 tomos]
- Suárez Quintanilla J. A., Iturrieta Zuazo I., Rodríguez Pérez A.I. Anatomía humana para estudiantes de ciencias de la salud. 2 Edición. Editorial Elsevier- 2020
- Cardona Mena D., López P. R. Manual de prácticas de anatomía humana Editorial Universidad de Armería. 2018
- Apuntes de Clase de los Docentes de la Cátedra
- Manual de Catedra Anatomía para Ingenieros
- Clases expositivas de los docentes (aula virtual)
- Videos de clases expositivas de los docentes (aula virtual)
- link en el tutorial de anatomía
- Netter. F.H. Atlas de anatomía humana 7° edición Editorial Elsevier. 2019

Asignatura: **Biomateriales**

Código:	RTF	6
Semestre: Cuarto	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías básicas	Horas de Práctica	18

Departamento: Materiales y tecnología

Correlativas:

- Fisiología Humana
- Estática y Resistencia de Materiales

Contenido Sintético:

- Biomateriales. Estructura y propiedades de los sólidos.
- Clases de materiales usados en medicina: metales, cerámicos, polímeros, compuestos, materiales biológicos.
- Respuesta biológica a los biomateriales: Biocompatibilidad.
- Aplicaciones de materiales en medicina.

Competencias Genéricas:

- CG4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.
- CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.
- CG9. Competencia para aprender en forma continua y autónoma.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

- CE1.B: Comprender los efectos de aplicación del proceso de esterilización a elementos que tengan interacción con el cuerpo humano.
- CE8.A1: Comprender los principios de la física e interpretar dichos fenómenos en situaciones reales y aplicables a la ingeniería biomédica.
- CE8.A2: Comprender los principios básicos de química aplicables a la ingeniería biomédica.
- CE8.B4: Conocer las características y desempeño de materiales biocompatibles y su utilización dentro de la Ingeniería Biomédica.

## Presentación

Biomateriales es una actividad curricular que pertenece al tercer año (sexto cuatrimestre) de la carrera de Ingeniería Biomédica.

Esta asignatura representa el primer contacto del estudiante con los materiales aplicados en las distintas disciplinas de la medicina y disciplinas complementarias de esta, su selección para un determinado diseño y las técnicas de procesamiento requeridas para los mismos. Se suma a esto el concepto de biocompatibilidad y su evaluación.

En concordancia con el perfil del futuro profesional, se pretende capacitar a los alumnos en la comprensión de los conceptos básicos de las leyes que gobiernan la conducta de los materiales en general y de los biomateriales en particular, para su aplicación profesional integrada con el contenido del plan de estudios de la carrera. La primera parte de la asignatura está centrada en el estudio, interpretación y comprensión de los fundamentos de la ciencia de materiales. Es por ello que se analiza la interrelación entre estructura y propiedades para los diferentes materiales. En la segunda parte se analizan las condiciones exigidas para ser un biomaterial, los distintos tipos de biomateriales (metálicos, cerámicos, polímeros, compuestos, biológicos) y sus ejemplos típicos y se profundiza en la biocompatibilidad de los mismos y su evaluación. Así mismo se presentan las condiciones normativas para la comercialización de productos sanitarios en distintos países.

Esto permite aportar conocimientos de selección de un determinado biomaterial para una aplicación médica.

## Objetivos de la asignatura

### General

Que el alumno adquiera el conocimiento de las características de los principales tipos de biomateriales que se pueden usar en aplicaciones médicas y el control de su biocompatibilidad, que le sirvan en el diseño y selección de biomateriales para ser aplicados en productos sanitarios.

### Particulares

Desarrollar capacidades y competencias, para la selección de biomateriales para aplicaciones médicas, con criterios técnicos y económicos.

Conocer las posibilidades de uso y los límites de aplicación de los biomateriales, con la finalidad de que pueda reconocer calidades, características y márgenes de utilización de esos materiales.

Interpretar resultados de ensayos mecánicos y conocer el uso de normas y manuales de aplicación para la realización de ensayos mecánicos.

Conocer los fenómenos superficiales en la interfase material / medio biológico, como parámetro que condiciona el correcto funcionamiento de un biomaterial

Conocer la norma ISO 10993 de biocompatibilidad, su alcance y aplicabilidad para la decisión del tipo de ensayo a realizar de acuerdo al dispositivo o material evaluado.

# Contenidos

## **Eje temático 1. Biomateriales. Estructura y propiedades de los sólidos.**

- Definición de biomaterial. Historia del desarrollo, tendencias futuras.
- Estructura de sólidos cristalinos y no cristalinos. Propiedades mecánicas, físicas y tribológicas.

## **Eje temático 2. Clases de materiales usados en medicina.**

- Metales. Cerámicos. Polímeros. Materiales compuestos. Materiales biológicos.
- Física y química de las superficies de los biomateriales. Recubrimientos

## **Eje temático 3. Respuesta biológica a los biomateriales: Biocompatibilidad.**

- La reacción tisular básica. Respuesta celular a los implantes. Osteointegración.
- Degradación de metales: corrosión, desgaste. Degradación de cerámicos. Deterioro de polímeros.

## **Eje temático 4. Aplicaciones de materiales en medicina.**

- Ortopedia, Otorrinolaringología, Aparato digestivo, Cirugía cardiovascular,
- Oftalmología, Odontología, Biosensores.
- Marco normativo: Norma ISO para biocompatibilidad. Caracterización de biomateriales. (Normativa de la Unión Europea (UE). Normativa de Estados Unidos, Reglamentación argentina: ANMAT
- Criterios de selección de materiales en diseños de uso biomédico. Casos de estudio

# Metodología de enseñanza

Se desarrollarán clases teóricas mediante la exposición dialogada empleando diversos materiales didácticos: proyección de videos, fotos, archivos, presentaciones, pizarrón, manuales, normas y otros materiales didácticos que resulten útiles para alcanzar eficazmente los objetivos propuestos.

La modalidad de dictado de clases será presencial. Para ello los alumnos tendrán acceso a la plataforma virtual provista por la Facultad (LEV), con información de la organización de la materia, grupo docentes, programación de clases, fechas de parciales, bibliografía y apuntes, que permitan tomar conocimiento de las actividades de la Cátedra desde el momento de su inscripción.

La base teórica se fortalecerá con los trabajos prácticos. Esto permitirá la evaluación de las propiedades mecánicas mediante un análisis teórico de los ensayos, completando la exposición con ejemplos de aplicación. Las actividades de laboratorio le permitirán al alumno integrar y complementar los conocimientos de los temas tratados en las clases teóricas con los de las clases prácticas, ayudando a su mejor comprensión. La realización de ensayos mecánicos y físicos con los equipos disponibles en la Facultad adiestrará su capacidad de evaluación estrechando la distancia entre la teoría estudiada y la futura actividad profesional, así como también conocer los requerimientos de diseño establecidos por las normas de referencia.

Luego de completar la primera área de enseñanza-aprendizaje correspondiente a las relaciones estructura-propiedades, los alumnos deberán realizar un trabajo monográfico de selección de materiales de aplicación en medicina o áreas relacionadas con biomateriales, sobre temas aprobados por los docentes de la Cátedra. En este proyecto se deberán relacionar todos los conocimientos desarrollados durante el cursado.

Se destaca la importancia del protagonismo de los alumnos, evitando el papel pasivo y trabajando desde su participación activa y crítica, para alcanzar los aspectos claves definidos en los proyectos, acorde con los objetivos de la Asignatura.

La estructura de dictado de la Asignatura consistirá en dos (2) clases semanales, donde en una se presentarán los contenidos teóricos y en otra se desarrollarán las actividades prácticas. Además, los docentes fijarán un horario de consulta por fuera de los horarios formales de clases, el cuál deberá tener una duración adecuada según la cantidad de alumnos inscriptos en el dictado. Las actividades de laboratorio se realizarán luego de haberse presentado los contenidos teóricos y realizado las tareas en clase suficientes para que los alumnos puedan ser capaces de interpretar los temas tratados en dichas actividades.

## Evaluación

Se tomarán exámenes parciales escritos sobre conocimiento conceptual de los temas teóricos-prácticos, la evaluación de temas correspondientes a la parte práctica incluye resolución de ejercicios prácticos y el desarrollo de aspectos teórico-metodológicos de los ensayos. El alumno tendrá derecho a un parcial recuperatorio. En él podrá recuperar sólo 1 (un) parcial de los dos parciales. La nota del parcial de recuperación reemplaza a la del parcial recuperado para todo sentido. El objetivo de estos parciales es evaluar el conocimiento y la comprensión de los temas.

Además se evaluará el desempeño y desarrollo de competencias mediante la presentación de una monografía. En ella el alumno elaborará un informe analizando el caso de estudio de un material de uso biomédico (material en desarrollo o aplicación reciente). Los informes se calificarán contra entrega de los mismos y se evaluarán aspectos tales como puntualidad en la entrega, escritura académica y aspectos relacionados con la reacción de un informe técnico-académico. Esta monografía se constituirá en una tercera nota que se evaluará con indicadores de aprendizaje. Ver apartado Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje.

## Condiciones de aprobación

### PROMOCIÓN

- 80% de asistencia.
- Aprobación del 100% de las evaluaciones parciales, incluida la instancia de recuperación. Porcentaje requerido para aprobar cada parcial 60%; porcentaje promedio de las evaluaciones requerido para acceder a la condición de promoción: 70% o superior.
- Presentación y aprobación del 100% de las actividades prácticas propuestas.
- Alcanzar un nivel de desarrollo satisfactorio en todos los indicadores establecidos en la rúbrica.

Calificación:

La calificación se obtendrá a través del siguiente polinomio:

$$\text{CALIFICACIÓN} = 0,6xP1 + 0,2xP2 + 0,2xP3$$

Donde:

P1: Es el promedio de las calificaciones de los exámenes parciales

P2: Es el promedio de la calificación de las actividades prácticas.

P3: Es la valoración numérica obtenida de la rúbrica.

## REGULARIDAD

- 80% de asistencia.
- Aprobación de las evaluaciones parciales, incluida instancia de recuperación con porcentaje comprendido en el rango de 40 a 69%.
- Presentación y Aprobación del 100% de las actividades prácticas propuestas.
- Alcanzar un nivel de desarrollo satisfactorio en todos los indicadores establecidos en la rúbrica con nota superior o igual a 60%.

## Actividades prácticas y de laboratorio

Se realizarán actividades prácticas de resolución de problemas sobre ensayos mecánicos de tracción, dureza, torsión, compresión, flexión, choque, creep y fatiga, usando los datos de propiedades mecánicas.

Se llevará a cabo la resolución de problemas de diagramas de equilibrio binarios y ternarios.

Se llevará a cabo la resolución de problemas relacionados con tratamientos térmicos.

Se llevará a cabo la resolución de problemas relacionados con degradación de materiales por corrosión, desgaste mecánico.

Se llevará a cabo la resolución de problemas relacionados con caracterización superficial aplicados al estudio de biomateriales

## Resultados de aprendizaje

A continuación se indican las competencias genéricas y específicas abordadas por

<b>Competencias</b>	<b>Resultados de aprendizaje</b>
CG4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.	Desarrollar y diseñar proyectos de ingeniería relacionados con aplicaciones biomédicas. Específicamente desempeñarse en la etapa del diseño que implique la selección de materiales de uso biomédico. Desarrollar habilidades para el diseño y caracterización de materiales específicos con fines biomédicos
CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.	Desarrollar habilidades de gestión de proyectos como integrante, con capacidad de comunicar y coordinar tareas de planificación, ejecución y seguimiento en el área específica de selección y control de calidad de materiales
CG9. Competencia para aprender en forma continua y autónoma.	Desarrollar habilidades para la capacitación permanente en ámbitos laborales y la investigación
CE1.B: Comprender los efectos de	Desarrollar habilidades para manejo de equipos de

aplicación del proceso de esterilización a elementos que tengan interacción con el cuerpo humano.	uso hospitalario específicamente en todo lo relacionado con prevenir infecciones intrahospitalarias
CE8.A1: Comprender los principios de la física e interpretar dichos fenómenos en situaciones reales y aplicables a la ingeniería biomédica.	<p>Desarrollar habilidad para aplicar conocimientos básicos de física teórica en problemas ingenieriles, de investigación y desarrollo centrados en necesidades concretas</p> <p>Implementar las soluciones tecnológicas diseñadas, considerando aspectos como la instalación, configuración y puesta en marcha de los dispositivos y sistemas, trabajando con diferentes tecnologías, asegurando que las soluciones se integren de manera efectiva en el entorno de los usuarios.</p>
CE8.A2: Comprender los principios básicos de química aplicables a la ingeniería biomédica.	Desarrollar habilidad para aplicar conocimientos químicos teóricos en problemas ingenieriles, de investigación y desarrollo
CE8.B4: Conocer las características y desempeño de materiales biocompatibles y su utilización dentro de la Ingeniería Biomédica.	<p>Desarrollar habilidades en prácticas de laboratorio (industriales o de investigación) aplicadas a la determinación de propiedades físicas y mecánicas de los biomateriales.</p> <p>Desarrollar habilidad de interrelacionar variables mecánicas y físicas en el diseño de biomateriales asegurando que las soluciones se integren de manera efectiva en problemas de bioingeniería</p>

## Bibliografía

### A. Textos de lectura obligatoria

Ciencia de los materiales: (Cualquiera de ellos indistintamente)

- Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales, W. Smith, McGRAW HILL
- Ciencia e ingeniería de los materiales, D. Askeland, INT. THOMSON
- Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales, W. Callister, JOHN WILEY & SONS.

### B. Textos de Consulta

Biomateriales:

- An introduction to biomaterials, Scott A; Hollinger, Jeffrey O. Ed. Boca Raton, FL : Taylor & Francis,
- Biomateriales : una mejor calidad de vida, Duffó, Gustavo S. Ed. Buenos Aires, AR : EUDEBA
- Structural biomaterials, Vincent, Julian F. V. Ed. New Jersey, NJ : Princeton

University Press

- .- Biomateriales, R.Sastre, S. de Aza, J. San Román, CYTED
- .- Biomaterials. Principles and applications, J. Park, J. Bronzino, CRC Press
- .- Biomateriales: aquí y ahora, M. Vallet Regi, L. Munuera, DYKINSON

Asignatura: **Biomecánica**

Código:	RTF	6
Semestre: Octavo	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	12

Departamento: Física

Correlativas:

- Análisis Matemático
- Estática y Resistencia de los Materiales
- Anatomía para Ingenieros

Contenido Sintético:

- Mediciones de parámetros biomecánicos, antropometría y ergonomía.
- Mecánica vectorial de los sistemas biomecánicos en tres dimensiones.
- Estudio de la estabilidad y la dinámica articular humana. Marcha humana.
- Biomecánica de los sistemas cardiovascular y respiratorio.
- Modelos biomecánicos y simulaciones.

Competencias Genéricas:

- CG1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.
- CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.
- CG9. Competencia para aprender en forma continua y autónoma.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA      RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

- CE8.A1: Comprender los principios de la física e interpretar dichos fenómenos en situaciones reales y aplicables a la ingeniería biomédica.
- CE8.B5: Comprender las características estructurales y su desempeño mecánico de los distintos materiales.

# Presentación

La Biomecánica es la ciencia que trata con las fuerzas internas y externas que actúan sobre el cuerpo humano y los efectos producidos por estas fuerzas, utiliza los principios y métodos de la mecánica que forman parte de la física para el estudio de los movimientos del cuerpo humano. Para Donskoi y Zatsiorski (1988) constituye la ciencia que estudia las leyes del movimiento mecánico de los seres humanos, utilizando aportes de la mecánica, estudiando el comportamiento de los sistemas biológicos del cuerpo humano, y las condiciones a las que son sometidos.

La Mecánica es una rama de la física que se ocupa del estudio y análisis del movimiento y reposo de los objetos, así como de su evolución en el tiempo bajo la acción de fuerzas, con la intención de establecer leyes generales; y que la Biología, cuyo nombre proviene del griego: bíos, “vida” y logía, “ciencia, saber”, es una de las ciencias naturales cuyo objeto de estudio comprende a las distintas formas y dinámicas de la vida: el origen, la evolución, la adaptación y los procesos propios de los seres vivos: la nutrición, el metabolismo, el crecimiento, la respuesta a estímulos, la reproducción, y sus diversos mecanismos posibles de existencia.

La biomecánica combina los principios de la mecánica clásica con el conocimiento de la anatomía humana y la fisiología aplicadas para estudiar el movimiento, las fuerzas que actúan sobre el cuerpo humano, apoyándose en los principios de la mecánica. Su objetivo principal es lograr análisis de los diversos movimientos ejecutados, teniendo en cuenta el gasto energético a fin de optimizarlos comprendiendo cómo se relacionan la estructura del cuerpo y la función biomecánica, analizando las interacciones de las articulaciones, los músculos y otros tejidos. El enfoque de la asignatura se basa en el trabajo interdisciplinario con enfoque totalizador propio de las áreas de conocimiento.

Características principales de la biomecánica:

- **Aplicación de principios mecánicos:** Utiliza los principios de la física y la mecánica para comprender los mecanismos subyacentes al movimiento humano. Estos principios incluyen fuerza, momento, aceleración, fricción, elasticidad, peso y las leyes que rigen a estos conceptos.
- **Análisis del movimiento humano:** La biomecánica se centra en el estudio detallado de cómo se produce el movimiento de forma analítica y global las distintas partes del cuerpo humano y cómo interactúan entre sí durante la realización de diferentes gestos motores.
- **Uso de herramientas y técnicas de medición:** La biomecánica emplea tecnologías avanzadas, como cámaras de alta velocidad, sensores de movimiento, plataformas de fuerza y software de análisis, para registrar y medir de forma precisa el movimiento humano y las fuerzas aplicadas.
- **Relación entre estructura y función:** La biomecánica busca comprender cómo la estructura anatómica del cuerpo influye en la función y el rendimiento físico.

Las aplicaciones de la Biomecánica como Tecnología Básica de la Ingeniería Biomédica son diversas y abarcan diferentes campos, como el deporte, la rehabilitación, la evaluación y análisis del movimiento, el diseño de prótesis y ortesis, la ergonomía, la biomecánica ocupacional y forense. Algunos ejemplos concretos de su aplicación incluyen:

- Mejora del rendimiento deportivo: La biomecánica se utiliza para analizar la técnica de movimiento de los atletas y optimizar su rendimiento, identificando áreas de mejora y reduciendo el riesgo de lesiones.
- Diseño de prótesis y ortesis: Ayuda en el desarrollo y diseño de dispositivos protésicos y ortopédicos para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades o lesiones, permitiéndoles moverse y funcionar de manera más eficiente.
- Prevención y rehabilitación de lesiones: La biomecánica se utiliza para comprender las causas de las lesiones y desarrollar estrategias de prevención y rehabilitación efectivas, a través del análisis de la mecánica del movimiento y la identificación de factores de riesgo.
- Ergonomía y diseño de productos: La biomecánica contribuye al diseño de productos ergonómicos, como mobiliario y herramientas, para optimizar la interacción entre las personas y su entorno, minimizando la carga física y el riesgo de lesiones musculoesqueléticas.

## Contenidos

**Primer eje temático:** Mediciones de parámetros biomecánicos, antropometría y ergonomía

- Mediciones y técnicas de medición en antropometría. Antropometría directa. Puntos antropométricos y referencias anatómicas. Antropometría indirecta y doblemente indirecta.
- Equipo antropométrico. Perfil antropométrico.
- Mediciones antropométricas. Medición de masa corporal, estatura, segmentos corporales, perímetros, pliegues y diámetros.
- Índice de Masa Corporal. Modelos de composición corporal: método de los cuatro componentes.
- Somatotipo. Método antropométrico de Heath Carter. Componentes ectomórfica, endomórfica y mesomórfica. Somatocarta. Análisis individual y grupal del somatotipo.
- El diseño ergonómico y la antropometría. Ejemplo de antropometría aplicada al deporte.

**Segundo eje temático:** Mecánica vectorial de los sistemas biomecánicos en tres dimensiones.

- Postulados fundamentales de la Mecánica.
- Estática. El equilibrio de los cuerpos rígidos en tres dimensiones. Fuerzas musculares. Palancas anatómicas de 1º, 2º y 3º género. Ventaja mecánica. Alteraciones estructurales.
- Cinemática. El movimiento de los cuerpos rígidos en tres dimensiones. Sistema de referencia corporal y movimientos. Movimientos articulares. Modelización de la estructura ósea y cadenas cinemáticas. Postura y gesto motor. Movimiento de rotación de un segmento óseo. Goniometría.
- Dinámica. Ecuaciones generales de la dinámica para un cuerpo rígido en tres dimensiones. Modelización corporal: sistema segmental articulado. Análisis segmental de fuerzas y torques articulares.
- Centro de masas y centro de gravedad. Determinación del centro de masa corporal.

**Tercer eje temático:** Estudio de la estabilidad y la dinámica articular humana. Mecánica osteomioarticular. Análisis postural y Marcha humana.

- Comportamiento mecánico del tejido óseo. Métodos experimentales para la determinación de las características mecánicas del tejido óseo.
- Análisis biomecánico del hueso como estructura física.
- Comportamiento mecánico de las estructuras articulares: cartílagos, tendones, ligamentos y meniscos.
- Rozamiento. Desgaste. Medida del coeficiente de fricción. Lubricación de las articulaciones.
- Modelo mecánico del tejido muscular. Fuerza y potencia muscular.
- Descripción mecánica de la contracción y del trabajo muscular. Curvas de histéresis. Adaptación biomecánica del músculo al esfuerzo.
- Geometría raquídea. Respuesta del raquis frente cargas no estacionarias: cargas repetitivas y vibraciones ambientales.
- Análisis de modelos biomecánicos para la determinación de las cargas que actúan sobre el raquis.
- El ciclo de la marcha humana y sus fases. Contribución de las diferentes articulaciones. Estudio del ciclo de la marcha humana.
- Técnicas de análisis de la marcha: cinemáticas, antropométricas, dinámicas y fisiológicas.

