

**Planificación de la Asignatura:** Funciones de Variable Compleja

**Fecha:** 23/10/2024 13:02

**Código:** B0820

**Carrera:** Bioingeniería

**Departamento Académico:** Matemática

**Docente a cargo:** Gastón Schlotthauer

**Correo del docente a cargo:** gaston.schlotthauer@uner.edu.ar

**Régimen de Dictado:** Cuatrimestral doble oferta

**Carga Horaria Semanal:** 8 horas semanales

**Carga Horaria Total:** 112 horas

---

**Contenidos Mínimos:**

Funciones de variable compleja. Operaciones. Funciones, derivabilidad, analiticidad, integrales. Teoremas integrales. Singularidades, residuos. Transformaciones conformes. Series de Fourier. Transformada de Laplace. Transformada de Fourier. Aplicaciones.

**Competencias Genéricas:**

## TECNOLÓGICAS:

- CT 1. Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería. (Nivel 2)
- CT 4. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería. (Nivel 2)

## SOCIALES, POLÍTICAS Y ACTITUDINALES

- CS 1. Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo. (Nivel 1)
- CS 2. Fundamentos para una comunicación efectiva. (Nivel 1)
- CS 3. Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable. (Nivel 1)
- CS 5. Fundamentos para el aprendizaje continuo y autónomo. (Nivel 1)

**Competencias Específicas:**

CE 1.1 - 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. (Nivel 1)

CE 1.2 - Procesar señales e imágenes biológicas. (Nivel 1)

CE 3.2. Asesorar en todos los procesos de elaboración de programas de compra, redactar normas y pliegos de adquisición, verificar 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. (Nivel 1)

**Argumentación de aportes marcados en la matriz de competencias:**

El aporte a las competencias tecnológicas puede deducirse fácilmente, ya que herramientas de variable

compleja, transformadas de Laplace y Fourier son de uso indispensable para las competencias mencionadas. El estudio y diseño de cualquier sistema lineal requiere de estos elementos y permiten la comprensión, planteo y abordaje inicial de problemas de ingeniería (Nivel 2). Los trabajos prácticos de laboratorio ayudan a contextualizar problemas relacionados con la práctica profesional.

El aporte a ciertas competencias sociales políticas y actitudinales se da en nivel 1, siendo fundamentos para la adquisición de las competencias a continuación:

Los trabajos prácticos de laboratorio se deben realizar en grupos de dos personas, contribuyendo de esta manera a la competencia CS 1 "Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo". La elaboración de los informes de estos trabajos contribuyen a CS 2 "Fundamentos para una comunicación efectiva". Además de esto, se establece en cada clase un diálogo con los estudiantes para colaborar con esta competencia en cuanto a la comunicación verbal. Las instancias de evaluación contribuyen a la competencia CS 3 "fundamentos para una actuación profesional ética y responsable". Por otra parte, las guías de trabajos práctico están orientadas a aportar a la competencia CS5 "fundamentos para el aprendizaje continuo y autónomo".

En relación a las competencias específicas, tanto las herramientas básicas de análisis complejo, como las bases de transformada de Laplace y Fourier contribuyen de manera directa al campo de procesamiento de señales. Por ello están comprendidas aquí las competencias específicas CE 1.1 (1.1 - 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) y CE 1.2 (Procesar señales e imágenes biomédicas).

Se contribuye también a la competencia CE 3.2 (3.2. Asesorar en todos los procesos de elaboración de programas de compra, redactar normas y pliegos de adquisición, verificar 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.) Esto puede entenderse ya que, por ejemplo, la lectura e interpretación de espectros de potencia, amplitud y fase son elementales para comprender hojas técnicas de innumerables dispositivos de tecnología médica, así como también pueden describirse con estas herramientas ciertas propiedades de algunos insumos e instalaciones.