**Cuarto eje temático:** Biomecánica de los sistemas cardiovascular y respiratorio.

- El sistema arterial humano: arterias principales, arterias secundarias y capilares.
- Propiedades visco-elásticas de los vasos sanguíneos. Formas de disipación de la energía de deformación
- La impedancia arterial. El corazón: aurículas, ventrículos, válvulas, arterias principales.
- Biomecánica del corazón. Diagrama presión volumen. Trabajo ventricular. Gasto cardíaco.
- Flujo de un fluido real en conductos rígidos y conductos elásticos
- Biomecánica pulmonar. Modelización mecánica. Fluidos, propiedades mecánicas. Leyes de aplicación. La circulación pulmonar. Mecánica de la ventilación humana. Presiones pulmonares. Aplicaciones.

**Quinto eje temático:** Modelos biomecánicos y simulaciones.

- Modelado y simulación de la geometría raquídea. Postura.
- Modelado y simulación de la marcha humana
- Modelos de circulación sanguínea. Las arterias como conductos rígidos. Las arterias como conductos elásticos.
- Flujo de un fluido real en conductos rígidos y conductos elásticos: Modelo de Windkessel de dos elementos

## Metodología de enseñanza

El desarrollo general de la asignatura se basa en clases teórico-prácticas. Por ello las estrategias de enseñanza seleccionadas para el desarrollo de la propuesta consta de exposición dialogada, resolución de problemas y seminarios sobre el estudio de casos concretos de biomecánica vinculados con la ingeniería biomédica. Los estudiantes tendrán semanalmente dos clases teórico prácticas presenciales, además se habilitará un horario de consultas semanal, no obligatorio para atención personalizada de los estudiantes. También se

habilitará un aula virtual donde se dispondrá de información general de la asignatura y material de estudio complementario.

La asignatura se dicta en el octavo cuatrimestre y se divide en cinco ejes temáticos de enseñanza y aprendizaje y cada eje se desarrollará a partir de material bibliográfico obligatorio y material bibliográfico complementario cuya lectura, si bien no es obligatoria, se propone a los efectos de mostrar mayor variedad de ejemplos. A su vez se implementan una serie de trabajos prácticos y de seminarios que favorecen el proceso de lectura y análisis del contenido como forma de evaluación y acreditación de cada unidad. Los trabajos prácticos se orientan a producir la integración de los conocimientos y a desarrollar habilidades prácticas que favorezcan el saber hacer y los seminarios favorecen los aspectos comunicacionales tanto en forma escrita a partir de la redacción de informes como oral a partir de la exposición oral de los trabajos.

## Evaluación

En el marco de la propuesta teórico práctica el equipo de Cátedra ha decidido realizar el seguimiento de los alumnos con una propuesta de evaluación formativa continua. Para ello los instrumentos que han sido seleccionados son:

- Trabajos Prácticos
- Seminarios
- Evaluaciones Parciales
- Seminario Integrador

Para aprobar esta asignatura los alumnos tienen que cumplimentar: 80% de asistencia a las clases. Realizar en equipo y colaborativamente los trabajos prácticos. Presentar en la modalidad seminario, en forma grupal y colaborativa, un caso vinculado a la Biomecánica a elección del grupo entre aquellos propuestos por el equipo de la Cátedra.. Aprobar las evaluaciones parciales. Finalmente el equipo de la cátedra generará un entorno en donde cada estudiante realizará un coloquio individual el cual se construirá a partir de los temas desarrollados en clase y de las producciones realizadas a lo largo de la materia.

## Criterios de evaluación

- Fundamentación biomecánica en la formulación de las producciones.
- Profundidad académica. Desarrollo.
- Originalidad, integración y pertinencia de conceptos y presentaciones.
- Integración de trabajos grupales.
- Puntualidad en la entrega de las producciones.
- Escritura técnica. Tratamiento de imágenes y bibliografía.
- Transferencia. Elaboración de prototipos.

## Condiciones para regularizar la materia

- Asistir por lo menos al 80% de las clases teórico prácticas
- Aprobar con nota igual o superior a 4 (cuatro) puntos, en una escala de 0 a 10 puntos, cada una de las dos Evaluaciones Parciales sobre contenidos teórico prácticos. Podrá ser recuperada una de las instancias de evaluación parcial que por inasistencia o baja calificación resulte no aprobada.

- Aprobar el 80% de Trabajos Prácticos propuestos. La calificación de los Trabajos Prácticos será Aprobado o No Aprobado

## Condiciones para promocionar la materia

- Asistir por lo menos al 80% de las clases teórico prácticas
- Aprobar nota igual o superior a 6 (seis) puntos, en una escala de 0 a 10 puntos, cada una de las dos Evaluaciones Parciales sobre contenidos teórico prácticos. Podrá ser recuperada una de las instancias de evaluación parcial que por inasistencia o baja calificación resulte no aprobada.
- Aprobar el 100% de Trabajos Prácticos propuestos. La calificación de los Trabajos Prácticos será: Aprobado o No Aprobado.
- Aprobar con nota igual o superior a 6 (seis) puntos, en una escala de 0 a 10 puntos, el Seminario integrador.
- La nota final de la asignatura será:  
$$\text{Nota Final} = (\text{Nota 1}^\circ \text{ Parcial} + \text{Nota 2}^\circ \text{ Parcial} + \text{Nota del Seminario Integrador}) / 3$$

## Actividades prácticas y de laboratorio

Las actividades prácticas de laboratorio se realizarán en forma grupal, en clase se realizará la adquisición de datos y una primera ronda de cálculos para validar los datos adquiridos, luego los estudiantes, fuera del horario de clases, realizarán todos los cálculos necesarios para completar la actividad. Los resultados serán volcados a una memoria técnica que se presentará para corrección.

Objetivos:

- Desarrollar habilidades y competencias relacionadas a las mediciones biomecánicas
- Afianzar mediante la comprobación práctica aquellos conceptos fundamentales desarrollados de manera teórica.
- Fomentar el trabajo en equipos interdisciplinarios

Trabajo Práctico Experimental:

1. Mediciones antropométricas. Determinación del índice de masa corporal. Composición corporal por el método de los cuatro componentes. Determinación del somatotipo. Análisis del somatotipo individual y grupal. En este TPE se miden la masa, altura, diámetros y pliegues corporales de un/una estudiante del grupo para determinar por el método de las cuatro componentes la composición corporal y determinar el somatotipo del/la estudiante.

2. Estudio biomecánico de gestos motores. Determinación del centro de masa. Determinación de fuerzas y torques articulares. Este TPE se divide en dos partes, en una primera instancia a partir de fotografías y/o videos se plantea el estudio de los gestos motores en una actividad deportiva y en la segunda etapa a partir de la medición de la masa y las dimensiones de los segmentos corporales de un/una estudiante se determin el centro de masa corporal del/la estudiante.

3. Estudio biomecánico de la marcha humana normal. En este TPE se miden los rangos articulares de la cadera, la rodilla y el tobillo para estudiar los ciclos y las fases de la marcha humana a partir del análisis de videos tomados a un/una estudiante.

4. Modelo biomecánico del sistema cardiocirculatorio. En este TPE se plantea y se resuelve el modelo de Windkessel de dos elementos para modelizar el flujo de un fluido real, la sangre, en un conducto elástico, la arteria aorta.

## Resultados de aprendizaje

A continuación se indican las competencias genéricas y específicas abordadas por la asignatura y los resultados de aprendizaje relacionados:

Competencias	Resultados de aprendizaje
CG1: Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Describe adecuadamente el contexto biomecánico donde ocurre el evento objeto del problema/ejercicio a resolver.</li> <li>● Reconoce las magnitudes intervinientes ya sea como datos o como incógnitas.</li> <li>● Establece adecuadamente el sistema de unidades a utilizar.</li> </ul>
CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Organiza su trabajo siguiendo metodologías claras y objetivas, compatibles con las buenas prácticas de la ingeniería.</li> <li>● Describe con claridad la conexión conceptual entre datos e incógnitas del ejercicio/problema planteado y resuelto, y los resultados de mediciones experimentales cuando corresponda.</li> <li>● Interpreta las razones por las cuales los resultados obtenidos guardan coherencia con el conjunto de datos y el fenómeno analizado.</li> </ul>
CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Expresa los resultados del ejercicio/problema planteado y resuelto en forma clara y precisa.</li> <li>● Describe con claridad el problema y las soluciones presentadas en los seminarios y el coloquio integrador.</li> <li>● Comunica en forma eficiente el problema y las soluciones presentadas en los seminarios y el coloquio integrador.</li> </ul>

<p>CG9. Competencia para aprender en forma continua y autónoma.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Manifiesta aptitud para trabajar en forma autónoma para adquirir conocimientos.</li> <li>● Establece en forma eficiente y autónoma las prioridades para abordar problemas y encontrar soluciones.</li> <li>● Ejerce en forma independiente acciones necesarias para incorporar nuevos conocimientos</li> <li>● Demuestra capacidad en aplicar conocimientos en situaciones análogas a las conocidas con posibilidad de extenderlos a situaciones nuevas.</li> </ul>
<p>CE8.A1: Comprender los principios de la física e interpretar dichos fenómenos en situaciones reales y aplicables a la ingeniería biomédica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Comprende los principios de la mecánica en general y de la biomecánica en particular .</li> <li>● Interpretar los principios de la mecánica en general y de la biomecánica en particular en situaciones reales de interés en la Ingeniería biomédica.</li> </ul>
<p>Comprender las características estructurales y el comportamiento mecánico de los distintos materiales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Comprende las características estructurales de las arterias humanas y su influencia en el sistema cardiocirculatorio.</li> <li>● Comprende las características estructurales del sistema broncoalveolar humano y su influencia en el sistema respiratorio.</li> </ul>

## Bibliografía obligatoria

Beer, F. P., Johnston, E. R., Cornwell, P. J., & Eisenberg, E. R. (2021). *Mecánica Vectorial para Ingenieros: Estática y Dinámica*. McGraw-Hill Education.

Beer, F. P., Johnston Jr., E. R., & Mazurek, D. F. (2020). *Mecánica Vectorial para Ingenieros: Estática*. McGraw-Hill Education.

Beer, F. P., Johnston Jr., E. R., & Mazurek, D. F. (2020). *Mecánica Vectorial para Ingenieros: Dinámica*. McGraw-Hill Education.

Bustamante O., J., & Valbuena C., J. (2003). *Biomecánica cardiocirculatoria: análisis y modelado cardiovascular*. *Revista Colombiana de Cardiología*, 10(2), 85-92. Recuperado de <http://www.scc.org.co/>

Cervino, C. N., & Cervino, C. O. (2018). Simulación del Corazón Izquierdo para Aplicaciones en Docencia e Investigación. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y*

Educación en Tecnología. N°21. recuperado de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-99592018000100006](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-99592018000100006)

Chong M, (2009) Estudio Comparativo del Sistema Circulatorio en los Vertebrados Superiores con énfasis en el corazón .Editorial: El Cid Editor | apuntes

Cuesta Gómez, J. I., & Vega Álvarez, J. (2009). *Biomecánica de la marcha humana normal y patológica*. Editorial Médica Pan

Guzmán Velasco, A. (2014) *Manual de fisiología articular*. Editorial El Manual Moderno Colombia

Kapandji, I. A., Torres Lacomba, M. (1998). Fisiología articular Ed. 5. Tomo 1. España: Editorial Médica Panamericana S.A.

Kapandji, I. A., Torres Lacomba, M. (1998). Fisiología articular Ed. 5 Tomo 2. España: Editorial Médica Panamericana S.A.

Vergara, M. y Agost, M. J. (2015) *Antropometría aplicada al diseño de producto*. Editorial: Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions

## Bibliografía ampliatoria

Boron, W. F., & Boulpaep, E. L. (2017). *Fisiología médica*. Elsevier.

Brand, P. W., & Fyhrie, D. P. (2008). *Biomecánica Clínica de los Tejidos y las Articulaciones*. Barcelona, España: Elsevier.

Cailliet, R. (2006). *Anatomía Funcional Biomecánica*. Marban.

González Sánchez, J. (2015). *Biomecánica clínica de la marcha humana: Normal y patológica*. Editorial Médica Panamericana.

Enoka Roger M. (2018). *Neuromechanics of Human Movement*. 4ª Ed. EEUU, Human Kinetics.

Estrada Bonilla Y. C. (2018), *Biomecánica: de la física mecánica al análisis de gestos deportivos*. Universidad Santo Tomás.

Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2018). *Fisiología cardiovascular*. Editorial Médica Panamericana.

Hall, S. J. (2013). *Biomecánica Básica*. Madrid, España: Elsevier.

McGinnis, P. M. (2013). *Biomecánica del Deporte y el Ejercicio Físico*. Barcelona, España: Paidotribo.

Nordin, M., & Frankel, V. H. (2012). *Biomecánica básica del sistema musculoesquelético*. Editorial Médica Panamericana.

Norton, K, & Olds, T. Antropométrica. Edición español: Mazza J. C., Biosystem, Rosario, Argentina.

Asignatura: **ELECTRÓNICA**

Código:	RTF	6
Semestre: Cuarto	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Básicas (TB)	Horas de Práctica	10

Departamento: Electrónica

Correlativas (Ing. Biomédica):

- Taller y Laboratorio
- Física 2

Correlativas (Ing. en Computación):

- En definición

Contenido Sintético:

- Concepto de corriente alterna.
- Transformadores
- Dispositivos de una juntura
- Transistores bipolares
- Transistores de efecto de campo
- Amplificación. Realimentación
- Procesamiento de señales analógicas.
- Accesorios.

Competencias Genéricas:

- CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG4: Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.
- CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo..

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

## Competencias Específicas:

### Ingeniería Biomédica

CE8: Diseñar, calcular y proyectar: instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de la salud

CE8.B: Interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para el planteo, interpretación, modelización y solución de sistemas

CE8.B1: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección y modelización de los dispositivos eléctricos y electrónicos principales a emplear en Ingeniería Biomédica.

CE8.B2: Realizar mediciones de magnitudes eléctricas e interpretación de sus resultados. Conocer los instrumentos y técnicas de medición.

### Ingeniería en Computación

CE7 Proyectar, desarrollar, dirigir, controlar, construir, operar y mantener sistemas de procesamiento de señales, sistemas embebidos y sus periféricos incluido en software de soporte, sistemas computarizados de automatización y control y sistemas conjuntos de hardware y software.

CE7.2 Proyectar, desarrollar, dirigir, controlar, construir, operar y mantener Sistemas Embebidos, sus periféricos y software de soporte.

CE7.2.1 Comprender los principios básicos de la electrónica, incluyendo circuitos digitales, señales analógicas y digitales, componentes electrónicos y su funcionamiento.

## Presentación

Se aborda el análisis de circuitos electrónicos, especialmente en caso donde se cuenta con componentes semiconductores no lineales tales como diodos, transistores bipolares, transistores de efecto de campo, mientras se considera también el uso de amplificadores operacionales para aplicaciones prácticas. La caracterización abarca perspectivas tanto en el dominio del tiempo, como en el dominio de la frecuencia. Se hace foco sobre ciertos problemas de ingeniería sumamente frecuentes, para los cuales la implementación de soluciones basadas en el uso de circuitos electrónicos es una alternativa eficiente y concreta. Durante el desarrollo de la asignatura se abordan breves definiciones y justificaciones basadas en conceptos de física electrónica, los cuales se utilizan para soportar la enunciación de conclusiones sobre las características de funcionamiento de ciertos dispositivos semiconductores. A partir de ahí se presentan circuitos electrónicos específicos para cierta variedad de aplicaciones. Se proponen ejemplos de cálculo, buscando la habilidad de obtener soluciones que estén más allá de la replicación de resultados, sino sustentadas en la posibilidad de hacer cálculos y seguir criterios de ajuste para condiciones eventualmente diferentes. El enfoque práctico es fundamental, y por esto se tiene una actividad de laboratorio puesta como obligatoria. Se aprovechan modelados teóricos breves y cálculos de escritorio tradicionales, pero también herramientas de simulación y cálculo numérico vía software. Las tecnologías de información y comunicación (TIC) se utilizan intensivamente tanto para el desarrollo del curso y la presentación de contenidos, como para la implementación de evaluación continua, y el monitoreo del progreso del aprendizaje, sobre una base de tiempo que se pretende sin lentitud.

## Contenidos

### **Unidad N° 1: Circuitos lineales en Corriente Alterna y Transformadores**

Concepto de corriente alterna senoidal. Valor instantáneo, pico, medio, eficaz. Conceptos: período, frecuencia, pulsación. Respuesta de componentes lineales elementales: resistor, inductor y condensador. Impedancia. El transformador: nociones sobre el diseño, rendimiento. Autotransformador.

### **Unidad N° 2: Dispositivos de una Juntura**

Materiales semiconductores. Niveles de energía. Juntura PN. Diodos rectificadores: resistencia estática y dinámica. Recta de carga. Circuitos con diodos: puentes rectificadores, otros circuitos. Diodos Zener. Regulación de Tensión con el diodo Zener.

### **Unidad N° 3: Transistores Bipolares**

Transistor de juntura. Distintas configuraciones: base común, colector común y emisor común. Polarización. Circuitos de polarización. Estabilidad. El transistor en conmutación y como amplificador lineal. Análisis gráfico, recta de carga.

### **Unidad N° 4: Transistores de Efecto de Campo**

Transistores de efecto de campo JFET y MOSFET, variantes. Modos de funcionamiento. Características tensión corriente entrada y salida. Curva de transferencia. Técnicas de polarización. Análisis gráfico, recta de carga.

## **Unidad N° 5: Amplificadores Lineales y Realimentación**

Concepto de Amplificación. Amplificadores electrónicos: circuito equivalente y sus parámetros. Definición del decibelio. Respuesta en Frecuencia. Amplificadores en Cascada. Amplificadores Diferenciales. Amplificadores Operacionales: parámetros principales. Introducción a la Realimentación. Sistema en lazo abierto y lazo cerrado. Realimentación negativa y positiva. Circuitos realimentados. Nociones sobre los amplificadores realimentados.

## **Unidad N° 6: Procesamiento de Señales Analógicas y Accesorios**

Filtros: introducción y conceptos. Filtros ideales y filtros prácticos. Configuraciones prácticas con amplificadores operacionales para la implementación de filtros. Amplificadores de Potencia: distintas clases, análisis de potencias observables, eficiencia, configuraciones de mejor eficiencia. Efectos térmicos en los semiconductores. Disipadores de calor: concepto de resistencia térmica, introducción al cálculo y dimensionamiento.

## **Metodología de enseñanza**

El desarrollo de clases pretende ser un espacio de acompañamiento a los estudiantes donde la comunicación bidireccional se considera fundamental. Las clases se categorizan en general entre las de tipo teórico-práctico, y aquellas de trabajo en taller o laboratorio. Para las primeras, respecto del componente de teoría se busca precisión para definir las técnicas de cálculo de manera genérica, sobre bases de la física relativamente claras, mientras tanto, respecto de la componente de práctica, en estas clases se dedica tiempo a la presentación de problemas de ingeniería concretos, llevados tanto a ejemplos como ejercicios de cálculo, bajo el formato de resolución numérica en escritorio. Se pretende que las clases, donde se desarrolla exposición dialogada, uso de estrategias constructivistas, debate, incluso votaciones mediadas por tecnología, etc. sean un espacio significativo para los estudiantes. El tiempo que los estudiantes dedican a participar de una clase, se pretende que sea de valor concreto para las etapas de validación (preparación de exámenes y reportes), y para esto se considera que deberán tener una estructura concreta, alineación con el calendario y un grado de cobertura de los temas del programa total, así como precisión y completitud en las afirmaciones. Sobre estas clases, signadas por la oralidad, más allá de los demás recursos, se espera que la consulta con la bibliografía sea un complemento para cada estudiante. Para esto entonces, se hace un uso amplio de tecnologías de información y comunicación (TIC), donde típicamente se utilizan recursos como streaming, encuestas, proyecciones, animaciones, etc. La cátedra ha preparado un amplio material en texto, y en formato audiovisual, así como ejercicios de resolución numérica interactiva vía web. Se requiere la preparación de un informe de laboratorio, que reúne conclusiones y comprobaciones sobre la construcción y medición de circuitos electrónicos, de acuerdo con una guía de trabajo.

## **Evaluación**

Se presentan exámenes parciales donde se evalúa específicamente (y casi siempre por separado) el abordaje práctico de las temáticas de la asignatura, y la interpretación de conceptos teóricos. Asimismo, haciendo uso de tecnologías de información y comunicación

(TIC) se implementa un sistema de evaluaciones prácticamente semanales. Se trata de evaluaciones adicionales respecto de los exámenes parciales, que típicamente son opcionales. Estas evaluaciones constituyen un mecanismo de evaluación continua que genera dos observaciones concretas. Desde el punto de vista de los estudiantes, con este mecanismo pueden tener una rápida y continua respuesta respecto del progreso de su preparación individual para las instancias de evaluación. Estas evaluaciones opcionales son formuladas en concordancia con los demás reglamentos de injerencia, de forma que pueden significar una forma adicional o paralela para favorecer los porcentajes de comparación que determinan la nota de cada examen parcial. A su vez, desde el punto de vista de la cátedra, la evaluación continua permite tener una métrica de corto término respecto de analizar el desempeño del grupo, prácticamente semana a semana. Todo esto se apoya en herramientas tecnológicas sofisticadas que generan estadísticas de seguimiento. Con esto se monitorea tanto el sistema de evaluaciones, como la aprehensión de los contenidos tomados como núcleo en un determinado periodo, entre otras variables. También permite comparar la evaluación entre cohortes diferentes, lo cual suele ser un recurso estadístico valioso, que se emplea intensivamente para consideraciones entre el equipo de cátedra. Se presenta un examen parcial recuperatorio. Se desarrolla también un coloquio integrador. Será considerado el uso de rúbricas a ser definidas en función de contextos específicos. Las definiciones específicas sobre la cantidad de parciales (típicamente dos) se ajustan en función de las condiciones particulares de cada cohorte, y se informan, luego de la aprobación de los organismos correspondientes.

## Condiciones de aprobación

Se definen exámenes parciales (típicamente dos), y un examen recuperatorio. Se computa el porcentaje de asistencia (ochenta por ciento). Se requiere la preparación de un muy breve apunte de clase (notas personales de clase, sin requisitos de formato o prolijidad), como forma de propiciar que los estudiantes tengan una actitud activa en cada clase. Se requiere la aprobación de un informe de laboratorio. Se define la cantidad de exámenes parciales que deberán ser aprobados para lograr la regularidad (típicamente uno), mientras que con todos los exámenes parciales aprobados se logra la aprobación sin examen final, o promoción de la asignatura. Cualquier examen parcial puede ser aprobado mediante el examen recuperatorio. Un coloquio acompaña la condición de promoción, donde una entrevista oral se considera fundamental para conocer el grado de dominio de la disciplina para cada estudiante, asimismo se caracterizan capacidades. Notar que existe reglamentación específica de la unidad académica, que determina de manera amplia los criterios citados en este párrafo.

## Actividades prácticas y de laboratorio

La actividad práctica se divide entre: resolución de problemas de ingeniería presentados en documentación propia de la cátedra, y adecuados a la perspectiva, énfasis y alcance de la asignatura; y la construcción y medición de un circuito bajo el formato de actividad de laboratorio. Existen guías en texto para esto, acompañadas incluso de material audiovisual propio de la cátedra. Se trata específicamente de la obtención de resultados numéricos (con cierto margen de error). Para esto se hacen cálculos de escritorio y simulaciones con software específico. Se suelen utilizar tecnologías de información y comunicación (TIC)

para mediar en la evaluación y preparación de devoluciones de esta actividad, desde los docentes y hacia los estudiantes.

## Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje

### **Competencias Generales**

#### **CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.**

##### Capacidades consideradas

Capacidad para identificar y formular problemas.

Capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada.

Capacidad para implementar tecnológicamente una alternativa de solución.

Capacidad para controlar y evaluar los propios enfoques y estrategias para abordar eficazmente la resolución de los problemas.

##### Algunos resultados de aprendizaje considerados (de acuerdo al contexto limitado de la asignatura)

Ser capaz de generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado.

#### **CG4: Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.**

##### Capacidades consideradas

Capacidad para identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles.

Capacidad para utilizar y/o supervisar la utilización de las técnicas y herramientas.

##### Algunos resultados de aprendizaje considerados (de acuerdo al contexto limitado de la asignatura)

Ser capaz de supervisar la utilización de las técnicas y herramientas relacionadas con la electrónica.

#### **CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.**

##### Capacidades consideradas

Capacidad para identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas.

Capacidad para reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos.

Capacidad para asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo

Algunos resultados de aprendizaje considerados (de acuerdo al contexto limitado de la asignatura)

Ser capaz de proponer y/o desarrollar metodologías de trabajo acordes a los objetivos a alcanzar.

**Competencias Específicas**

**Ingeniería Biomédica**

CE8: Diseñar, calcular y proyectar: instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de la salud

CE8.B: Interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para el planteo, interpretación, modelización y solución de sistemas

CE8.B1: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección y modelización de los dispositivos eléctricos y electrónicos principales a emplear en Ingeniería Biomédica.

CE8.B2: Realizar mediciones de magnitudes eléctricas e interpretación de sus resultados. Conocer los instrumentos y técnicas de medición.

**Ingeniería En Computación**

CE7 Proyectar, desarrollar, dirigir, controlar, construir, operar y mantener sistemas de procesamiento de señales, sistemas embebidos y sus periféricos incluido en software de soporte, sistemas computarizados de automatización y control y sistemas conjuntos de hardware y software.

CE7.2 Proyectar, desarrollar, dirigir, controlar, construir, operar y mantener Sistemas Embebidos, sus periféricos y software de soporte.

CE7.2.1 Comprender los principios básicos de la electrónica, incluyendo circuitos digitales, señales analógicas y digitales, componentes electrónicos y su funcionamiento.

Algunos resultados de aprendizaje considerados

Ser capaz de comprender métricas relevantes en la caracterización de cargas que operan en corriente alterna.

Ser capaz de desarrollar, proyectar y calcular circuitos periféricos actuadores, basados en dispositivos semiconductores.

Ser capaz de desarrollar, proyectar y calcular circuitos de adquisición de señales con etapas de amplificación y filtrado, eventualmente para instrumentar esquemas de medición automatizados.

## Bibliografía

1. Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos. Boylestad, Nashelsky – Pearson Educación
2. Microelectronic Circuits. Sedra, Smith – Oxford University Press
3. Electronic Devices. Floyd – Pearson Educación
4. Circuitos Eléctricos. Nilsson J. W., Riedel S.A. - Pearson Alhambra
5. Análisis de Circuitos en Ingeniería. Hayt, Kemmerly, Durbin - McGraw-Hill.
6. Circuitos Eléctricos y Electrónicos, Serie Schaum. Nahvi, Edminister, Rodríguez - McGraw Hill.
7. Electrónica, de los sistemas a los componentes. Storey - Addison-Wesley.

Se resalta la relevancia y suficiencia de los apartados 1 y 4 respecto de describir el programa en su conjunto, no obstante, el resto de la bibliografía proporciona miradas y detalles complementarios.

Asignatura: **Estática y Resistencia de los Materiales**

Código:	RTF	6
Semestre: Tercero	Carga Horaria	72 horas
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	5

Departamento: Estructuras

Correlativas:

- Física 1

Contenido Sintético:

- Equilibrio de fuerzas en el plano
- Diagramas característicos de esfuerzos en el plano
- Estudio de las tensiones y deformaciones por Esfuerzos Normales, Flexión, Torsión y Corte. Fatiga
- Estado plano de tensiones

Competencias Genéricas:

- CG1: Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG4: Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería..
- CG9: Competencia para aprender en forma continua y autónoma.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA      RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

- CE8.B4: Conocer las características y desempeño de materiales biocompatibles y su utilización dentro de la Ingeniería Biomédica.
- CE8.B5: Comprender las características estructurales y su desempeño mecánico de los distintos materiales.

## Presentación

La asignatura Estática y Resistencia de Materiales pertenece al bloque de tecnologías básicas y se dicta en el tercer semestre de la carrera de Ingeniería Biomédica. Tiene una modalidad cuatrimestral de cursado, desarrollándose la totalidad del programa en 72 horas de clases.

La materia se divide en dos áreas, por un lado, Estática que trata el equilibrio de cuerpos rígidos en reposo, bajo la acción de fuerzas; y por otro, Resistencia de Materiales, que se basa en el estudio de tensiones y deformaciones de elementos estructurales que se comportan de modo elástico y lineal.

Las cargas que actúan sobre una estructura, como las propiedades del material con la que se construye afecta el diseño de sus elementos. Estos elementos deben satisfacer simultáneamente condiciones de resistencia y de rigidez que garanticen la seguridad con un eficiente consumo de material. En este sentido, el estudio de la Estática y la Resistencia de Materiales es de suma importancia en la formación del futuro ingeniero biomédico.

El desarrollo de la asignatura se realiza considerando que la teoría y la práctica son indisolubles, que los ejercicios no pueden resolverse sin el conocimiento de los principios e hipótesis que sustentan la formulación. En los encuentros en las aulas se pone énfasis en el abordaje conceptual del problema más allá del reemplazo numérico de las ecuaciones, evitando de este modo el automatismo en la resolución de los ejercicios. Las propuestas metodológicas de enseñanza y aprendizaje tienen como fin contribuir al desarrollo de las competencias tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales necesarias para el desempeño del futuro profesional.

Los objetivos de la Asignatura son:

- Conocer los principios en que se apoya la Estática y la Resistencia de Materiales para la resolución de problemas propuestos.
- Comprender el concepto de equilibrio de elementos planos isostáticos e indeformables, sometidos a fuerzas exteriores para el posterior estudio de tensiones y deformaciones.
- Construir los diagramas de cuerpo libre a partir de una estructura dada, identificando las fuerzas activas como así también las fuerzas reactivas que actúan sobre el mismo .
- Determinar numéricamente los valores de las reacciones de vínculo a partir del diagrama de cuerpo libre, utilizando las ecuaciones de la Estática.
- Determinar la posición del centro de gravedad y las propiedades de inercia de distintas formas de superficies conociendo la geometría de las secciones.
- Trazar los diagramas de esfuerzos internos y obtener los valores numéricos utilizando las ecuaciones de la Estática para distintos sistemas de alma llena. Los valores numéricos más representativos serán utilizados para el cálculo de tensiones y deformaciones en Resistencia de Materiales.
- Determinar las tensiones y deformaciones de elementos estructurales sometidos a esfuerzos a tracción, flexión, torsión y corte, considerando que cada una de estas sollicitaciones actúan independientemente sobre la pieza.

- Determinar la tensión de falla de un material bajo cargas dinámicas para comparar el comportamiento de la misma pieza bajo cargas estáticas.

## Contenidos

### **Capítulo 1: Equilibrio de fuerzas en el plano.**

Principios de la Estática. Equilibrio de fuerzas concurrentes. Composición y descomposición de fuerzas concurrentes. Equilibrio de fuerzas paralelas en el plano. Concepto de Cupla. Centro Geométrico. Momento de inercia. Teorema de Steiner. Ecuaciones de equilibrio de fuerzas Generales en el plano. Tipos de vínculo. Sistemas estáticamente determinados. Diagrama del cuerpo libre.

### **Capítulo 2: Diagramas característicos de esfuerzos en el plano.**

Determinación de esfuerzos internos. Elementos de reducción (M, N, T). Trazado de diagramas característicos. Relación entre M y T.

### **Capítulo 3: Estudio de tensiones y deformaciones por esfuerzo normal.**

Ley de Hooke. Diagramas de tensión-deformación. Coeficiente de Poisson. Criterios básicos para la determinación de la seguridad de los materiales. Cálculo de tensiones y deformaciones por sollicitaciones axiales. Efectos térmicos. Límites de la teoría. Concentración de tensiones.

### **Capítulo 4: Estudio de tensiones y deformaciones por flexión.**

Flexión pura plana. Curvatura. Fórmula de Navier. Módulo resistente y formas adecuadas de las secciones. Límites de la teoría.

### **Capítulo 5: Estudio de tensiones y deformaciones por torsión.**

Torsión de ejes circulares macizos y huecos. Otras secciones. Torsión en secciones huecas de pared delgada. (Bredt).

### **Capítulo 6: Estudio de tensiones y deformaciones por corte:**

Fórmula fundamental del esfuerzo rasante. Corte en vigas flexionadas de paredes delgadas. Corte en vigas en sección U, T y otras. Corte en vigas de sección rectangular. Corte en vigas con eje de simetría vertical (Círculo). Límites de la teoría.

### **Capítulo 7: Fatiga.**

Generalidades. Fatiga. Tensiones fluctuantes. Cálculo del límite de fatiga.

### **Capítulo 8: Estado plano de tensiones.**

Tracción en dos direcciones. Fórmula de los recipientes cilíndricos sometidos a presión interna. Introducción a la tensión de corte. Reciprocidad del corte. Estado plano de tensiones. Círculo de Mohr de las tensiones. Corte puro. Relación entre E, G y  $\epsilon$ . Ley de Hooke generalizada.

## Metodología de enseñanza

En este apartado se describen distintas metodologías de enseñanza y aprendizaje propuestas para las clases teórico-prácticas, para promover el desarrollo de las competencias necesarias para el futuro desempeño profesional.

Con el objeto de contribuir al aprendizaje autónomo del estudiante se plantea la modalidad de aula invertida (flipped classroom), ya que proporciona entornos flexibles de aprendizajes, centrados en el estudiante, ajustados a su tiempo y necesidades.

El material teórico y práctico está organizado en el aula virtual por unidades temáticas. El material consiste en videos donde el docente explica el contenido teórico, desarrollado sobre un power point. Los textos y las ecuaciones se acompañan con imágenes en tres dimensiones (3D), animaciones y modelos numéricos que pretenden facilitar la comprensión de los fenómenos objeto de estudio. Se presentan también videos con el desarrollo paso a paso de ejercicios prácticos, grabados por los distintos docentes de la cátedra. Los estudiantes podrán acceder a la documentación en todo momento y deberán responder en las fechas indicadas, cuestionarios en el aula virtual. Los cuestionarios contienen diferentes tipos de preguntas teóricas conceptuales y preguntas numéricas sencillas.

Con la finalidad de que el estudiante pueda identificar, formular y resolver los problemas de ingeniería que se planteen, utilizando de manera efectiva las técnicas y herramientas de la estática y la resistencia de materiales, se propone la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

En este sentido, cada clase presencial estará dividida en dos partes, una primera parte donde el docente por medio de una Exposición Dialogada presenta los contenidos de la unidad; y una segunda parte donde se propone mediante la estrategia de ABP enfrentar a los alumnos a una situación real.

Se describe a continuación cómo se llevarán adelante las clases teórico-prácticas divididas en dos partes; el tiempo asignado a cada una dependerá de los contenidos de cada unidad:

- Exposición Dialogada: Al inicio de cada clase se propone una Recapitulación sobre unidades previas y se anuncia la relación con el tema a abordar. Se desarrollan los conceptos teóricos con presentación en power point y luego se resuelven paso a paso en la pizarra ejercicios numéricos. En esta metodología, se ofrece al estudiante Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): Los alumnos trabajarán en grupo un ejercicio sobre una estructura o parte de una estructura que irán completando en las clases definidas según el cronograma, y al finalizar la asignatura deberán realizar una presentación oral. En el aula virtual estará explicitada la bibliografía, las pautas para la conformación de los grupos, una breve descripción sobre lo que implica la estrategia didáctica, la forma de evaluación durante el trabajo en equipo y durante la exposición oral. Se presentan también los distintos problemas a trabajar en cada grupo, los que se conformarán con un máximo de cinco a seis integrantes. En un corto espacio de tiempo, un resumen claro y accesible de los contenidos de la unidad. Al finalizar, se resuelven las dudas del material disponible en el aula virtual y se recuperan los conceptos más importantes, fomentando la intervención de los estudiantes.

## Evaluación

- Diagnóstica: A fin de determinar expectativas y conocimientos previos en relación con la asignatura. Se realiza la primera clase y permite repasar y ajustar los conocimientos adquiridos en materias anteriores.
- De proceso: Seguimiento individual y grupal a través de los Trabajos Prácticos del Aula Virtual y del Trabajo Grupal Integrador desarrollado en el aula.

Los Trabajos Prácticos semanales serán a través del Aula Virtual y el sistema le proporciona una nota y la respuesta correcta al finalizar el intento. Por medio de este mecanismo se pretende que el estudiante tenga una retroalimentación sobre lo estudiado y los docentes un estado de la situación que permita reorientar o mejorar las propuestas didácticas.

El Trabajo Grupal Integrador será desarrollado en las clases definidas según cronograma. En este espacio se pretende acompañar el proceso de aprendizaje y guiar en la construcción del trabajo integrador de los contenidos de la asignatura. Durante las clases se registrará la intervención de cada estudiante, se valorará la formulación y resolución de los problemas, la utilización de las técnicas y herramientas más adecuadas y el uso del lenguaje apropiado mediante rúbrica.

- Sumativa:
  - Los Trabajos Prácticos del Aula Virtual. La nota la proporciona el sistema.
  - Dos parciales teórico-práctico. Se evalúa el procedimiento de resolución de los ejercicios más allá del valor numérico obtenido.
  - El Trabajo Grupal Integrador será evaluado en la exposición oral. Se tendrá en cuenta la documentación del proceso relevada mediante rúbrica.

## Condiciones de aprobación

La nota de la asignatura dependerá de la calificación obtenida en:

- Los Trabajos Prácticos del Aula Virtual.
- Dos parciales teórico-práctico.
- El Trabajo Grupal Integrador

Los parciales teórico-prácticos tendrán su instancia de recuperación. Pudiendo recuperarse uno de los dos para alcanzar la condición de regularidad o mejorar la condición.

### **Condición de promoción (No rinde coloquio final):**

Los alumnos con promedio de parciales igual a 7 o mayor y nota mínima de 6 en ambos parciales, promocionarán directamente sin coloquio final. Es requisito además para la promoción contar con el 80% de los Trabajos Prácticos del Aula Virtual aprobados (Tanto de los ejercicios de Estática como los de Resistencia de Materiales) y alcanzar una nota de 6 en la exposición del Trabajo Grupal Integrador.

**Condición de promoción (Rinde coloquio final):**

Si el estudiante no alcanza el promedio de 7, pero obtuvo en todas las instancias una nota igual o superior a 4, al finalizar la asignatura se propone realizar un coloquio integrador. De este modo, se espera que a través del feedback con el estudiante pueda dar cuenta de los conceptos más importantes y obtener la aprobación final. Es requisito además contar con el 80% de los Trabajos Prácticos del Aula Virtual aprobados (Tanto de los ejercicios de Estática como los de Resistencia de Materiales) y alcanzar una nota de 6 en la exposición del Trabajo Grupal Integrador.

**Condición de regularidad:**

Para obtener la condición de Regular, el alumno deberá aprobar al menos una (1) de las evaluaciones parciales y contar con el 60% de los Trabajos Prácticos del Aula Virtual aprobados (Tanto de los ejercicios de Estática como los de Resistencia de Materiales).

## Actividades prácticas y de laboratorio

Se propone la realización de un ensayo de laboratorio de probetas sometidas a un esfuerzo axial de tracción para conocer las propiedades mecánicas de los materiales. Acceder al laboratorio implica conocer las normas de seguridad vigente, las que estarán explicitadas en el aula virtual y deberán leerlas previamente. Los estudiantes conformarán grupos de trabajo, los que deberán ir registrando los valores representativos del ensayo. Se pretende que el estudiante pueda conocer los parámetros de elasticidad, plasticidad y estado último en la práctica, comunicando los resultados en un ambiente colaborativo.

## Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje

RA1: Calcula las reacciones de vínculo de un elemento estructural isostático, considerando su esquema de cuerpo libre y escribiendo las ecuaciones de equilibrio pertinentes, para el estudio correcto de esfuerzos internos.

RA2: Traza los diagramas de esfuerzos internos (Normal, Corte y Momento Flector) en elementos estructurales sencillos, considerando diferentes estados de cargas y tipología de vínculos, para determinar los valores más representativos.

RA3: Dimensiona un elemento estructural conociendo las tensiones admisibles y las limitaciones de diseño para lograr la optimización en el consumo de material y recomendar la sección más apropiada para resistir las cargas solicitantes.

RA4: Calcula tensiones y deformaciones en elementos estructurales sencillos sometidos a distintas solicitaciones para verificar que se cumplan criterios límites de resistencia y deformación, procurando la información necesaria para resolver las situaciones problemáticas presentadas.

RA5: Realiza ensayos de laboratorio para determinar las propiedades mecánicas de un material sometido a esfuerzos axiales, teniendo en cuenta el material disponible en el aula virtual.

En la tabla siguiente se muestran las relaciones entre las Competencias Genéricas, las Competencias Específicas y los Resultados de Aprendizaje propuestos:

	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5
CG1: Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	x	x			
CG4: Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.			x	x	
CG9: Competencia para aprender en forma continua y autónoma.				x	x
CE8.B4: Conocer las características y desempeño de materiales biocompatibles y su utilización dentro de la Ingeniería Biomédica.				x	x
CE8.B5: Comprender las características estructurales y su desempeño mecánico de los distintos materiales.				x	x

## Bibliografía

- Fliess, E. (1981). Estabilidad (3ra Ed.), Kapeluz.
- Gere, J. (2002). Resistencia de Materiales (5a Ed.). De la Cera Alonso, J.; González y Pozo V. y Durán S. (Trad.), International Thomson, Paraninfo.
- Guía de trabajos prácticos de Estática y Resistencia de Materiales y Ejercicios adicionales para la cátedra. (2022).
- <https://fcefyn.aulavirtual.unc.edu.ar/course/view.php?id=107>
- Pirard, G. (2007). Resistencia de Materiales (10a Ed.). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFYN).
- Timoshenko, S. (1957). Delgado Perez de Alba, T. (Trad.), Resistencia de materiales, Espasa-Calpe S.A.

Asignatura: **Fisiología Humana**

Código:	RTF	4
Semestre: Quinto	Carga Horaria	48
Bloque: Ciencias Básicas	Horas de Práctica	8

Departamento: Bioingeniería

Correlativas:

- Histología para Ingenieros
- Física 2

Contenido Sintético:

- Macroscopía del sistema nervioso central.
- Bioelectricidad y Tejidos excitables.
- Actividad refleja, postura y movimiento.
- Homeostasis del medio Interno.
- Fisiología de la circulación.
- Fisiología de la respiración.
- Fisiología renal.
- Sistema endocrino; Integración hormonal.