---

**Correlativas Regulares para cursar:**

Electricidad y Magnetismo

Ecuaciones Diferenciales

**Correlativas Aprobadas para cursar:**

Álgebra Lineal y Geometría Analítica

**Correlativas Aprobadas para promocionar o rendir el examen final:**

Ecuaciones Diferenciales

**Insercion de la Asignatura en el plan de Estudios:**

La formación en Matemática de la carrera de Bioingeniería, por Res. CD No 309/07, se ha estructurado a través de los siguientes cursos :

Ciclo básico	Primer cuatrimestre	Segundo cuatrimestre
Primer año	Cálculo	Álgebra Lineal y Geometría
Analítica		
Segundo año	Cálculo Vectorial	Ecuaciones Diferenciales -
Probabilidad y Estadística		
Tercer año	Funciones de variable compleja	

Según el plan vigente Funciones de Variable Compleja es una asignatura de carácter cuatrimestral, obligatoria, con una carga horaria de ocho (8) horas semanales, correspondiente al ciclo básico y perteneciente al tercer año de la carrera de Bioingeniería. Dicha asignatura es la última de la formación en Matemática con la que cuenta la carrera y debe servir de puente con el ciclo superior.

Como requisitos para el cursado se exige tener aprobadas las asignaturas: Álgebra Lineal y Geometría Analítica, y regularizadas Electricidad y Magnetismo y Ecuaciones Diferenciales (Res CD N 202/23).

La propuesta académica tiene en cuenta:

El plan de estudio vigente (plan 2008) el cual fija los contenidos mínimos y una carga horaria semanal de 8 horas, estableciéndose que esta asignatura se dictará en el primer cuatrimestre, haciendo un total de 112 horas.

Los objetivos generales de la asignatura, que contemplan:

- \* Las tareas a desarrollar por el profesional, establecidas en los Alcances del título.
- \* El perfil del egresado que se espera en la FI-UNER.
- \* Los principios básicos de esta asignatura, basados en los alcances y perfiles antes mencionados y en el contexto de la universidad pública y de país al que aspiramos.

El estudiante universitario tiene pensamiento crítico.

La actividad es fundamental para que haya aprendizaje.

Un ingeniero tiene que ser creativo.

Los avances científico/tecnológicos demandan actualización permanente.

Nuestra convicción de que los últimos cursos de Matemática deben servir de nexo real entre ellas en el ciclo básico y las asignaturas del ciclo superior.

La necesidad de abordar la Matemática desde los problemas de la física, química, biología, etc. y hacia sus soluciones.

El uso de la informática como una herramienta imprescindible.

La necesaria integración entre teoría y práctica.

El seguimiento del plan de estudio 2008.

**Objetivo General:**

Teniendo en cuenta que esta carrera tiene como objetivo formar un profesional que deberá actuar en un campo en constante innovación, los cursos de Matemática deberán estructurarse de manera tal que los contenidos y actividades que se desarrollen tiendan a:

Formar un esquema mental crítico.

Fomentar la capacidad de análisis y síntesis.

Promover la creatividad.

Formar un pensamiento lógico deductivo.

Lograr una actitud de confianza en el método científico y en el poder de la razón.

Motivar la investigación.

**Objetivos Particulares:**

Que el alumno logre:

Comprender los conceptos y métodos del cálculo diferencial e integral correspondientes a funciones de variable compleja para aplicarlos de forma correcta.

Traducir los conceptos y propiedades entre los lenguajes coloquial, simbólico y el propio de la ingeniería para facilitar su comprensión y desarrollar capacidades de abstracción.

Comprender los conceptos y propiedades de la Transformada de Laplace y de la Transformada de Fourier para poder aplicarla convenientemente.

Comprender la utilidad de la Transformada de Laplace y de la Transformada de Fourier, y de sus antitransformadas, para la resolución de problemas de la bioingeniería o de la bioinformática.

Interpretar adecuadamente las soluciones de ecuaciones diferenciales obtenidas mediante las Transformadas de Laplace para aplicarla a problemas de la bioingeniería o de la bioinformática.

Interpretar el significado físico de la Transformada de Fourier para comprender su naturaleza y aplicarla correcta y convenientemente.

Utilizar el lenguaje y las técnicas propias de la teoría de funciones analíticas de variable compleja para resolver problemas provenientes del ámbito de la física, electrónica, control, etc.

Usar criteriosamente software apropiado, explotando su potencial numérico, simbólico y gráfico, para abordar problemas de la bioingeniería y disciplinas relacionadas.