Competencias Genéricas:

- CG5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.
- CG6. Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.
- CG 8. Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

### Competencias Específicas:

- CE2: Interpretar y comprender señales e imágenes médicas y biológicas.
- CE8.A3: Utilizar y aplicar nociones de biología celular, histología, anatomía, fisiología humana, física médica y fisiopatología, para la comprensión del funcionamiento de los sistemas biológicos y su interacción con la investigación científica básica y aplicada y desarrollos tecnológicos, logrando una intercomunicación adecuada con otros profesionales de la salud.

## Presentación

Fisiología Humana es una asignatura que pertenece al tercer año (quinto cuatrimestre) de la carrera de Ingeniería Biomédica. Al momento de transitar este espacio curricular el estudiante ha cursado las materias Química Orgánica y Biológica, Anatomía para ingenieros e Histología para Ingenieros, y fue introducido en nociones de la física que constituyen las bases para integrar nuevos conocimientos básicos provenientes de la Fisiología, encargada de estudiar el funcionamiento normal de un organismo vivo, y las partes que lo componen, incluyendo los procesos físicos y químicos. La asignatura es la antesala de materias como Biomateriales, Física Biomédica y Fisiopatología, que requieren conocer los principios funcionales de los distintos sistemas fisiológicos del cuerpo actuando de manera sinérgica e integrada.

La Fisiología Humana como ciencia básica, forma parte de la materia prima de un extenso, variado y creciente universo de aplicaciones en el campo de la biomedicina, siendo su objeto de estudio fundamental para adquirir el perfil profesional del ingeniero biomédico.

El conocimiento de la estructura y la función de los organismos biológicos representan el sustrato para que el futuro ingeniero biomédico, aplicando los conocimientos de otras áreas de la ingeniería como la electrónica, biomecánica, informática, materiales, entre otras, encuentre soluciones tecnocientíficas que participen en la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de las diferentes alteraciones y enfermedades del cuerpo humano.

La asignatura está pensada desde un enfoque constructivista, centrado en el estudiante, donde se proponen una serie de actividades que el estudiante debe desarrollar, implementar y verificar en diálogo permanente con los saberes actuales de la Fisiología moderna. Los contenidos deben ser comunicados por el estudiante a docentes y compañeros. Se pretende con esto desarrollar las competencias profesionales propuestas desde el aprender haciendo, la experimentación y el descubrimiento.

# Contenidos

**Filogenia y Anatomía Microscópica del Sistema Nervioso.** Estructuras que conforman el sistema nervioso central: médula, tronco encefálico, encéfalo.

**Bioelectricidad-Tejidos excitables:** Electrofisiología: potencial de reposo y potencial de acción. Sinapsis (eléctricas y químicas). Potenciales pre y postsinápticos. Potenciales excitatorios e inhibitorios. Sinapsis química: neurotransmisores. Sinapsis neuromuscular en músculo esquelético, cardíaco y liso.

**Actividad refleja, postura y movimiento.** Actividad refleja: arco reflejo. Reflejos mono y polisinápticos(miotático o de estiramiento, de flexión, de extensión cruzada). Función refleja de la médula espinal. Inervación recíproca. Orientación Espacial y Tono Muscular. Postura y Movimiento: Tono muscular. Reflejo miotático. Concepto de postura. Estructuras nerviosas que intervienen en el mantenimiento de la postura. Receptores relacionados con la postura.

**Homeostasis del medio Interno.** Fluidos Corporales: Distribución de los líquidos corporales. Compartimientos. Líquidos corporales: composición y función. Sangre: concepto de hemólisis, hematocrito, grupos sanguíneos. Sistema inmune: conceptos básicos.

**Fisiología de la Circulación Central:** Sistemas de vasos y órganos de propulsión de los fluidos vasculares. Regulación neurogénica y miogénica. Sistema circulatorio en el hombre: actividad cardíaca, presiones y volúmenes. Regulación de la actividad cardíaca: eléctrica, nerviosa y humoral. Hemodinamia. Microcirculación. Fisiología de la Circulación Periférica.

**Fisiología de la respiración:** Mecánica respiratoria. Pigmentos respiratorios. Transporte de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. Regulación de la respiración. Adaptaciones a situaciones particulares: buceo y altitud.

**Fisiología Renal:** Osmorregulación: conceptos generales. Sistema renal. Estructura funcional del riñón. Circulación renal. Mecanismo de formación de la orina. Filtración glomerular. Función tubular: Concepto de carga tubular, máximo tubular y umbral renal. Mecanismo de concentración y dilución de la orina. Función de los vasos rectos. Homeostasis hidroelectrolítica: hormonas antidiurética y aldosterona. Regulación de su secreción. Otras hormonas y mecanismos involucrados en la regulación de la excreción renal de electrolitos.

**Fisiología del Sistema Endócrino.** Hipotálamo-Hipófisis: Control químico de la actividad celular: Concepto. Hormonas: funciones generales. Características de la acción hormonal y de la regulación de su secreción. Mecanismos de acción: receptores de membrana, citoplasmáticos y nucleares. Neurosecreción. Sistema Reprodutor: Epistemología de los conocimientos relacionados a la sexualidad humana. Introducción a la teoría Queer. Aparato reproductor femenino y masculino: diferenciación sexual y desarrollo.

## Metodología de enseñanza

El desarrollo general de la materia se basa en clases teórico-prácticas, y durante las mismas se trabajará empleando un formato de clase tipo taller con actividades tanto individuales como grupales. Las estrategias de enseñanza que hemos seleccionado implican un aprendizaje centrado en el estudiante, con el apoyo, acompañamiento y guía

del equipo docente así como de los practicantes en docencia y adscriptos. Entre estas estrategias se destacan: exposición dialogada, aprendizaje basado en problemas (algunas sugeridas desde la cátedra y otras por los propios estudiantes), estudios de caso, seminarios de debate, producción de nuevos contenidos en forma oral y escrita.

La tarea docente en Fisiología Humana se acompaña y asienta en gran medida en la preparación de los practicantes en docencia de pregrado que año a año fortalecen el equipo docente con sus conocimientos desde el lugar de estudiantes y sus ideas innovadoras. Esto además facilita el aprendizaje de a pares.

La propuesta de la cátedra es a aprender los contenidos mediante equipos de trabajo conformados también por los practicantes en docencia de pregrado, en donde circula la información pero también se dan espacios a las dudas y reflexiones, se promueve la lectura guiada de trabajos científicos en forma grupal, y las discusiones acerca de cómo se implementan los contenidos de la Fisiología Humana en desarrollos biomédicos de alcance nacional e internacional.

## Evaluación

Se tendrá en cuenta el régimen de estudiante vigente, aprobado por el Honorable Consejo Directivo de la FCEFyN. La evaluación se realizará a través de tres parciales a lo largo del semestre y la realización de 13 trabajos prácticos con actividades evaluativas. Durante el desarrollo y evaluación de las actividades, el docente a cargo de las mismas evaluará el desempeño y desarrollo de competencias mediante una rúbrica que abarca los criterios con los cuales se evalúa y por otro lado los resultados de aprendizaje pretendidos para cada competencia.

Se evaluará en forma continua y constante la integración y relación de conceptos trabajados en las clases teórico-prácticas, mediante la participación pertinente de los estudiantes.

Se realizarán autoevaluaciones por parte de los estudiantes.

Se realizarán evaluaciones por pares, entre los integrantes de cada equipo.

Las evaluaciones parciales y las tareas evaluativas de cada clase-taller tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- a. interpretación conceptual de las problemáticas planteadas;
- b. interpretación y análisis de gráficas de variables fisiológicas;
- c. aplicabilidad de soluciones acordes al contenido abordado durante las clases taller así como al estudio previo a las clases;
- d. objetivos de cada taller en tiempo y forma;
- e. desempeño efectivo en el equipo de trabajo;
- f. integración y aplicación de saberes adquiridos durante la asignatura;
- g. claridad y calidad de respuestas orales y escritas según las pautas explicitadas en clase

## Condiciones de aprobación

### Alumno aprobado mediante promoción (promocionado)

Accederán a esta categoría aquellos alumnos que:

1. Hayan asistido al menos al 80% de las clases teórico-prácticas.
2. Aprueben los 3 parciales con al menos el 60 % o mayor de los contenidos (o bien con la aprobación de un recuperatorio con al menos el 60% de los contenidos).
3. Obtengan promedio de 7 (siete) puntos en las evaluaciones de las clases teórico prácticas.
4. Aprueben el coloquio de integración de la materia alcanzando al menos el 60% de los contenidos.
5. Alcanzar un nivel de desarrollo aceptable en todos los indicadores establecidos en la rúbrica.

### Alumno regular

Accederán a esta categoría aquellos alumnos que:

1. Hayan asistido al menos al 80% de las clases teórico-prácticas.
2. Aprueben los 3 parciales con al menos el 50 % o mayor de los contenidos (o bien con la aprobación de un recuperatorio con al menos el 50% de los contenidos).
3. Obtengan promedio de 5 (cinco) puntos en las evaluaciones de los Trabajos prácticos.
4. Alcanzar un nivel de desarrollo aceptable en todos los indicadores establecidos en la rúbrica.

## Actividades prácticas y de laboratorio

Taller 1. Filogenia y Anatomía Microscópica del Sistema Nervioso.

Taller 2. Bioelectricidad-Tejidos excitables

Taller 3. Actividad Refleja

Taller 4. Orientación Espacial y Tono Muscular. Postura y Movimiento.

Taller 5. Medio Interno: Fluidos Corporales.

Taller 6. Fisiología de la Circulación Central.

Taller 7. Fisiología de la Circulación Periférica y Fisiología de la Respiración.

Taller 8. Fisiología Renal: Osmorregulación.

Taller 9. Homeostasis del Medio Interno

Taller 10. Sistema Endocrino I: Fisiología del sistema endócrino. Generalidades. Hormonas secretadas por la hipófisis y el hipotálamo.

Taller 11. Sistema Endocrino II: Tiroides-Paratiroides y Suprarrenales. Páncreas endocrino.

Taller 12. Sistema Reproductor.

Taller 13. Crecimiento y Desarrollo

## Resultados de aprendizaje

Competencias	Resultados de aprendizaje
<p>CG5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Detectar necesidades actuales o potenciales, que requieran de una solución tecnológica, y relacionarlas con la tecnología disponible o a ser desarrollada</li> <li>* Investigar información disponible para conocer el estado del arte de cierta problemática considerada</li> <li>* Identificar las tecnologías emergentes y evaluar su posible impacto sobre los procesos actuales</li> <li>* Resolver problemáticas en forma crítica</li> </ul>
<p>CG6. Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas</li> <li>* Reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos</li> <li>* Asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo</li> </ul>
<p>CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Plantear eficazmente problemáticas relacionadas a la asignatura, a personas ajenas a ella.</li> <li>* Identificar coincidencias y discrepancias, y de producir síntesis y acuerdos</li> <li>* Producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.</li> <li>* Detectar las ideas centrales de un informe que se leyó o de una presentación a la cual se asistió.</li> <li>* Valorar la validez y la coherencia de la información.</li> </ul>
<p>CG 8. Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Reconocer las connotaciones éticas de diferentes decisiones en el desempeño profesional.</li> <li>* Reconocer la necesidad de convocar a otros profesionales o expertos cuando los</li> </ul>

	<p>problemas superen sus conocimientos o experiencia.</p> <p>*Comprender y asumir las responsabilidades de los ingenieros en la sociedad.</p> <p>*Distinguir que la optimización de la selección de alternativas para los proyectos, acciones y decisiones, implica la ponderación de impactos de diverso tipo, cuyos respectivos efectos pueden ser contradictorios entre sí.</p>
CE2: Interpretar y comprender señales en imágenes médicas y biológicas.	<p>*Detectar patologías en imágenes médicas.</p> <p>*Explicar una determinada gráfica con variables fisiológicas dependientes en función de variables independientes conocidas.</p> <p>*Predecir qué ocurrirá con las variables graficadas en función de diversas situaciones fisiológicas.</p> <p>*Crear gráficas de variables fisiológicas.</p>
CE8.A3: Utilizar y aplicar nociones de biología celular, histología, anatomía, fisiología humana, física médica y fisiopatología, para la comprensión del funcionamiento de los sistemas biológicos y su interacción con la investigación científica básica y aplicada y desarrollos tecnológicos, logrando una intercomunicación adecuada con otros profesionales de la salud.	<p>*Generar consensos de ideas a partir de saberes de diversas disciplinas para la solución de problemáticas biomédicas.</p>

## Bibliografía

- Barrett, K. E. (2023). *Ganong fisiología médica (24a)*. McGraw Hill México.
- Folguera, G. (2020). *Ciencia sin freno: de cómo el poder subordina el conocimiento y transforma nuestras vidas*. Centro de Formación Profesional N° 24. Disponible en <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/159121>
- Guyton, A. C. (1997). *Tratado de fisiología médica 9 Ed.*
- Maffía, D. (2019). Disidencia sexual y epistemología de la resistencia. *Avatares filosóficos*, (5), 103-116. Disponible en <http://revistas.filo.uba.ar/index.php/avatares/article/viewFile/3418/2313>
- Leeper-Woodford, S. K. Adkison, L. R. & Jiménez González, D. (Trad.). (2016). *Sistemas integrados*. Wolters Kluwer Health. <https://elibro.net/es/lc/bmayorunc/titulos/125915>
- Rhoades, R. A. & Bell, D. R. (2012). *Fisiología médica: fundamentos de medicina clínica (4a. ed.)*. Wolters Kluwer Health. <https://elibro.net/es/lc/bmayorunc/titulos/125734>
- Silverthorn, U. (2010). *Human Physiology: An Integrated Approach by Dee*. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings, 598-601.

Asignatura: **Imágenes en Medicina**

Código:	RTF	7
Semestre: Octavo	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	20

Departamento: Bioingeniería

Correlativas:

- Fisiología Humana
- Física 2
- Procesamiento de señales

Contenido Sintético:

- La imagen diagnóstica
- Radiología
- Tomografía Computada
- Ultrasonido
- Resonancia Magnética Nuclear
- Otras modalidades diagnósticas

Competencias Genéricas:

- CG4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.
- CG6: Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

CE2: Interpretar y comprender señales e imágenes médicas y biológicas.

# Presentación

Imágenes en Medicina se inserta en el cuarto año, (octavo cuatrimestre), de la carrera de Ingeniería Biomédica. En esta etapa de la carrera el alumno ya ha adquirido y madurado las nociones necesarias para poder abordar los temas que se desarrollan en esta asignatura. Dado el amplio desarrollo que las modalidades de diagnóstico por imágenes han tenido en la última década y su masiva aplicación en el ámbito de la salud en nuestro país y en el mundo, es que resulta imprescindible dotar al Ingeniero Biomédico de los conocimientos y habilidades necesarias para la adecuada gestión de esta tecnología dentro de los centros de salud.

A través del cursado de la asignatura el alumno podrá comprender el principio de funcionamiento de las distintas modalidades diagnósticas, interpretar adecuadamente los requerimientos de instalación de los equipos, gestionar el adecuado mantenimiento y control de calidad de los mismos y colaborar con la formación de los recursos humanos que operan los mismos.

## Contenidos

### Unidad 1: La imagen diagnóstica

Concepto de Imagen, características, parámetros que definen la calidad de imagen. La imagen médica, características, tipos de imágenes médicas. Parámetros de calidad de la imagen. Resolución espacial, resolución temporal, resolución de contraste. Relación Señal/Ruido. Artefactos. Relación entre los distintos parámetros. Imágenes digitales, características, procesamientos.

### Unidad 2: Radiología

Principios físicos de los rayos X.  
Principios de formación de la Imagen: Imagen latente. Impresión radiográfica..  
Sistema de Generación de Rayos X  
Dispositivos restrictores del haz..  
Mesas seriográficas: sistemas de intensificador de imagen.  
Aplicaciones especiales de la radiología: Mamografía, Angiografía, equipos rodantes, equipos de arco en C, equipos para odontología.  
Radiología digital: Radiología computarizada (CR). Radiología digital (DR), detectores digitales de conversión directa e indirecta.

### Unidad 3: Tomografía Computada

Características principales de la imagen tomográfica.  
Principios de formación de la Imagen.  
Presentación de la Imagen: escala de Números CT. Escala de Grises y Números CT: función ventana.  
Sistema de Generación de Rayos X:  
Generadores convencionales y de alta frecuencia.  
Sistema de adquisición de datos.  
Detectores.

Tomografía helicoidal. Principio de funcionamiento. Método de reconstrucción. Ventajas.  
Exploración multislice. Principios de funcionamiento. Ventajas.  
Características y requerimientos de la sala para la instalación de un equipo de tomografía computada.

#### Unidad 4: Ultrasonido

Física del Ultrasonido.  
Impedancia acústica. Reflexión. Refracción. Atenuación.  
Principios de Formación de la Imagen.  
Generación y recepción del haz de ultrasonido. Calidad de la Imagen. Modos de visualización.  
Transductores: Tipos de transductores. Aplicación clínica.  
Diagrama en bloques de un equipo de ultrasonido. Módulo de transmisión. Módulo de recepción. Módulo de conversión digital. Módulo de visualización.  
Modo de adquisición Doppler: Efecto doppler. Aplicación del doppler en ecografía. Modos de exploración: doppler espectral, Doppler pulsado y continuo. Doppler Color

#### Unidad 5: Resonancia Magnética Nuclear

Características principales de la imagen de Resonancia Magnética.  
Principios Físicos: Campo magnético, spin y pulso de excitación de RF. Relajación Longitudinal (T1) y Transversal (T2).  
Principios de formación de la imagen: Variación del Campo Magnético (gradientes).  
Gradiente de selección de corte (slicing), gradiente de codificación de frecuencias (reading) y gradiente de codificación de fase (encoding). Secuencia de adquisición de Imagen: SE.  
Diagrama en Bloques.  
Generación del campo magnético estático. Distintos tipos de magnetos. Generación de campos gradientes. Generación y transmisión de pulsos de radiofrecuencia. Sistema de recepción de RF.  
Características y requerimientos de la sala para la instalación de un equipo de resonancia magnética.

#### Unidad 6: Otras modalidades diagnósticas

Avances tecnológicos aplicados al diagnóstico por imágenes.

## Metodología de enseñanza

Las etapas de construcción y elaboración de conocimientos son sustentadas mediante clases teórico-prácticas donde se hace uso de la exposición como estrategia didáctica y el empleo de distintos elementos de apoyo como presentaciones en Power-Point o similares, videos, fotografías y otros. Para fomentar el trabajo en equipo se realizan actividades grupales de análisis de características técnicas y de requerimientos de instalación de equipos reales, donde se aplican los conocimientos adquiridos.

Se realizan visitas a centros de diagnóstico donde los alumnos pueden apreciar in situ los diferentes equipamientos estudiados durante el desarrollo de la asignatura y de esa manera consolidar sus conocimientos y tomar contacto con otros profesionales vinculados al tema. Para generar hábitos de autoaprendizaje se utilizan como material didáctico bibliografía recomendada, apuntes de cátedra y manuales reales de los equipos.

## Evaluación

La evaluación se realizará a través de tres exámenes parciales a lo largo del semestre y la realización de una actividad práctica grupal. Asimismo se realizará una evaluación del desempeño y desarrollo de competencias del alumno a través de su participación en las diferentes actividades teórico-prácticas y las Visitas.

La calificación final tendrá en cuenta el resultado de los exámenes parciales, el resultado del alumno en el trabajo grupal y el desarrollo de competencias del alumno evidenciado a través de las actividades prácticas según la siguiente ecuación:

$$\text{Calificación final} = 0.65 \text{ EP} + 0.2 \text{ TG} + 0.15 \text{ AP}$$

Donde: EP: exámenes parciales, TG: trabajo grupal y AP: actividades prácticas.

## Condiciones de aprobación

### Condiciones para la regularidad de la asignatura

Se tendrá en cuenta el régimen de estudiante vigente, aprobado por el Honorable Consejo Directivo de la FCEFyN.

Se requiere la aprobación de los exámenes parciales, se calificará a los estudiantes en una escala de 0 a 10 puntos. La aprobación exige un mínimo de 4, correspondiente al 60% correcto del contenido.

Se podrá recuperar sólo una de las instancias parciales, siendo condición, para rendirla, haber aprobado las otras.

### Condiciones para la promoción de la asignatura

Tener aprobadas las materias correlativas.

Tener asistencia al 80% de todas las actividades teórico-prácticas.

Haber aprobado todas las instancias parciales con un mínimo del 70% del contenido aprobado.

Haber aprobado el trabajo grupal.

Haber aprobado cada una de las instancias prácticas realizadas.

## Actividades prácticas y de laboratorio

Las actividades prácticas están organizadas en dos grupos diferenciados: 1) actividades prácticas en aula donde se propone que el alumno tome contacto con información técnica y manuales técnicos de los distintos equipos a fin de que pueda desarrollar la comprensión de los mismos, su análisis y posterior utilización de la información allí contenida y 2) visitas a un centro de diagnóstico donde los alumnos, guiados por un docente, tienen la posibilidad de ver in situ cada uno de los equipos que se estudian en la asignatura, pueden corroborar las condiciones de instalación y funcionamiento de los mismos e interactuar con personal

médico y licenciados en producción de bioimágenes, lo cual favorece su preparación para el trabajo interdisciplinario.

## Resultados de aprendizaje

Competencias	Resultados de aprendizaje
CG4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ser capaz de interpretar planos técnicos.</li> <li>● Ser capaz de interpretar y evaluar documentación técnica.</li> </ul>
CG6: Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aprender a interactuar de manera efectiva en equipos de trabajo heterogéneos respetando los distintos puntos de vista.</li> <li>● Adquirir habilidades de participación y colaboración para lograr una adecuada integración a equipos de trabajo.</li> </ul>
CE2: Interpretar y comprender señales e imágenes médicas y biológicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aprender a evaluar características principales que hacen a la calidad de las imágenes médicas.</li> <li>● Aprender a identificar artefactos anormales dentro de las imágenes médicas.</li> </ul>

## Bibliografía

- Manual de radiología para técnicos; física, biología y protección radiológica / Stewart C. Bushong. 12° edición, 2022.
- Diagnostic ultrasound :principles and instruments / Frederick W. Kremkau. 7° edición.
- The physics of medical imaging / comp. Steve Webb. 2012.
- Clinical magnetic resonance imaging / comp. Robert R. Edelman ... [et al.].2006.
- Encyclopedia of medical devices and instrumentation / comp. John G. Webster. 2° edición, 2006.
- The physics of radiology / Harold Elford Johns and John Robert Cunningham. 5° edición.

Asignatura: **Ingeniería Hospitalaria**

Código:	RTF	7
Semestre: Noveno	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Aplicadas (TA)	Horas de Práctica	36

Departamento: Bioingeniería

Correlativas:

- Instalaciones Hospitalarias
- Imágenes en Medicina
- Instrumentación Biomédica

Contenido Sintético:

- 1. Gestión de Ingeniería Clínica
- 2. Proyecto de Áreas Hospitalarias
- 3. Organización para Emergencias y Desastres
- 4. Medio Ambiente Hospitalario Gestión de Residuos Peligrosos
- 5. Bioseguridad
- 6. Tecnologías en Esterilización

Competencias Genéricas:

- CG3. Competencia para gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

- CE1A: Comprender el proceso de esterilización
- CE3: Gestionar, planificar y controlar la gestión integral de tecnología médica en los ámbitos de salud para lograr condiciones de uso seguro de la misma, optimizando el uso de recursos disponibles.
- CE9. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y

mantenimiento de instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de la salud.

- CE10.A. Dirigir y controlar las actividades técnicas de producción, conservación y distribución de productos médicos.
- CE10.B Dirigir y controlar las actividades técnicas y el sistema de calidad de servicios de esterilización.
- CE11. Comprender y coordinar procesos de elaboración de programas de compra, redacción de normas y pliegos de adquisición, verificación de los bienes y/o insumos adquiridos de equipos, sistemas y partes de sistemas de tecnología biomédica, sus complementos y accesorios, instalaciones y dispositivos afines necesarios a sus propósitos.
- CE12. Certificar el funcionamiento y/o condición de uso o estado en lo referente a instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de la salud.
- CE13. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el ámbito de la ingeniería biomédica, incluidas la higiene, la seguridad hospitalaria y el manejo de residuos.

## Presentación

Ingeniería Hospitalaria es una asignatura que pertenece al quinto año (noveno cuatrimestre) de la carrera de Ingeniería Biomédica. Al momento de transitar este espacio curricular el estudiante ha cursado la mayoría de las materias de la carrera, entre ellas las correlativas obligatorias como Instalaciones Hospitalarias, Instrumentación Biomédica e Imágenes en Medicina. Siendo en este espacio curricular, en el cual se integran conocimientos de las correlativas en el desarrollo de soluciones, aplicando conocimientos de gestión, procesos y tecnologías médicas.

La asignatura abordará la problemática de la gestión de la tecnología médica en el ámbito hospitalario para lo cual se plantean como ejes principales la Gestión de la Tecnología Médica, el proyecto y diseño de servicios hospitalarios con sus requerimientos tecnológicos y de infraestructura, la bioseguridad y la tecnología de esterilización.

A través del cursado de la asignatura el alumno desarrollará las competencias propuestas por el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Biomédica.

La temática de la materia está muy relacionada con la rama de la Ingeniería Biomédica conocida como Ingeniería Clínica orientada a contribuir a la mejora de la Gestión de las Tecnologías Médicas en el sector público y privado de Salud y busca formar profesionales que sean capaces de dar respuesta a dicha problemática.

La asignatura está pensada desde un enfoque basado en la práctica profesional del ingeniero en el ámbito de salud, donde se proponen una serie de actividades de desarrollo que el estudiante debe realizar. Se pretende con esto desarrollar las competencias profesionales propuestas desde el aprender haciendo, y desarrollar la capacidad de gestionar proyectos hospitalarios utilizando normativa de aplicación en salud.

# Contenidos

## UNIDAD 1

Sistema de salud. Componentes del mismo. Modelos de diversos países. Modelo vigente en la República Argentina. Fortalezas y Debilidades. Efectores públicos, privados y fundaciones. Categorización. Principales fuentes de financiamiento. Estructura de costos de los hospitales. Indicadores de gestión hospitalaria.

Clasificación de Centros de Salud según nivel de complejidad. Tipologías de servicios médicos. Procesos de cada servicio médico. Aparatología asociada, infraestructura mínima e instalaciones requeridas. Estado del arte de la tecnología específica de cada área.

Requerimientos para el diseño de áreas hospitalarias: normativas vigentes y apreciaciones constructivas. Requisitos para habilitación de servicios. Normas Técnicas de Instalaciones aplicables al entorno hospitalario.

Servicios Ambulatorios de Emergencias Médicas. Normas de habilitación. Unidades Móviles. Clasificación. Requerimientos de norma IRAM vigente sobre unidades de traslado de pacientes. Requerimientos de las instalaciones y equipamiento biomédico.

## UNIDAD 2

Estructura Orgánica del Área de Ingeniería Clínica de un hospital de complejidad. Departamento de Ingeniería Clínica. Funciones y visión del área. Interrelación con el entorno hospitalario y el sistema de salud. Definiciones. Áreas de incumbencia.

Dimensionamiento. Perfiles profesionales necesarios. Indicadores de gestión.

Proceso de una intervención. Distintos tipos de mantenimiento. Mantenimiento preventivo, correctivo y programado. Control de calidad del equipamiento. Criterios para determinar la obsolescencia. Herramientas informáticas para el control de gestión de activos hospitalarios. Aplicación de Normas de Calidad. Manuales de procedimientos.

Ciclo de Vida útil del equipamiento médico. Actividades del área por etapa.

Criterios para definir la contratación de servicios a terceros. Tercerización de servicios hospitalarios.

Evaluación de Tecnologías en Salud. Definición de la evaluación de tecnologías sanitarias. Métodos de evaluación de tecnologías sanitarias. Relación entre la regulación, la gestión y la evaluación de tecnologías sanitarias. Evaluación de tecnologías sanitarias para la toma de decisiones basada en pruebas científicas y adaptada al contexto. La evaluación de tecnologías sanitarias en los sistemas de salud. La toma de decisiones y las entidades gubernamentales. Organismos de competencia. Productos médicos registrados.

La evaluación institucional de tecnologías sanitarias. La evaluación de tecnologías sanitarias y la innovación.

Adquisición y selección de Tecnología. Procedimientos para la adquisición de tecnología médica. Evaluación del servicio. Planificación y evaluación de necesidades.

Adquisición. Instalación Puesta en funcionamiento. Seguimiento de la calidad.  
Herramientas de gestión para la toma de decisiones. Técnicas para valorizar la inversión.  
Elaboración de listado de necesidades. Elaboración de especificaciones técnicas de compra. Herramientas de gestión para la comparación de ofertas. Elaboración de pliegos de necesidades de mantenimiento preventivo, correctivo y programado. Modalidad de contrato de servicios de mantenimiento.

Elaboración de un proyecto de equipamiento electromédico. Actividad interdisciplinaria. Programa y proyecto de equipamiento. Relevamiento de equipamiento existente. Renovación de tecnologías. Coordinación del proyecto. Preinstalaciones necesarias. Planos en planta de equipos médicos.

Elaboración de planes de emergencia para instituciones de salud. Emergencia. Desastre. Análisis de vulnerabilidad de Hospitales. Medidas para mitigación de desastres. Formación de comités de emergencia. Rol del Ingeniero Biomédico.

Gestión Hospitalaria de Residuos Peligrosos. Ley Nacional 24.051. Clasificación de residuos peligrosos. Etapas de la gestión de residuos. Gestión interna de residuos patógenos. Requisitos de infraestructura. Indicadores de valoración del proceso.

### UNIDAD 3

Bioseguridad.

Concepto de riesgo biológico. Agentes Biológicos. Clasificación.

Cadena epidemiológica. Vías de transmisión. Vías de entrada. Efectos de los agentes biológicos sobre la salud.

Exposición no deliberada al agente biológico. Agentes más comunes en el ámbito hospitalario. Tipos de aislamiento. Elementos de protección personal. Clasificación. Uso y precauciones.

Esterilización.

Conceptos básicos. Descontaminación. Desinfección. Esterilización. Índice de garantía de esterilidad. Cinética de la inactivación microbiana. Mecanismos de acción biocida. Monitoreo del proceso de esterilización.

Criterios en la selección de las distintas tecnologías existentes para los procesos de esterilización de aplicación en salud. Método por vapor saturado. Métodos de baja temperatura. Esterilización por Óxido de Etileno. Plasma de Peróxido de Hidrógeno. Parámetros que influyen en el proceso. Compatibilidad de los productos médicos. Dimensionamiento de equipos según carga de trabajo.

Control de calidad de los procesos de esterilización. Identificación del producto.

Controles físicos. Indicadores químicos de esterilización. Indicadores químicos externos. Indicadores químicos internos. Indicadores biológicos. Cualificación, instalación y test periódico de garantía de calidad. Cualificación por el fabricante. Test de instalación. Test de control periódico de calidad. Control del producto. Paquete de prueba. Control biológico rutinario.

Validación del proceso de esterilización.

Diseño de áreas estériles. Instalaciones específicas. Equipamiento asociado Áreas de la Central de esterilización. Normativas y requerimientos de habilitación de centrales de esterilización.

Aplicación de herramientas de análisis de riesgo al proceso de esterilización.

## Metodología de enseñanza

El desarrollo general de la materia se basa en clases teórico-prácticas presenciales. Por ello se utilizan diversas estrategias que hemos seleccionado para llevar adelante nuestra propuesta, las cuales son:

- a) Clase magistral, exposición participativa
- b) Resolución de problemas
- c) Aprendizaje basado en proyectos

a) Lección magistral participativa teórico-práctica utilizando medios de proyección y pizarra. El profesor sintetiza en forma estructurada y organizada diversas fuentes de información y de difícil acceso, atiende a grupos numerosos, ahorra tiempos y medios y promueve la necesidad de seguir aprendiendo.

El desarrollo de las mismas se complementa con el uso de herramientas del Aula Virtual que permite realizar actividades de autoevaluación por unidades y aportar material complementario para el alumno a los fines de reconocer su comprensión de la temática desarrollada y aportar la información que no puede desarrollarse con mayor extensión en las clases presenciales.

Cada unidad se desarrollará a partir de un material bibliográfico obligatorio.

### b) Resolución de problemas

Se ofrecerán trabajos prácticos que favorezcan el proceso de lectura y análisis del contenido como forma de evaluación y acreditación de cada unidad. Los trabajos prácticos se orientan a la resolución de problemas para todas las unidades siguiendo el calendario definido para las clases y en sincronía con el desarrollo de contenidos. Los trabajos prácticos serán en grupo con resolución de consignas, y elaboración de informe con la realización de presentaciones orales y escritas, utilizando rúbricas para evaluar el cumplimiento de los resultados de aprendizaje de cada competencia de la materia.

### c) Aprendizaje Basado en Proyectos (Práctico Final Integrador de la materia)

El Estudiante, de manera autónoma o bajo la modalidad de trabajo colaborativo y cooperativo debe movilizar, integrar y aplicar aprendizajes ya desarrollados en esta materia y sus correlativas para desarrollar un Proyecto de Área Hospitalaria.

Mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades en conjunto con la participación activa, crítica y reflexiva se logran alcanzar aspectos clave definidos de antemano en el proyecto.

La información que utiliza el alumno debe provenir de normas y los requisitos de los procesos, debe ser fidedigna como si fuera a ejecutar el proyecto.

Los proyectos en lo posible se realizan sobre situaciones reales, quedando abiertas las soluciones, los alumnos no llegan a ejecutar el proyecto.

Los nuevos saberes surgen de la investigación que realizan los estudiantes, mientras son guiados por el profesor hacia el aprendizaje independiente.

Como el profesor no constituye la fuente principal de acceso a la información, los estudiantes en todo momento son monitoreados para que apliquen los saberes con el rigor académico pertinente en todas las fases de la realización del proyecto: planificación, realización y evaluación.

## Evaluación

La evaluación del alumno se llevará a cabo en distintas instancias durante el aprendizaje y mediante distintas herramientas. Se realizarán dos evaluaciones parciales teórico-práctico, actividades prácticas y el desarrollo de un proyecto final integrador de la materia. De esta manera, el alumno podrá conocer el estado de su aprendizaje a lo largo del cursado de manera tal de que pueda reforzar a tiempo los conocimientos para mejorar su aprendizaje.

Durante el progreso y evaluación de las actividades, el docente a cargo de las mismas evaluará el desempeño y desarrollo de competencias mediante la correspondiente rúbrica.

Los alumnos dispondrán de cuestionarios de autoevaluación por temática a los fines de obtener una realimentación sobre su progreso en los objetivos de la materia.

## Condiciones de aprobación

### 1. Métodos de Evaluación

Como se indicó en el punto anterior el proceso de aprendizaje será evaluado en forma continua mediante las siguientes actividades:

#### 1.1 Parciales

Se desarrollarán 2 (dos) parciales (P1 y P2). Estas actividades permitirán evaluar en forma integrada los conocimientos adquiridos por los alumnos sobre un conjunto de temas. Incluirán preguntas, esquemas (realización e interpretación), planos, ejercicios o resolución de situaciones problemáticas.

#### 1.2 Actividades Prácticas

Durante el desarrollo de este curso, se elaborarán al menos cuatro trabajos prácticos grupales que permitirán que los alumnos apliquen los conocimientos obtenidos en los teóricos y prácticos. Estos trabajos serán evaluados por los docentes, permitiéndolo a éstos un diagnóstico de los conocimientos obtenidos por los alumnos.

#### 1.3 Trabajo Práctico Final Integrador

Está prevista la realización de un trabajo práctico grupal donde los alumnos deberán desarrollar un tema específico y en el cual deberán abarcar y exponer todos los

conocimientos obtenidos durante el cursado de la materia. El mismo se evaluará en una exposición oral que determinará las notas del TPF de forma individual.

#### 1.4 Actividad en clases

Durante el desarrollo de la asignatura, se plantean una serie de actividades: cuestionarios, exposiciones, participación en clase, conocimiento de los temas previstos, ejercicios, etc., que serán evaluados por los docentes.

#### 1.5 Concepto general

La participación del alumno en clase y en actividades prácticas como así también la presentación del material referido a ellas, junto con el desempeño general del alumno generan otra instancia de evaluación (C).

### 2. Promoción y Regularidad

Para promocionar la asignatura, el alumno deberá cumplir los siguientes requisitos:

- 2.1.- Asistencia al 80% de las actividades previstas.
- 2.2.- Tener aprobadas el 100% de la Evaluaciones
- 2.2.- Tener aprobados el 100% de las Actividades Prácticas.
- 2.3.- Tener aprobadas el 100% de las Actividades realizadas en clase.
- 2.4.- Alcanzar un nivel de desarrollo aceptable en todos los indicadores establecidos en la rúbrica.

### 3. Calificación

La calificación se obtendrá a través del siguiente polinomio:

#### 3.1.- Puntaje Final:

$$Pf = \left( \frac{P1 + P2}{4} + \frac{TPs + TPf}{5} + \frac{C}{10} \right)$$

Dónde

Pf = Puntaje Final

P1 = Nota Parcial 1

P2 = Nota Parcial 2

TPs = Nota de los trabajos prácticos

Siendo:  $TPs = (TP1 + TP2 + TP3 + TP4) / 4$

TP1 a TP4 = Nota de trabajos prácticos del 1 al 4 respectivamente.

TPf = Nota Trabajo Práctico Final

C = Concepto

Todos los factores nombrados se evalúan con puntuación del 1 al 10.

3.2.- Es requisito Obligatorio para obtener acceso al coloquio, obtener:

$Pf \geq 7$  ,  $P1 \geq 6$  ,  $P2 \geq 6$  ,  $TPs \geq 5$  ,  $TPf \geq 7$

3.3.- La aprobación del coloquio es obligatoria para obtener la promoción de la materia y determinará la nota final del alumno.

3.3.1.- Plazo de validez de la Promoción: Para obtener la promoción, los alumnos deberán rendir un coloquio integrador de forma oral el cual se desarrollará la última semana de clases dentro del período de cursado establecido en el calendario académico vigente . Aquellos alumnos que aprueben el examen y alcancen la promoción directa de la materia quedarán en Acta de Promoción

3.3.2.- Los alumnos que una vez terminado el cursado de la asignatura, no alcanzaran las condiciones indicadas en el punto 3.2.- y que tuvieran un parcial aprobado con 4 o más puntos y el 50% de los trabajos prácticos aprobados con 4 o más puntos, al igual que el Trabajo Práctico Final, y cumplimentado con las condiciones indicadas en los puntos 2.1.-, y 2.4.- quedarán en condiciones de alumno regular en la asignatura y podrán acreditar la materia mediante su presentación a Examen Final con Tribunal Examinador durante el plazo de validez de regularidad.

3.4.- Condición de evaluaciones para obtener la Regularidad:

$Pf \geq 4$  ,  $P1 \geq 4$  ,  $P2 \geq 4$  ,  $TPs \geq 4$  ,  $TPf \geq 4$

La nota de cada instancia evaluativa se determina mediante el porcentaje obtenido por el estudiante en dicha instancia, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

Si  $P < 60$

Nota =  $P/20 + 1$

Si  $P \geq 60$

Nota =  $\frac{3*(P-60)}{20} + 4$

Siento P el puntaje porcentual obtenido en la evaluación

Lo cual se puede ver resumido en la escala la siguiente:

Puntaje %	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Nota	1	1.3	1.5	1.8	2	2.3	2.5	2.8	3	3.3	3.5	3.8	4	4.8	5.5	6.3	7	7.8	8.5	9.3	10

3.5.- Instancia de recuperación:

El alumno tiene derecho a recuperar una instancia evaluativa a elección. La nueva nota obtenida reemplazará a la instancia recuperada, pudiendo aún obtener la condición de promoción si se mantienen las condiciones del punto 3.2.- o en su defecto, alcanzar la regularidad si dan las condiciones del punto 3.4.-.

## Actividades prácticas y de laboratorio

TP1: Dimensionamiento de Servicios, Infraestructura y Equipamiento para Centros de Salud. Centro Quirúrgico.

Contempla el diseño de un área Quirúrgica mediante un Layout donde se deben tener en cuenta todos los requerimientos de habilitación del servicio. Se contemplarán aspectos como Infraestructura, Instalaciones eléctricas, Instalaciones Termo-Mecánicas, equipamiento médico, etc. El tipo de quirófano a desarrollar será de elección por el grupo de trabajo.

TP2: Dimensionamiento de Servicios, Infraestructura y Equipamiento para Centros de Salud. Unidad de Terapia Intensiva.

Contempla el diseño de un área de Terapia Intensiva mediante un Layout donde se deben tener en cuenta todos los requerimientos de habilitación del servicio. Se contemplarán aspectos como Infraestructura, Instalaciones eléctricas, Instalaciones Termo-Mecánicas, equipamiento médico, etc.

TP3: Dimensionamiento de Servicios, Infraestructura y Equipamiento para Centros de Salud. Central de esterilización.

Conocer los fundamentos de la esterilización, diseño de sus áreas, equipos intervinientes, materiales a esterilizar y sus características, áreas a las cuales brinda apoyo, y los procesos asociados en conjunto con su equipamiento. Indicadores de procesos. Trazabilidad.

TP4: Elaboración de pliego de especificaciones técnicas para la adquisición de Equipamiento Biomédico. Elaboración de Proyectos de Equipamiento. Análisis de herramientas de gestión.

Este práctico busca que el estudiante logre plasmar en un pliego de compra, todos los conceptos relacionados a la adquisición de equipamiento médico de complejidad, desarrollando la mayor cantidad de aspectos involucrados al Ingeniero Biomédico en este proceso.

TP Final Integrador: Elaboración de Proyecto de Dimensionamiento, Mejora o Aporte de un Servicio de una institución de Salud.

El Trabajo Final Integrador se desarrollará en grupos y tiene como objetivo evaluar la aplicación de los conceptos adquiridos por los estudiantes mediante el desarrollo de todas las herramientas aprendidas en el transcurso de la materia expuestas en el desarrollo de un área específica, la cual podrá ser de libre elección por el grupo y podrá suponer un caso hipotético, o preferentemente, un caso de aplicación real.

### Informe Visitas de campo

Están previstas visitas a distintas instituciones hospitalarias o locales de uso médico con el fin de que el alumno tenga un contacto con la realidad. Las visitas están previstas al inicio del cursado de forma tal de que el alumno pueda relacionar los conceptos que se van a desarrollar. También aporta una visión de campo para poder desarrollar los proyectos diseños de las áreas hospitalarias abordados en el trabajo final.

## Resultados de aprendizaje

Competencias	Resultados de aprendizaje
CG3. Competencia para gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).	Aplicar normas técnicas y requerimientos de los procesos de atención médica para la planificación de proyectos hospitalarios.
CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.	<p>Capacidad para producir e interpretar textos técnicos y presentaciones públicas.</p> <p>Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.</p> <p>Ser capaz de producir textos técnicos (descriptivos, argumentativos y explicativos), rigurosos y convincentes.</p> <p>Ser capaz de manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.</p> <p>Ser capaz de analizar la validez y la coherencia de la información.</p>
CE1.A: Comprender el proceso de esterilización	<p>Reconocer los distintos métodos de esterilización de uso médico.</p> <p>Reconocer las etapas del proceso de esterilización completo.</p> <p>Evaluar el método de esterilización más apropiado según el producto médico.</p> <p>Elaborar un protocolo de esterilización específico para el PM.</p> <p>Reconocer los materiales y productos médicos esterilizables.</p> <p>Evaluar las características del PM y su aplicación para determinar la tecnología más apropiada.</p> <p>Interpretar los indicadores fisicoquímicos y biológicos del proceso.</p>
CE3: Gestionar, planificar y controlar la gestión integral de tecnología médica en los ámbitos de salud para lograr condiciones de uso seguro de la misma, optimizando el uso de recursos disponibles	<p>Analizar el ciclo de vida útil del equipamiento.</p> <p>Interpretar las acciones que debe realizar un Ingeniero Biomédico en cada etapa.</p> <p>Analizar mediante el uso de herramientas de gestión el impacto económico de la TM.</p>

	<p>Monitorear mediante el uso de indicadores los distintos procesos.</p>
<p>CE9. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de la salud.</p>	<p>Formular los requerimientos de equipamiento médico de uso hospitalario.</p> <p>Formular los requerimientos de cada tipo de instalación de las distintas áreas hospitalarias.</p> <p>Diseñar protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos e instalaciones.</p>
<p>CE10.A. Dirigir y controlar las actividades técnicas de producción, conservación y distribución de productos médicos.</p>	<p>Reconocer el proceso de Evaluación de Tecnologías en Salud.</p> <p>Identificar etapas del Ciclo de vida de una Tecnología Médica</p> <p>Reconocer los organismos de certificación de PM y sus funciones</p>
<p>CE10.B Dirigir y controlar las actividades técnicas y el sistema de calidad de servicios de esterilización</p>	<p>Identificar las distintas actividades que forman parte del proceso.</p> <p>Controlar mediante indicadores la eficacia de las mismas.</p> <p>Diseñar sistemas de gestión para lograr la trazabilidad del producto médico estéril.</p>
<p>CE11. Comprender y coordinar procesos de elaboración de programas de compra, redacción de normas y pliegos de adquisición, verificación de los bienes y/o insumos adquiridos de equipos, sistemas y partes de sistemas de tecnología biomédica, sus complementos y accesorios, instalaciones y dispositivos afines necesarios a sus propósitos.</p>	<p>Elaborar un pliego de especificaciones técnicas para adquisición de Tecnología Médica.</p> <p>Elaborar pliego de especificaciones técnicas para mantenimiento preventivo y correctivo.</p> <p>Describir los requerimientos de preinstalación del equipamiento biomédicos e instalaciones.</p> <p>Elaborar planes de equipamiento biomédico en base a normativa.</p>
<p>CE12. Certificar el funcionamiento y/o condición</p>	<p>Elaborar programas de seguimiento de la calidad y funcionalidad de equipos e instalaciones.</p>

de uso o estado en lo referente a instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de la salud.	
CE13. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el ámbito de la ingeniería biomédica, incluidas la higiene, la seguridad hospitalaria y el manejo de residuos.	<p>Identificar los distintos tipos de residuos peligrosos y los procedimientos de normativa para su tratamiento.</p> <p>Elaborar un plan de gestión de residuos.</p> <p>Diseñar indicadores de control de gestión de residuos.</p>

## Bibliografía

### Bibliografía obligatoria

Dyro, J. (2004). *Clinical Engineering Handbook*. Elsevier Academic Press.

<https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2009/HealthTechnologyAssessmentSpa.pdf>

ECRI. (1991). *Equipamiento Hospitalario: la adquisición de insumos y tecnología* (S. Ranu, Trad.; J. A. Tieffenberg, ed.). Asociación Civil de Investigación y Desarrollo en Salud (original publicado en 1988). <https://www.paho.org/es/node/33612>

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (1996). IRAM 37008. *Dispositivos médicos - Esterilización por óxido de etileno - Validación y control de rutina*. IRAM

Ministerio de Salud. (2007, 21 de noviembre). Resolución 1547/2007. *Guía de Procedimientos y Métodos de Esterilización y Desinfección para Establecimientos de Salud Públicos y Privados, la que se incorpora al Programa Nacional de Garantía de Calidad a la Atención Médica*.

<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-1547-2007-134887/texto>

Organización Panamericana de la Salud. (1993). *Mitigación de desastres en las instalaciones de salud* (vol.1, vol. 2, vol. 3, vol. 4). Organización Panamericana de la Salud.

Congreso de la Nación Argentina. (1991, 17 de diciembre). Ley N° 24.051. *RESIDUOS PELIGROSOS: Ambito de aplicación y disposiciones generales. Registro de Generadores y Operadores. Manifiesto. Generadores. Transportistas. Plantas de Tratamiento y disposición final. Responsabilidades. Infracciones y sanciones. Régimen penal. Autoridad de Aplicación. Disposiciones Complementarias*.

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/450/texact.htm>  
<https://www.cba.gov.ar/r-u-ge-pre-sa-registro-de-unidades-de-gestion-de-prestaciones-de-salud/>

Ministerio de Salud. (s.f). *Garantía de Calidad de la Atención Médica - Programa Nacional de Garantía de Calidad en la Atención Médica.*

<https://www.argentina.gob.ar/salud/calidadatencionmedica>

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2006). IRAM 16030. *Vehículos de transporte sanitario y su equipamiento. Ambulancias terrestres. Requisitos.* IRAM

World Health Organization. (2012). *Introducción a la gestión de inventarios de equipo médico.* Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44817>

World Health Organization. (2012). *Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos.* Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44830>

World Health Organization. (2012). *Guía de recursos para el proceso de adquisición.* Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44826>

World Health Organization. (2012). *Evaluación de tecnologías sanitarias aplicada a los dispositivos médicos.* Organización Mundial de la Salud.

<https://apps.who.int/iris/handle/10665/44824>

Organización Mundial de la Salud. (2012). *Evaluación de las necesidades de dispositivos médicos.* Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44816>

Organización Panamericana de la Salud. (s.f). *Documentos Técnicos - Bioseguridad y mantenimiento.*

[https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13115:documentos-tecnicos-bioseguridad-y-mantenimiento&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=13115:documentos-tecnicos-bioseguridad-y-mantenimiento&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0)

Moyano, C. M. & Mujica, A. J. (2021). *Análisis de riesgo biológico y recomendaciones para el trabajo del Ingeniero Clínico del Hospital Córdoba* [proyecto integrador no publicado, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba].

Secretaría de Gobierno de Salud. (2019, 07 de noviembre). Resolución 1067/2019. *Centrales de esterilización y reprocesamiento - Directrices de organización y funcionamiento.*

<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-1067-2019-325022/texto>

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (1998). IRAM 37100-4. *Esterilización. Esterilizadores por calor seco. Esterilizadores con circulación forzada de aire.* IRAM.

## Bibliografía ampliatoria

Malagón-Londoño, G., Ponton Laverde, G. & Reynales Londoño, J. (2014). *Auditoría en Salud* (3ªed.). Panamericana.

Malamud, C. (1993). *Manejo del Hospital Público y Privado*. Panamericana.

Poder Ejecutivo Provincial. (2003, 30 de diciembre). Decreto 2149/2003. *Creación de la Unidad de Coordinación de Registro de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos. Reglamentación de la ley 8973*.

<https://e-legis-ar.msal.gov.ar/hdocs/legisalud/migration/html/15399.html>

Poder Ejecutivo Nacional. (1967, 27 de noviembre). Ley N° 17.557. *Disposiciones para la instalación y utilización de equipos específicamente destinados a la generación de 'Rayos X'*. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-17557-67000/texto>

Poder Ejecutivo de la Provincia de Córdoba. (1981, 4 de junio). Decreto 2737/1981. *Reglamentación ley 6519. Instalación y funcionamiento de Equipos Generadores de Rayos X*. <https://e-legis-ar.msal.gov.ar/hdocs/legisalud/migration/html/17560.html>

Tafari, R. (2000). *Economía Sanitaria*. Universidad Nacional de Río Cuarto.

Gobierno de la Provincia de Córdoba. (2023). *R.U.GE.PRE.SA. – Registro de Unidades de Gestión de Prestaciones de Salud*.

Kurt Lungwitz, F. & Carbone, N. (2013). Esterilización por Calor húmedo. En *Manual de Microbiología aplicada a las Industrias Farmacéutica, Cosmética y de Productos Médicos* (pp. 59-81). Asociación Argentina de Microbiología.

<https://www.aam.org.ar/descarga-archivos/manual-microbiologia-aplicada.pdf>

Carbone, N. (2013). Esterilización por Óxido de etileno. En *Manual de Microbiología aplicada a las Industrias Farmacéutica, Cosmética y de Productos Médicos* (pp. 97-112). Asociación Argentina de Microbiología.

<https://www.aam.org.ar/descarga-archivos/manual-microbiologia-aplicada.pdf>

Faeta. (s.f.). *Autoclave* (ISV 3000) [dispositivo]. FAETA S.A.

Asociación Española de Normalización. (2015). UNE-EN ISO 11135:2015/A1:2020. *Esterilización de productos para asistencia sanitaria. Óxido de etileno. Requisitos para el desarrollo, la validación y el control de rutina de un proceso de esterilización para productos sanitarios*. UNE.

Asociación Española de Normalización. (2007). UNE-EN 285:2007/A2:2009. *Esterilización. Esterilizadores de vapor. Esterilizadores grandes*. UNE.

Miranda, M. (2019, 23 de octubre). *Validación de procesos de esterilización - Marco regulatorio - Distintos ejemplos* [presentación de diapositivas]. Procesos Farmacéuticos.

Panerai, R. & Mohr, J. (1990). *Evaluación de tecnologías en salud: metodologías para países en desarrollo*. Organización Panamericana de la Salud.

Bronzino, J. (2000). *The Biomedical Engineering Handbook*. CRC Press e IEEE Press.

ECRI. (2004). *Healthcare Product Comparison System: Sterilizing Units, Steam, Bulk*. ECRI.  
World Health Organization. (2012). *Donaciones de dispositivos médicos: consideraciones relativas a su solicitud y suministro*. Organización Mundial de la Salud.  
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/44818>

Stricker, S. & Lovagnini Frutos, M. (2012). *Evaluación de requerimientos de equipamiento y preinstalaciones en Servicio de Esterilización del Hospital Córdoba* [proyecto integrador, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba].

Prieto, J. (2017). *Optimización de la gestión de residuos peligrosos en el Hospital San Antonio De Padua de la ciudad de Río Cuarto* [proyecto integrador, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba].  
[https://repositoriosdigitales.mincyt.gov.ar/vufind/Record/RDUUNC\\_2265a41e1477bd0218af0e68964c7d10](https://repositoriosdigitales.mincyt.gov.ar/vufind/Record/RDUUNC_2265a41e1477bd0218af0e68964c7d10)

World Health Organization. (2012). *Sistema computarizado de gestión del mantenimiento*. Organización Mundial de la Salud.  
<https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241501415>

World Health Organization. (2012). *Formulación de políticas sobre dispositivos médicos*. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44832>

World Health Organization. (2012). *Dispositivos médicos: la gestión de la discordancia: un resultado del proyecto sobre dispositivos médicos prioritarios*. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44868>

Organización Panamericana de la Salud. (s.f). *Dispositivos médicos*.  
<https://www.paho.org/es/temas/dispositivos-medicos>

Asignatura: **INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA**

Código:	RTF	10
Semestre: Octavo	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías aplicadas	Horas de Práctica	30

Departamento: Bioingeniería

Correlativas:

- Electrónica Digital II
- Electronica Analogica
- Transductores Y Sensores

Contenido Sintético:

- Introducción a la Instrumentación Biomédica.
- Instrumentación Biomédica en el Sistema Cardiovascular.
- Instrumentación Biomédica en el Sistema Respiratorio y en Sistemas de Anestesia.
- Instrumentación Biomédica en el Sistema Neurológico.
- Instrumentación Biomédica en el Sistema Renal.
- Instrumentación Biomédica en Cirugía y en el ámbito quirúrgico.
- Instrumentación Biomédica en Fisioterapia.
- Instrumentación Biomédica en Laboratorios de Análisis Clínicos.

Competencias Genéricas:

- CG2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.
- CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

### Competencias Específicas:

- CE1A: Comprender el proceso de esterilización.
- CE2: Interpretar y comprender señales e imágenes médicas y biológicas
- CE5: Investigar, diseñar, desarrollar, implementar o adecuar, en sus diferentes contextos y/o entornos, herramientas tecnológicas de instrumentación biomédica para su uso previsto y correcto. Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento la Instrumentación Biomédica tanto de medición de parámetros fisiológicos y/o biológicos, como de tratamiento (en los que se requiere intervenir con energías en sus diversas formas) en los que se requiere de Instrumentación.
- CE7: Procesar señales e imágenes médicas y biológicas.
- CE8B1: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección y modelización de los dispositivos eléctricos y electrónico principales a emplear en Ingeniería Biomédica.
- CE8C: Diseñar, calcular y proyectar equipamientos e instrumental de tecnología biomédica utilizados en el área de salud.
- CE9: Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de salud.

## Presentación

La actual oferta de recursos tecnológicos disponibles hace que se abran nuevos caminos en la investigación y desarrollo de dispositivos que puedan ir un paso más allá en el diagnóstico y terapéutica relacionados a la actividad médica. Es en este rumbo que la captación de señales biológicas y la forma en que se manipularán para su posterior evaluación y toma de decisiones por parte del personal de salud nos ofrece un campo con muchas posibilidades de desarrollo en lo que será el futuro campo de trabajo del Ingeniero Biomédico.

En este desafío de adquisición y posterior manejo de bio-señales cada vez más sensibles, cada vez más específicas, la Instrumentación Biomédica es la clave del proceso; incorporando las etapas de adquirir, filtrar, digitalizar y dejar disponibles señales tan pequeñas como ondas de EEG o ECG y ofreciendo la oportunidad de crear bases de datos para interpolar resultados y obtener diagnósticos específicos según múltiples características poblacionales de manera casi instantánea.

La materia Instrumentación Biomédica se inserta en el cuarto año y octavo cuatrimestre de la carrera de Ingeniería Biomédica. Los contenidos de la asignatura han sido seleccionados teniendo en cuenta el perfil del egresado de esta Carrera, y coordinados tanto verticalmente con las asignaturas previas y posteriores como horizontalmente con las otras asignaturas que se dictan en el mismo cuatrimestre.

En concordancia con el perfil del futuro profesional, esta asignatura aportará los principios de funcionamiento del instrumental electrónico de uso más frecuente en el ámbito hospitalario, como así también nociones de las normas generales de seguridad en equipos usados en la práctica médica, además de las normas particulares de cada equipo.

La enseñanza se realizará partiendo de lo básico a lo específico centrándose fundamentalmente sobre puntos críticos y comunes a los equipos, sin caer en ninguno en particular para que el alumnado tenga una sólida y amplia formación de los principios de funcionamiento de cada uno de ellos. El nivel alcanzado deberá ser el suficiente para que el estudiante pueda profundizar por sí solo en detalle cualquier equipo específico dentro del área estudiada.

Durante el desarrollo de Instrumentación Biomédica el alumno adquirirá los conocimientos de las bases de diseño y funcionamiento de instrumentación utilizada a menudo en la medicina ya sean estos para diagnóstico y/o tratamiento de los sistemas fisiológicos humanos, aportando al educando conceptos que le permitirán enfrentar los desafíos reales e interactuar con otros profesionales de esta área.

# Contenidos

## **Unidad 1: Introducción a la Instrumentación Biomédica.**

Generalidades de la Instrumentación electrónica utilizada para diagnóstico y/o tratamiento de los diversos sistemas fisiológicos humanos. Principales parámetros fisiológicos humanos: rango y valores típicos. Interfases paciente-máquina y máquina-operador.

Electrodos. La interfase electrodo-electrolito. Polarización. Electrodo polarizables y no polarizables. Electrodo de cloro-cloruro de plata. Circuito equivalente y comportamiento del electrodo. La interfase electrodo-piel y los ruidos de movimiento, circuitos equivalentes.

Normas aplicables.

## **Unidad 2: Instrumentación Biomédica en el Sistema Cardiovascular.**

Anatomía y función del corazón. La onda de presión: generación, propagación y forma de onda.

Medición de presión Invasiva: con catéter y sensor interno y externo. Medición de caudal y volumen de sangre.

Mediciones de presión No Invasiva: por sonidos de Korotkoff y por método oscilométrico. Mapa de Presión.

Generación y propagación de la estimulación eléctrica en el corazón. Potenciales en la superficie del cuerpo: electrocardiograma y derivaciones. Instrumentación: el electrocardiógrafo, monitoreo multiparamétrico.

Fibrilación ventricular. Instrumentación: el desfibrilador y/o cardioversor. Estimulación cardíaca, marcapasos. Normas aplicables.

## **Unidad 3: Instrumentación Biomédica en el Sistema Respiratorio y en Sistemas de Anestesia.**

Compliance y Resistencia respiratoria. Modelo matemático. Variables físicas a medir: tiempo, presión, flujo y volumen. Sensores para mediciones respiratorias.

Sistemas para diagnóstico: Espirometría, Pletismografía y Rinomanometría. Características técnicas y normativa vigente.

Ventiladores Mecánicos. Conceptos básicos, características técnicas, normativa vigente, descripción de fallas, mantenimiento y programación elemental del equipo.

Oximetría y CO<sub>2</sub>.

Anestesia y analgesia. Gases anestésicos y suministro mediante respiradores. Sistemas abiertos, cerrados y semicerrados. Monitoreo de gases y de planos cerebrales anestesiados. Sistemas de evacuación de Gases Anestésicos.

## **Unidad 4: Instrumentación Biomédica en el Sistema Neurológico.**

La célula nerviosa, distintos tipos. Anatomía y fisiología del cerebro. Biopotenciales del cerebro: el EEG o Electroencefalograma. Distintos tipos de ondas. EEG normales y patológicos. Potenciales evocados.

El registro del EEG, el electroencefalograma. Estimulación cerebral, el electroshock.

### **Unidad 5: Instrumentación Biomédica en el Sistema Renal.**

Funciones y fisiología del riñón. Hemodiálisis: diagrama de bloques. Descripción del sistema básico. Parámetros de control. Sistemas de control de temperatura y presión negativa. Ultrafiltración. Sistemas de seguridad: detección de hemoglobina y de aire.

Otros sistemas de diálisis. Instalaciones. Bioseguridad. Osmosis inversa. Normas aplicables.

### **Unidad 6: Instrumentación Biomédica en Cirugía y en el ámbito quirúrgico.**

Principios físicos de la electrocirugía. Formas de onda y rango de frecuencias. Rangos de tensión y corriente. Efectos quirúrgicos del electrobisturí. Comparación de escalpelo vs electrobisturí.

Descripción del equipo. Accesorios. Ensayo y mantenimiento. Ensayo de Operación. Medición de Potencia. Problemas típicos. Fallas de retorno. Retorno a través de electrodos de monitoreo. Salida aislada vs salida referida a tierra.

Interferencias electromagnéticas. Sustancias inflamables o explosivas. Seguridad en electrocirugía.

Normatización: aspectos salientes de la norma IEC 60601-2-2.

Sistemas de esterilización: el autoclave a vapor, ciclos, tipos de temperatura usuales, aireación y secado.

Sistemas por UV, Óxido de Etileno y Formaldehído.

### **Unidad 7: Instrumentación Biomédica en Fisioterapia.**

Efectos del campo electromagnético en el cuerpo humano. Equipos de onda corta y microondas. Electromagnoterapia.

Efectos del ultrasonido en el cuerpo humano. Equipo de ultrasonido.

Fototerapia: equipos láser. Principios de funcionamiento. Tipos de láser.

Dosimetría energética. Formas de aplicación. Electroestimulación: iontoforesis, electroanalgesia, otros usos y equipos.

### **Unidad 8: Instrumentación Biomédica en Laboratorios de Análisis Clínicos.**

Instrumental de laboratorio de análisis clínico. Generalidades de un laboratorio de análisis químico: concepto; procesos que se realizan en un laboratorio; muestras que se analizan. Clasificación.

Equipamiento mínimo según la especialidad. Equipos accesorios en un laboratorio.

Bioseguridad. Conceptos básicos. Niveles. Equipo mínimo de protección personal.

Normas mínimas de bioseguridad en un laboratorio.

## Metodología De Enseñanza

Las etapas dictado y elaboración de temas que cubran las competencias de esta asignatura están sustentadas mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos, con esta metodología de enseñanza se propicia que el alumnado desarrolle actitudes de aprendizaje para la adquisición de conocimientos, capacidad de resolución de problemas y habilidades de trabajo en equipo, con los docentes en el rol de tutores o facilitadores.

La asignatura se desarrollará a través de la modalidad de teórico-prácticos, cuya base de sustentación será la exposición dialogada. Se complementará con actividades de laboratorio, donde se aplicarán los conocimientos adquiridos. En este entorno se fomentará el trabajo grupal, para que el estudiante confronte ideas, y las relacione con el conocimiento adquirido y las nuevas situaciones con las que se encuentra. Se fomentará que los grupos tengan invitados relacionados con empresas o trabajos profesionales reconocidos en la temática del trabajo, con el fin de lograr un acercamiento a la realidad profesional.

El plantel docente confeccionará una Guía de Trabajo Práctico que será entregada a los estudiantes con anticipación a la actividad correspondiente. Esta Guía se conformará de la siguiente manera: en primer lugar se expondrán los objetivos del trabajo, solicitando al estudiante que lea atentamente los mismos, con el fin de otorgarle una idea en conjunto de la presente actividad. A continuación se detallarán los pasos a seguir para realizar la actividad. Se trabajará fundamentalmente en la interpretación y manejo de los datos de casos reales, su relación con la teoría aprendida y la interrelación de distintas disciplinas, abordando todas sus etapas, desde el proyecto, diseño, implementación y/o mantenimiento o testeo y normalización según el caso.

## Evaluación

Se evaluará la integración y relación de conceptos trabajados en las clases teóricas, teórico-prácticas y actividades de laboratorio, mediante la participación de los estudiantes en las exposiciones de los temas asignados.

Habrán 3 (tres) evaluaciones parciales y una defensa del Trabajo Integrador que se desarrolló durante el dictado de la materia; se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- a. pertinencia conceptual en el caso elegido a resolver.
- b. originalidad en la solución propuesta.
- c. aplicabilidad real según el caso desarrollado.
- d. objetivos del caso logrados en tiempo y forma satisfactoria.
- e. interés y compromiso con el caso elegido.
- f. calidad del prototipo realizado, considerado como MVP (Minimum Viable Product - Producto Mínimo Viable);

- g. desempeño efectivo en el equipo de trabajo;
- h. calidad del informe escrito según las pautas explicitadas en clase;
- i. calidad de presentación oral según las pautas explicitadas en clase;
- j. calidad del prototipo realizado.

## Condiciones de aprobación

### Condiciones para la regularidad de la asignatura

Se tendrá en cuenta el régimen de estudiante vigente, aprobado por el Honorable Consejo Directivo de la FCEFyN.

El Trabajo Integrador, se presentará generando un informe escrito con su respectiva presentación oral. Se calificará a los estudiantes en una escala de 0 a 10 puntos. La aprobación exige un mínimo de 4, correspondiente al 60% correcto del contenido.

Se podrá recuperar sólo una de las instancias parciales, siendo condición, para rendir, haber aprobado las otras.

### Condiciones para la promoción de la asignatura

1. Tener aprobadas las asignaturas correlativas.
2. Asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas.
3. Aprobar todas y cada una de las instancias parciales de evaluación con nota no inferior a 7 (siete).
4. Presentar y aprobar el Trabajo Integrador con nota no inferior a 7 (siete)

## Actividades Prácticas Y/O De Laboratorio

### **Objetivo**

Otorgar a los estudiantes un medio para la interpretación y modo de actuar ante situaciones reales.

### **Propuesta metodológica**

Al inicio de cada ciclo de clases se publicará el cronograma de actividades que incluirá los trabajos prácticos, y actividades de laboratorio relacionados a los mismos, incluso de ser necesario visitas para pruebas o prácticas de los prototipos. El centro del dictado estará basado en la realización de un proyecto práctico tipo prototipo, dónde se puedan detallar no sólo los pasos de diseño, selección de componentes, uso de herramientas de diseño asistido, implementación, testeo, pruebas sino también la concepción según las normativas vigentes de seguridad.

## Resultados de aprendizaje

A continuación se indican las competencias y los resultados de aprendizaje relacionados:

<b>Competencias</b>	<b>Resultados de aprendizaje</b>
CG2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).	<ul style="list-style-type: none"><li>● Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería específicamente desde el punto de vista de la Instrumentación Biomédica.</li><li>● Aplicar los conocimientos adquiridos en materiales, informática, electrónica, transductores y sensores y otros campos relevantes para desarrollar soluciones tecnológicas adaptadas a las necesidades de cada caso particular.</li></ul>
CG5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	<ul style="list-style-type: none"><li>● Desarrollar alternativas o mejoras de diseños en sistemas reales o prototipos implementados aplicando conocimientos de publicaciones científicas de referencia (IEEE – bioengineering).</li></ul>
CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.	<ul style="list-style-type: none"><li>● Aprender a comunicarse de manera efectiva en el ámbito de la ingeniería biomédica, desarrollando la capacidad de comunicarse con profesionales de diferentes disciplinas adaptando el lenguaje técnico esos diferentes perfiles.</li><li>● Aprender a escuchar, transmitir información de manera clara y concisa y presentar sus ideas, proyectos e informes de manera convincente y pertinente en forma oral y escrita.</li></ul>

<p>CE1A: Comprender el proceso de esterilización.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Desarrollar conocimiento de los diversos equipos y alternativas tecnológicas para implementar este tipo de servicios en entornos reales hospitalarios.</li> </ul>
<p>CE2: Interpretar y comprender señales e imágenes médicas y biológicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aprender las magnitudes y características de las diferentes señales biológicas humanas para poder seleccionar / implementar el tipo de sensor e instrumentación que permita su adquisición.</li> </ul>
<p>CE3: Gestionar, planificar y controlar la gestión integral de tecnología médica en los ámbitos de salud para lograr condiciones de uso seguro de la misma, optimizando el uso de recursos disponibles</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Analizar y adecuar la gestión de selección de tecnología biomédica, utilizando datos de equipos comerciales simulando su uso en entornos reales hospitalarios.</li> <li>● Realizar comparativas tecnológicas de cada equipo entendiendo el significado de cada variable y su valoración en el contexto del sistema dónde se utilizará.</li> <li>● Diseñar sistemas de gestión de mantenimiento teniendo en cuenta la normativa vigente específica de cada equipamiento o su entorno de utilización y las normativas generales de seguridad.</li> </ul>
<p>CE7: Procesar señales e imágenes médicas y biológicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Desarrollar las aptitudes que permitan diseñar / utilizar filtrados y procesados adecuados según la utilización de cada señal.</li> <li>● Diseñar/evaluar sistemas de muestreo y digitalización que permitan el correcto procesamiento de las diferentes señales.</li> </ul>
<p>CE8B1: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección y modelización de los dispositivos eléctricos y electrónicos principales a emplear en Ingeniería Biomédica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Desarrollar sistemas de monitoreo y/o alarmas adaptativos para mejorar las incidencias de falsos positivos en los sistemas multiparamétricos por medio del uso de la ciencia de datos.</li> </ul>

<p>CE8C: Diseñar, calcular y proyectar equipamientos e instrumental de tecnología biomédica utilizados en el área de salud.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrar en el trabajo final todas las características desarrolladas y aprendidas logrando desde el sensado hasta la visualización de la variable seleccionada.</li> </ul>
<p>CE9: Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de salud</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el uso y aplicación de simuladores y equipos comerciales de testeo y prueba.</li> <li>• Uso y manejo de herramientas de simulación por SW o en red de equipos comerciales orientadas a la aplicación clínica o validación funcional de cada sistema.</li> <li>• Diseñar sistemas de gestión de mantenimiento teniendo en cuenta la normativa vigente específica de cada equipamiento o su entorno de utilización y las normativas generales de seguridad.</li> </ul>

## Bibliografía Obligatoria

- Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation. J. Webster, Editor – J. Wiley & Sons.1988
- Medical Instrumentation, Applications and Design - J. Webster, Editor – Houghton & Mifflin.1992
- The Biomedical Engineering Handbook – J. D. Bronzino, Editor – CRC / IEEE Press.1995
- Introducción a la Bioingeniería. J.M. Poblet. Editor – Ed. Marcombo 1988.
- Electromedicina - 2da ed- C. Del Aguila- Editorial Hasa.1994
- Il Curso de Electromedicina – LIADE,1990
- Biomedical Equipment; use maintenance and management. J. J. Carr – Prentice Hall.1992
- Design and Development of Medical Electronic Instrumentation. D. Prutchi & M. Norris, Editor – J. Wiley,2004
- Handbook of Blood Pressure Measurement. LA Geddes – Humana Press.1992
- Biomecánica Arterial - R. Armentano, E. Cabrera Fisher – Ed. Akadia,1994
- Análisis Instrumental 2 ed – D. Scoog. D. West- MacGraw Hill.1989
- Centre for Excellence in Universal Design. (s/f). Universal Design—The 7 Principles.  
<https://universaldesign.ie/what-is-universal-design/the-7-principles/>

- DATABASE OF PHYSIO SIGNALS  
<https://archive.physionet.org/physiobank/database/>
- SOFTWARE DE SIMULACIÓN  
<https://la.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/10858-ecg-simulation-using-matlab>
- NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/>
- ANALOG DEVICE -DESIGN CENTER  
<https://www.analog.com/en/design-notes/>
- MATACHANA – ACADEMIA – ESTERILIZACIÓN  
<https://www.matachana.com/formacion-es/aula/>
- FLUKE KNOWLEDGE CENTER  
<https://www.flukebiomedical.com/knowledge-center/application-notes-white-papers>

## Bibliografía Ampliatoria

- Respiratory Care (Respiratory Care 2001; 46(5):531-539) ;AARC Clinical Practice Guideline - Static  
Lung Volumes: 2001 Revision & Update
- MedGraphics White Paper: Assessment of the Medical Graphics CPX EXPRESS and CPX/D Automated  
Respiratory Gas Analysis Systems, Scott Walschlager M.S., David Edwards M.S.and Michael Berry  
Ph.D., Wake Forest University 1996
- Invensys. Sensor system catalog. 2005.
- Lachmann B., Open the lung and keep the lung open - Intensive Care Medicine, 1992; 18: 319 – 321
- Siemens Medical Solutions AG, Technical Documentation for Servo Ventilator 300. Ver 3.1, 2003.
- Lachmann B., Danzmann E., Ventilator settings and gas exchange in RDS - Parkash editorial: Applied  
physiology in clinical respiratory care -pp 141 - 176
- Rappaport S.: Randomized, prospective trial of pressure-limited versus volume-controlled ventilation in  
severe respiratory failure. Crit. Care Med. 1994. 22: 22- 32
- Anesthetic Equipment- scavenging Systems for Excess Anesthetic Gases  
ANSI/Z79.11-1982
- Requirements for Oxygen Analyzers for Monitoring Patient Breathing-Mixtures  
ANSI/Z79.10-1979
- Minimum Performance and Safety requirements for Components and Systems of  
Continuous-Flow  
Anesthesia Machines for Human Use - ANSI/Z79.8 - 1979
- Breathing machines for Medical Use - ANSI/Z79.7-1976

Asignatura: **Procesamiento de Señales**

Código:	RTF	6
Semestre: Séptimo	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	48

Departamento: Bioingeniería

Correlativas:

- Análisis Matemático 3
- Informática y Cálculo Numérico
- Señales y Sistemas

Contenido Sintético:

- Análisis tiempo-frecuencia de señales no estacionarias
- Procesamiento Digital de Imágenes

Competencias Genéricas:

- CG2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

- CE2: Interpretar y comprender señales e imágenes médicas y biológicas.
- CE7: Procesar señales e imágenes médicas y biológicas.
- CE8.B3: Realizar el análisis y procesamiento de señales en tiempo continuo y tiempo discreto.

# Presentación

Procesamiento de señales es una materia de cuarto año (séptimo cuatrimestre) de la carrera de Ingeniería Biomédica.

Con el avance de las tecnologías digitales los contenidos abordados por la materia se resignifican y constituyen una introducción a una de las áreas de interés en las que el/la Ingeniero/a Biomédico/a puede dedicarse en su vida profesional.

En rasgos generales la materia se divide en dos grandes bloques temáticos, uno relacionado con Procesamiento de señales unidimensionales de comportamiento no estacionarios y el otro con Procesamiento de Imágenes Digitales (señales bidimensionales). Al momento de abordar los contenidos de esta asignatura, el/la estudiante ya ha cursado materias del ciclo básico adquiriendo herramientas conceptuales de álgebra lineal, física, cálculo real, cálculo complejo e informática y cálculo numérico.

En el quinto semestre, ha cursado la asignatura Señales y Sistemas en la que, con herramientas matemáticas adecuadas, ha logrado la capacidad de analizar señales en tiempo continuo y discreto, y entender cómo actúan sistemas lineales e invariantes en el tiempo.

En esta asignatura el/la estudiante profundizará el análisis de señales unidimensionales, abordando aquellas de tipo no estacionario (que son las más usuales en su disciplina). Mediante el uso de software adecuado será capaz de realizar un análisis e interpretación conjunto en tiempo y frecuencia de señales unidimensionales analizando su estacionariedad.

Por otro lado se introducirá en el estudio de imágenes digitales (señales bidimensionales), generalizando conceptos de 1D a 2D. Mediante el uso de software adecuado, podrá realizar procesos de mejora y restauración en imágenes digitales.

## Contenidos

### **Eje temático 1: Módulo 1D. Señales unidimensionales.**

#### **Análisis tiempo-frecuencia de señales no estacionarias.**

- Espacio vectorial de las señales.
- Limitaciones de la Transformada de Fourier.
- Señales no estacionarias.
- Transformada de Fourier a Tiempo Corto. Ventanas.
- Espectrograma. Interpretación.
- Introducción a la Transformada Wavelet. Concepto de multiresolución.
- Descomposición de una señal en aproximaciones y detalles.
- Aplicaciones en señales biomédicas.

### **Eje temático 2: Módulo 2D. Señales bidimensionales.**

#### **Procesamiento Digital de Imágenes.**

- Las imágenes como datos bidimensionales. Representación de imágenes.
- Producto de convolución 2D.
- Transformada de Fourier 2D- La Transformada Discreta de Fourier 2D. Muestreo. Generalización del Teorema del Muestreo. Generalización del Teorema de Convolución.

- Etapas fundamentales en el procesamiento de imágenes.
- Introducción al Procesamiento de Imágenes, transformaciones.
- Transformaciones Espaciales.
- Relaciones Básicas entre píxeles. Conectividad. Geometría de la imagen.
- Transformaciones básicas. Transformaciones en el dominio espacial. Transformadas punto a punto . Histograma.
- Filtrado en el dominio espacial: filtros de suavizado, filtros de realce.
- Filtrado en el dominio de la frecuencia.
- Restauración de la Imagen.
- Modelo de degradación de la imagen. Modelos de ruido. Modelos de distorsión. Degradaciones lineales e invariantes a corrimientos. Deconvolución.

## Metodología de enseñanza

La materia se estructura con el desarrollo teórico-práctico de herramientas y técnicas de procesamiento de señales 1D y 2D.

Se propone una fuerte componente práctica de la misma y se diseñan actividades de laboratorio con uso de software libre, de modo que los/as estudiantes sean capaces de generar desarrollos tecnológicos, interpretar, comprender y procesar señales e imágenes médicas y biológicas.

Para ello la metodología se planifica del siguiente modo: se desarrollan conceptos matemáticos teóricos necesarios para analizar y procesar una señal (1D ó 2D). Luego se presentan ejemplos de dicha señales propios de la disciplina (por ejemplo, EEG o imagen de tomografía) y se muestra de forma teórica la aplicación de las técnicas de procesamiento presentadas. Se comparan las modificaciones obtenidas en la señal luego del proceso.

En clase de laboratorio y con software adecuado, se realiza a una señal dada, el mismo procesamiento presentado y discutido anteriormente de modo teórico. Para ello se propone el abordaje de un problema concreto, con una señal específica y una tarea requerida en la misma.

Se analizan y justifican cuales de las técnicas o herramientas teóricas son las adecuadas para el abordaje de dicha demanda y se resuelve de modo práctico el caso con uso de software.

Se analizan resultados y conclusiones contrastando diferentes propuestas para el ejemplo planteado.

Se propicia el desarrollo grupal del caso práctico que se formula como adaptación de casos reales que surgen en el área.

## Evaluación

En el marco del abordaje teórico-práctico de la materia en cada uno de los Módulos temáticos 1D y 2D se propone una evaluación continua con tareas y evaluaciones parciales. Para ambas actividades la modalidad consiste en análisis y procesamiento de una señal que puede venir dada o que ellos/as mismos/as deben crear (señal de audio por ejemplo).

Se plantea un problema específico para la señal dada, en la cual se debe optar por algún tipo de solución, fundamentando y describiendo conceptualmente las herramientas teóricas o técnicas que fueron involucradas.

Las tareas son grupales y las evaluaciones parciales son individuales.

Los criterios de evaluación son:

- Comprensión del problema, aporte y elaboración personal del mismo.
- Pertinencia y justificación en la elección de las herramientas apropiadas para su resolución.
- Coherencia en la resolución.
- Interpretación de los resultados, análisis propio, comentarios alusivos al caso.
- Expresión académica clara y pertinente.

## Condiciones de aprobación

Condiciones de regularización.

- 80% de asistencia.
- Entrega del 100% de las tareas propuestas.
- Aprobación de la evaluación de **alguno** de los Módulos (Módulo 1D ó Módulo 2D)

Condiciones de aprobación por promoción directa (sin examen final).

- 80% de asistencia.
- Entrega del 100% de las tareas propuestas.
- Aprobación de la evaluación de **ambos** Módulos, tanto Módulo 1D como Módulo 2D.

Condiciones de aprobación por examen final.

- Aprobación de examen final donde son evaluados ambos Módulos, tanto Módulo 1D como Módulo 2D.

Aprobación de las evaluaciones o exámenes.

Las instancias evaluativas (parciales o exámenes) se califican con una escala de 0 a 10 puntos. La aprobación exige un mínimo de 4 puntos, correspondiente a una resolución correcta del 60% de las actividades propuestas en dicha evaluación.

Recuperación de las evaluaciones correspondientes a Módulos temáticos.

Se puede recuperar sólo una de las evaluaciones correspondientes a los módulos temáticos. (Módulo 1D ó Módulo 2D)

## Actividades prácticas y de laboratorio

Las actividades prácticas de laboratorio constituyen el eje central y el espacio donde los/as estudiantes afianzan las herramientas teóricas y prácticas de la asignatura.

En dichas instancias se plantean casos prácticos típicos del quehacer profesional relacionado con el área y relativos a cada Módulo.

## Objetivos:

- Implementar conocimientos teóricos en un caso real fundamentando la aplicación de los mismos
- Fomentar el trabajo y la discusión grupal en el abordaje de un problema concreto.
- Introducir a los/as estudiantes en el abordaje completo de una situación técnica (adaptada) propia del área, que involucra resolución, justificación y comunicación escrita del caso.

## Resultados de aprendizaje

A continuación se indican las competencias genéricas y específicas abordadas por la asignatura y los resultados de aprendizaje relacionados:

Competencias	Resultados de aprendizaje
CG2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).	<ul style="list-style-type: none"><li>● Ser capaz de diseñar proyectos de ingeniería, relacionado con el área de procesamiento de señales 1D o 2D.</li></ul>
CG5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	<ul style="list-style-type: none"><li>● Ser capaz de generar desarrollos tecnológicos con software adecuado que permitan procesar señales biomédicas.</li></ul>
CE2: Interpretar y comprender señales e imágenes médicas y biológicas.	<ul style="list-style-type: none"><li>● Comprender las particularidades en tiempo y frecuencia de señales 1D.</li><li>● Comprender y modelar las imágenes como datos bidimensionales.</li></ul>
CE7: Procesar señales e imágenes médicas y biológicas.	<ul style="list-style-type: none"><li>● Identificar técnicas de procesamiento de señales 1D que permitan extraer información de las mismas y analizar su estacionariedad.</li><li>● Comprender y distinguir herramientas de procesamiento de imágenes usadas en procesos de mejora y restauración de las mismas.</li></ul>
CE8.B3: Realizar el análisis y procesamiento de señales en tiempo continuo y tiempo discreto.	<ul style="list-style-type: none"><li>● Comprender y ser capaz de fundamentar los conceptos matemáticos teóricos utilizados en el procesamiento de señales 1D y 2D.</li><li>● Comprender y utilizar transformadas adecuadas para analizar la estacionariedad en señales 1D.</li><li>● Comprender y analizar señales 1 D en tiempo continuo y discreto.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Comprender la particularidad espacial de las señales 2D y la información que las mismas guardan.</li> <li>● Ser capaz de realizar procesos de mejora en una imagen.</li> <li>● Ser capaz de realizar procesos de restauración en una imagen.</li> </ul>
--	--

## Bibliografía

- Procesamiento de Señales. Elizabeth Vera de Payer. (2010). Apunte de Cátedra
- Time frequency and wavelets in biomedical signal processing / ed. Metin Akay. IEEE Press series in biomedical engineering. New York, NY : IEEE Press 1998.
- Biomedical Signal Processing. Metin Akay 1st Edition 1994
- Tratamiento Digital de Señales John Proakis – Dimitris Manolakis - Madrid, ES : Prentice-Hall, 2000
- Digital image processing / Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods. Prentice-Hall, 2002
- Wavelets and Filter Banks Gilbert Strang – Truong Nguyen - Wellesley (Massachusetts) : Wellesley-Cambridge Press , 1997
- Joint Time-Frequency Analysis Shie Qian – Dapang Chen - Prentice Hall - 1996
- A Friendly Guide to Wavelets Gerald Kaiser – Ed. Boston : Birkhäuser , 1999.
- Ten Lectures on Wavelets Ingrid Daubechies- Series CBMS-NSF Regional Conference series in applied mathematics ; 61. Philadelphia, US : Society for Industrial and Applied Mathematics , 2006

Asignatura: **Radiaciones Ionizantes en Medicina**

Código:	RTF	7
Semestre: Noveno	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	20

Departamento: BioIngeniería

Correlativas:

- Imágenes en Medicina
- Física Biomédica

Contenido Sintético:

- Interacción de la radiación con la materia
- Detectores de radiación
- Radiobiología
- Medicina Nuclear
- Radioterapia
- Radioprotección

Competencias Genéricas:

- CG1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.
- CG6. Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

- CE6: Identificar, evaluar, realizar y analizar situaciones y experiencias científicas, tecnológicas y clínicas relacionadas al uso de radiaciones ionizantes en medicina y sus potenciales riesgos.
- CE8.A1: Comprender los principios de la física e interpretar dichos fenómenos en situaciones reales y aplicables a la ingeniería biomédica.
- CE13. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el ámbito de la ingeniería biomédica, incluidas la higiene, la seguridad hospitalaria y el manejo de residuos.

## Presentación

La asignatura de Radiaciones Ionizantes en Medicina se inserta en el quinto año de la carrera de Ingeniería Biomédica, formando parte del bloque de Tecnologías Aplicadas.

Al momento de transitar esta asignatura, el estudiante ya ha cursado y aprobado gran parte de las materias adquiriendo numerosos conocimientos y competencias que serán utilizados y profundizados en el ámbito del uso de radiaciones ionizantes para la medicina.

El objetivo de la asignatura es hacer descubrir a los estudiantes el mundo de la radioterapia y de la medicina nuclear, ambientes en los cuales los futuros profesionales podrán tener que interactuar con otros profesionales como físicos médicos, médicos especialistas y licenciados en bioimágenes entre otros.

Durante el cursado de la asignatura, en concordancia con el perfil del futuro profesional, se aportarán a los estudiantes conocimientos sobre la interacción de la radiación con la materia y su aplicación en medicina, los principales instrumentos utilizados para medir la radiación y los efectos biológicos de la radiación. Se propone también presentar a los estudiantes los equipamientos utilizados en medicina nuclear y radioterapia, sus funcionamientos, calibraciones y controles de calidad como también nociones de seguridad radiológica.

Para adquirir, aplicar y evaluar las diferentes competencias propuestas, se llevará a los estudiantes a afrontar situaciones clínicas o tecnológicas, o problemas concretos cuya resolución implique la utilización de saberes y habilidades adquiridos.

Se busca vincular e integrar toda la información vista en las diferentes unidades para entender el rol de los distintos profesionales en el acompañamiento del paciente, en el control de calidad de los equipos y en radioprotección tanto en Medicina Nuclear como en Radioterapia.

## Contenidos

### UNIDAD 1: INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN CON LA MATERIA

- Principios generales de física atómica y nuclear
- Interacción de la radiación con la materia

### UNIDAD 2: DETECTORES DE RADIACIÓN

- Introducción a la dosimetría: conceptos dosimétricos y magnitudes

- Funcionamiento y uso de los principales detectores de radiación

### UNIDAD 3: RADIOBIOLOGÍA

- Efectos de las radiaciones sobre el ADN, a nivel celular y molecular, y a nivel del organismo.
- Efectos determinísticos y estocásticos

### UNIDADES 4 y 5: MEDICINA NUCLEAR Y RADIOTERAPIA

- Funcionamiento, calibración y control de calidad de los principales equipos utilizados
- Garantía de calidad

### UNIDAD 6: RADIOPROTECCIÓN

- Principios de la protección radiológica
- Normativas regulatorias, consideraciones prácticas, blindaje
- Protección radiológica ocupacional, médica y del público
- Accidentes radiológicos
- Gestión de residuos y transporte de materiales radioactivos

## Metodología de enseñanza

Se propone alternar diferentes tipos de actividades para no solamente dar a los alumnos bases teóricas de la materia, sino también llevarlos a situaciones o problemas cuya resolución implique la utilización de saberes y habilidades adquiridos. Se detallan a continuación algunas actividades propuestas:

- **Identificación, evaluación y análisis de problemas concretos o situaciones clínicas o tecnológicas** viendo las posibles consecuencias al asumir distintos tipos de decisiones o las modificaciones de ciertas situaciones cambiando determinados factores que la definan. También se busca promover el autoaprendizaje del estudiante utilizando guías internacionales y manuales.
- **Elaboración de ensayos o monografías (trabajo integrador de la materia entre ellos)** que pida a los alumnos investigar, en equipo, un tema (nueva tecnología, técnica, normativa...) al fin de elaborar síntesis, trabajando con el descubrimiento, formular propios puntos de vista debidamente fundamentados y efectuar análisis críticos fundados.
- **Presentación oral en grupo del trabajo integrador,**

Para facilitar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, se proponen, entre otros:

- **Clases magistrales** en las cuales se dictará la materia utilizando lo visto en otras asignaturas como Física Biomédica, Imágenes ...
- **Sesiones de discusión** para profundizar o facilitar una mejor comprensión del contenido y alcance de ciertas problemáticas claves,
- **Talleres / Trabajos prácticos** permitiendo la interacción entre alumnos y entre estudiantes y docentes para aplicar y/o descubrir conocimientos y proponer resolver problemas o situaciones reales,

- **Visitas / Trabajo de campo** a través de visitas presenciales o virtuales a centros médicos para ilustrar lo visto en clase y permitir a los futuros profesionales de interactuar con los profesionales involucrados en radioterapia o medicina nuclear,
- **Seminarios** sobre contenidos actualizados que permitan profundizar temas puntuales relacionados a la radioterapia o la medicina nuclear, siguiendo así los progresos y avances año tras año,
- **Estudios de casos clínicos o tecnológicos** organizados en torno a situaciones especialmente seleccionadas de la realidad para permitir al alumno ver cómo transferir las competencias aprendidas a situaciones reales, integrar teoría, práctica, interpretación y actuación ante diversas circunstancias.

## Evaluación

Para realizar una evaluación continua a lo largo del proceso de aprendizaje y así tener en cuenta, no solamente los conocimientos disciplinares, sino la capacidad de emplearlos adecuadamente, se adoptan varias herramientas:

- Dos parciales con evaluación tipo opción múltiple y resolución de problemas o casos reales, al final de la primera y segunda mitad del curso con instancia de recuperación de un solo parcial,
- Actividades prácticas, talleres y laboratorios realizados en equipo permitiendo a los docentes observar y evaluar el desempeño de los alumnos durante el semestre,
- Trabajo integrador de la asignatura realizado en grupo promoviendo el autoaprendizaje de los estudiantes y desarrollo de las diferentes competencias.

## Condiciones de aprobación

### Requisitos para alcanzar la regularidad de la asignatura:

Se tendrá en cuenta el régimen de estudiante vigente, aprobado por el Honorable Consejo Directivo de la FCEFyN. Se requiere:

- Cumplir con el 80% de asistencia,
- Aprobar el 50% de las evaluaciones parciales, (calificación de los estudiantes en una escala de 0 a 10 puntos, aprobando con 4 correspondiendo al 60% del contenido correcto),
- Aprobar el 100% de las actividades prácticas/talleres propuestos,
- Aprobar el trabajo final de la asignatura.

### Requisitos para aprobar la asignatura por promoción:

- Cumplir con el 80% de asistencia,
- Aprobar el 100% de las evaluaciones parciales con un mínimo del 70% del contenido aprobado,
- Aprobar el 100% de las actividades prácticas, talleres y laboratorios propuestos,
- Aprobar el trabajo final de la asignatura.

La calificación final se obtendrá a partir del siguiente polinomio

$$\text{CALIFICACIÓN} = 0.6 \times P1 + 0.1 \times P2 + 0.3 \times P3$$

Donde:

P1 es el promedio de las calificaciones obtenidas en los exámenes parciales,

P2 es el promedio de las calificaciones obtenidas en las actividades prácticas,

P3 es la calificación obtenida en el trabajo final de la asignatura.

## Actividades prácticas y de laboratorio

El objetivo de las actividades prácticas y de los laboratorios propuestos es afianzar los conceptos teóricos vistos, permitir al estudiante analizar, interpretar y actuar frente a situaciones reales y fomentar el trabajo en equipos. Se propone entre otros:

- **Trabajos prácticos / Laboratorios** para aplicar lo visto durante las clases y/o descubrir conocimientos y resolver problemas o situaciones reales,
- **Visitas / Trabajo de campo** (visitas presenciales o virtuales) para ilustrar lo visto en clase y permitir a los futuros profesionales conocer centros de radioterapia o de medicina nuclear así también como a los profesionales trabajando en estos servicios,
- **Estudios de casos clínicos o tecnológicos** organizados en torno a situaciones reales como por ejemplo, un accidente nuclear o la puesta en marcha de un nuevo servicio de medicina utilizando radiaciones ionizantes para permitir al alumno ver cómo transferir las competencias aprendidas a situaciones profesionales, integrar teoría, práctica, interpretación y actuación ante diversas circunstancias.

## Resultados de aprendizaje

Se resumen en la tabla siguiente las competencias y los resultados de aprendizaje correspondientes:

Competencia que se evalúa	Resultados de aprendizaje
<b>CG1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería</b>	Identificar y organizar los datos pertinentes a problemas relacionados con el uso de radiaciones ionizantes
	Desarrollar criterios profesionales para la evaluación de las alternativas y seleccionar la más adecuada en un contexto particular
<b>CG4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería</b>	Utilizar las técnicas y herramientas de acuerdo con estándares y normas de calidad, seguridad, medioambiente, etc
	Interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas
<b>CG6. Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo</b>	Identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas
	Asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo
<b>CG7. Competencia para comunicarse con efectividad</b>	Usar eficazmente las herramientas tecnológicas apropiadas para la comunicación
	Expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma

	oral como escrita
	Identificar el tema central y los puntos claves del informe o presentación a realizar
<b>CE6. Identificar, Evaluar y Analizar situaciones y experiencias científicas, tecnológicas y clínicas relacionadas al uso de radiaciones ionizantes en medicina y sus potenciales riesgos.</b>	Identificar, evaluar y analizar situaciones clínicas y tecnológicas reales en torno al uso en medicina de radiaciones ionizantes y sus potenciales riesgos.
<b>CE8.A1. Comprender los principios de la física y sabe interpretar dichos fenómenos en situaciones reales y aplicables a la ingeniería biomédica</b>	Comprender los principios físicos y biológicos involucrados en el uso de radiaciones ionizantes en medicina e interpretar dichos fenómenos en situaciones reales y aplicables a la ingeniería biomédica
<b>CE13. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el ámbito de la ingeniería biomédica, incluidas la higiene, la seguridad hospitalaria y el manejo de residuos</b>	Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en los servicios de medicina utilizando radiaciones ionizantes (seguridad radiológica, manejo de residuos radioactivos...)

## Bibliografía

- Physics in Nuclear Medicine. Simon R. Cherry, James A. Sorenson y Michael E. Phelps. 3rd Edition. Saunders (2003)
- The Physics of Radiation Therapy. Faiz M Khan. 4th Edition. Lippincott Williams & Wilkins (2010)
- Essentials of nuclear medicine physics. Rachel a Powsner, Edward r Powsner. 2nd Edition. Blackwell Publishing (2008)
- Radiation oncology physics : a handbook for teachers and students. E.B. Podgorsak. Vienna, AT: International Atomic Energy Agency (2005)
- Manual de radiología para técnicos; física, biología y protección radiológica. Stewart C Bushong, Tr. Diorki. 6a Ed. Harcourt (1999)
- Publicaciones y colecciones de la IAEA. <https://www.iaea.org/es/publicaciones>
- Publicaciones y librería virtual de la AAPM. <https://www.aapm.org/education/VL/>
- Sitio Web de la Sociedad Argentina de Físicos Médicos. <https://www.safim.org/>
- Clases expositivas de los docentes (Aula virtual)
- Manuales de equipos y equipamientos para desarrollar las actividades prácticas (Aula virtual)

Asignatura: **Seguridad y normalización biomédica**

Código:	RTF	7
Semestre: Décimo	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	18

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Instrumentación Biomédica

Contenido Sintético:

- Seguridad eléctrica
- Seguridad en equipos médicos
- Gestión de riesgos
- Normativa aplicable al equipamiento médico
- Certificación de productos médicos
- Gestión de la calidad

Competencias Genéricas:

- CG3. Competencia para gestionar -planificar, ejecutar y controlar- proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos)
- CG8. Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
- Competencia para aprender en forma continua y autónoma.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

## Competencias Específicas

CE8.C: Diseñar, calcular y proyectar equipamientos e instrumental de tecnología biomédica utilizados en el área de la salud.

CE9. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de la salud.

CE10: Dirigir y controlar las actividades técnicas de producción, conservación y distribución de productos médicos y de servicios de esterilización

CE10.A. Dirigir y controlar las actividades técnicas de producción, conservación y distribución de productos médicos.

CE10.B Dirigir y controlar las actividades técnicas y el sistema de calidad de Servicios de esterilización.

CE11. Comprender y coordinar procesos de elaboración de programas de compra, redacción de normas y pliegos de adquisición, verificación de los bienes y/o insumos adquiridos de equipos, sistemas y partes de sistemas de tecnología biomédica, sus complementos y accesorios, instalaciones y dispositivos afines necesarios a sus propósitos.

CE12. Certificar el funcionamiento y/o condición de uso o estado en lo referente a instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de la salud.

# Presentación

Seguridad y Normalización en Instrumentación Biomédica es una asignatura que pertenece al último año (décimo semestre) de la carrera de Ingeniería Biomédica.

Si bien este espacio curricular está destinado al desarrollo de competencias y conocimientos centrados en analizar, diseñar, y medir equipos y sistemas electromédicos, se caracteriza por ser una materia sintetizadora e integradora de las capacidades y saberes adquiridos en los años anteriores. Durante el desarrollo de las actividades, se requiere constantemente recuperar lo aprendido anteriormente, para aplicarlo en el contexto de la asignatura.

Tanto el diseño de dispositivos bajo norma, como su análisis y verificación requiere no solo conocer e interpretar los requisitos normativos, sino conocimientos acerca de sistemas de medición, electrónica, instrumentación, etc. Esto permite incorporar conceptos, evidenciar aspectos conceptuales previamente aprendidos y formalizar saberes procedimentales siendo una oportunidad para integrar gran cantidad de saberes conceptuales y procedimentales.

## Contenidos

**Seguridad eléctrica:** Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica. Modelos de choque y microchoque eléctrico. Protecciones.

**Seguridad en equipos médicos:** Conceptos y requisitos generales de seguridad. Condiciones de ensayo. Análisis y evaluación de la conformidad. Montajes y equipos de ensayo. Requisitos particulares de seguridad. Ensayos de tipo y verificaciones periódicas. Compatibilidad Electromagnética.

**Gestión de riesgos:** Métodos, análisis y herramientas para evaluar la gestión de riesgos.

**Normativa aplicable al equipamiento médico:** Sistema de normalización, Tipos de norma. Campo regulado y campo voluntario. Sistema nacional de normas. Organismos reguladores.

**Certificación de productos médicos:** Certificación, acreditación, homologación.

**Gestión de la calidad:** Calidad y mejora continua. , calidad y certificación. Modelos de certificación de productos. Sistemas de gestión de la calidad: Empresas, Laboratorios. Trazabilidad

## Metodología de enseñanza

La asignatura trabaja dos tipos de contenidos que, si bien están muy relacionados son de distinta naturaleza y por ende son abordados con estrategias diferentes. El tratamiento de sistemas de normalización y gestión de la calidad, se trabaja principalmente a través de exposición dialogada, mientras que el abordaje de los aspectos de seguridad y aplicación de normativa técnica al diseño y verificación de requisitos se realiza empleando estrategias de clase invertida, donde el estudiante debe realizar una primera aproximación al tema. Los encuentros presenciales comienzan con una realización de una experiencia, o planteo de

una situación hipotética para mediante preguntas guía, por deducción y descubrimiento arribar a las conclusiones deseadas.

Las clases incluyen distintas actividades prácticas que ponen en juego saberes procedimentales que en conjunto con las estrategias planteadas, pretenden integrar lo aprendido a lo largo de la carrera.

## Evaluación

La evaluación de la asignatura se realiza durante el desarrollo de las actividades individuales y grupales, y mediante los informes presentados y evaluaciones parciales.

Para la aprobación, se tiene en cuenta, en cada actividad, el resultado y nivel de desarrollo de la misma, como así también el desarrollo de la competencias de la asignatura, evidenciado a través de los resultados de aprendizaje propuestos.

Al final del semestre cada estudiante debe haber demostrado un nivel de desarrollo mínimo de las competencias.

La calificación final de la asignatura se calculará teniendo en cuenta la calificación obtenida en los exámenes (50%), en las actividades prácticas (30%) y la valoración global del nivel de desarrollo de las competencias propuestas (20%).

Cada trabajo será calificado en función de los aspectos disciplinares, así como de la evidencia de desarrollo de las competencias alcanzadas al momento de la finalización del mismo, pudiendo modificar esta calificación si en el transcurso de los trabajos subsiguientes se evidencia un mayor desarrollo de las mismas.

Como herramienta de evaluación del conjunto de competencias propuestas se emplea la siguiente rúbrica:

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Mínimo	Valoración
CG3, CE8.C, CE9, CE11	Identifica los requerimientos normativos como especificaciones de diseño para un equipo.	2	
CG1, CE8.C, CE9, CE11	Propone soluciones que aseguren el cumplimiento de requisitos normativos	2	
CG1, CE10, CE11, CE12	Propone adecuadamente procedimientos y métodos de ensayos para requerimientos específicos	2	
CG3, CE10, CE11, CE12	Interpreta los principios físicos y conceptuales propios de los métodos de medición, y de los fenómenos estudiados	2	
CG1, CE8.C, CE9, CE10, CE13	Identifica posibles fuentes de riesgo y medidas de prevención.	2	
CG8	Realiza una valoración de admisibilidad de riesgo de una situación dada	2	
CG8	Comprende las implicancias de sus valoraciones en el análisis de riesgo	2	

CG7	Interpreta correctamente los requisitos normativos a partir del abordaje individual.	2	
-----	--	---	--

El rango de valoración de la rúbrica es de 1 a 3 y corresponde a:

1. Insuficiente: No se evidencia el nivel de desarrollo de las competencias esperado a través de los resultado de aprendizaje
2. Suficiente: En la mayoría de las situaciones se evidencia el nivel de desarrollo deseado.
3. Alto: Se evidencia un claro desarrollo de las competencias esperado a través de los resultados de aprendizaje.

## Condiciones de aprobación

Los requisitos de aprobación de la asignatura son:

- Asistencia del 80%
- Aprobar la totalidad de las instancias de evaluación parcial.
- Aprobación de la totalidad de los trabajos prácticos y actividades propuestas.
- Evidenciar haber alcanzado un desarrollo aceptable de las competencias propuestas en los aspectos evidenciados por los resultados de aprendizajes propuestos.

Los requisitos de regularidad de la asignatura son:

- Asistencia del 80%
- Aprobar cantidad de instancias de evaluación parciales establecidas en el régimen de estudiantes para alcanzar la regularidad.
- completar la totalidad de los trabajos prácticos y actividades propuestas aprobando al menos la mitad más uno de los trabajos propuestos.
- Demostrar el mínimo admisible en cada elemento de la rúbrica.

## Actividades prácticas, de laboratorio e investigación:

Los trabajos son propuestos por la cátedra y son elegidos para abordar los distintos ensayos para la verificación de cumplimientos normativos y aplicar distintos principios de medición

Los trabajos propuestos incluyen, sin limitarse a:

- Medición de corrientes de fuga
- Medición de resistencia de puesta a tierra
- Determinación de diagrama de aislaciones de un equipo.
- análisis de riesgo

## Resultados de aprendizaje

Competencia	Resultado de Aprendizaje
-------------	--------------------------

CG1, CE8.C, CE9, CE11	Identifica los requerimientos normativos como especificaciones de diseño para un equipo.
CG1, CE8.C, CE9, CE11	Propone soluciones que aseguren el cumplimiento de requisitos normativos
CG1, CE10, CE11, CE12	Propone adecuadamente procedimientos y métodos de ensayos para requerimientos específicos
CG1, CE10, CE11, CE12	Interpreta los principios físicos y conceptuales propios de los métodos de medición, y de los fenómenos estudiados
CG1, CE8.C, CE9, CE10	Identifica posibles fuentes de riesgo y medidas de prevención.
CG8	Realiza una valoración de admisibilidad de riesgo de una situación dada
CG8	Comprende las implicancias de sus valoraciones en el análisis de riesgo
CG9	Interpreta correctamente los requisitos normativos a partir del abordaje individual.

## Bibliografía

- Medical instrumentation : application and design / John G. Webster, comp. - 4th ed. - Hoboken : J. Wiley, 2009.
- Norma Argentina : IRAM 4220-1: 2002 : aparatos electromédicos : parte 1: requisitos generales de seguridad = medical electrical equipment : part 1: general requirements for safety / Instituto Argentino de Normalización y Certificación. - 2 ed. - Argentina, AR: IRAM, 2002 - 2 v. (229 p.) - IRAM 4220-1:2002
- Allen, G and and Derr, R. 2015. Threat Assessment and Risk Analysis. Ed. Butterworth-Heinemann. 1st Edition.
- Goetsch, David and Stanley, D. 2012. Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality. Ed. Financial Times Prentice Hall.
- Organización Mundial de la Salud. 2012. Evaluación de tecnologías sanitarias aplicada a los dispositivos médicos. Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos. Ed. OMS. Suiza.
- Vose D. 2008. Risk Analysis: A Quantitative Guide. Ed. John Wiley & Sons.