**Programa Analítico:**

Funciones de Variable Compleja – Año 2024– CUATRIMESTRAL

**Unidad I: Análisis complejo.**

Números complejos. Operaciones. Conjuntos. Funciones de variable real a valores complejos. Funciones de valores complejos de una variable compleja. Límites. El punto infinito. Continuidad, derivada. Ecuaciones de Cauchy-Riemann. Condiciones de Cauchy Riemann. Analiticidad. Funciones armónicas. Transformaciones conformes. Integrales. Teoremas integrales de Cauchy. Fórmulas integrales de Cauchy. Series de Taylor y de Laurent. Singularidades aisladas, ceros y polos. Residuos. Teorema de los Residuos de Cauchy.

**Unidad II: Transformada de Laplace. Aplicaciones**

Definición. Funciones de orden exponencial. Condiciones suficientes de existencia. Propiedades: linealidad, transformada de la derivada, derivada de la transformada, teoremas de traslación. Transformada inversa. Propiedades. Aplicaciones a la solución de ecuaciones diferenciales lineales y sistemas de ecuaciones diferenciales lineales. Transformada de Laplace de las funciones de Heaviside (escalón unitario) y delta de Dirac (impulso). Transformada del producto de convolución. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Función de transferencia. Respuesta al impulso. Estabilidad.

**Unidad III: Series de Fourier. Transformada de Fourier. Aplicaciones.**

Forma compleja de la serie de Fourier. Teorema de Parseval. Espectro de frecuencia discreta. Espectro de potencia. Transformada de Fourier. Definición. Integral de Fourier. Espectro continuo. Propiedades: linealidad, transformada de la derivada, corrimiento con respecto al tiempo, corrimiento con respecto a la frecuencia, simetría. Energía. Potencia. Funciones generalizadas (delta de Dirac). Transformada de Fourier de la delta de Dirac (impulso). Relación entre la transformada de Fourier y la transformada de Laplace. Aplicaciones: Respuesta en frecuencia. Convolución en el dominio temporal. Convolución en el dominio frecuencial.

**Metodología Didáctica:**

Las características particulares de la asignatura imponen la adopción del método heurístico o de búsqueda parcial. Aunque las clases teóricas sean numerosas y su desarrollo tenga un carácter expositivo, se considera importante adoptar también el método de exposición problémica. Las características de la carrera imponen además la adopción del método investigativo, que consiste en organizar la actividad de búsqueda creadora de los alumnos, tendiente a solucionar problemas nuevos para ellos. Los métodos de exposición problémica y de búsqueda parcial preceden al método investigativo cuando los alumnos carecen aún de experiencia para resolver problemas completos, y lo acompañan cuando es necesario asimilar o apropiarse de la experiencia de un tipo nuevo y complejo de problemas, o cuando es preciso aclarar un problema cuya solución independiente no es asequible a los alumnos. Se prestará especial atención a promover y resolver en los alumnos el conflicto cognitivo.

La metodología contempla la introducción de métodos de enseñanza que tomen en cuenta el uso de los recursos informáticos en tres vertientes, a saber: como medios de enseñanza, como medios de aprendizaje y como medio para investigar y resolver problemas.

Las clases de teoría-colquio y aplicaciones se desarrollan tomando como base los capítulos correspondientes en los textos citados como bibliografía básica y los contenidos serán ampliados debidamente durante las clases.

El curso de “Funciones de variable compleja” se ofrecerá en la modalidad siguiente, que consta de dos instancias áulicas semanales:

- 1) Teoría- coloquio (TC), a cargo de los Profesores (titular y adjuntos), distribuida en dos clases semanales de 2 hs. de duración cada una.
- 2) Trabajos prácticos (TP), a cargo de los JTPs y con la asistencia de los auxiliares alumnos. Se dictarán dos clases semanales (por comisión) de 2 hs. de duración cada una.

Sin ánimo de generalizar, puesto que cada clase puede contener temáticas que necesiten un abordaje específico, durante las clases de TC se presentarán los elementos teóricos fundamentales y posteriormente se procederá a una clase coloquial durante la cual se discutirán aspectos conceptuales y prácticos y otros ligados a las aplicaciones, teniendo en cuenta los aspectos metodológicos antes mencionados, y

dependiendo del contenido de cada clase en particular. Las clases no serán meramente expositivas y se promoverá la participación activa de los alumnos, estimulando el pensamiento reflexivo, orientada al desarrollo de habilidades de expresión oral y de escritura simbólica de los estudiantes.

En las clases de TP se realizarán sesiones de resolución de ejercicios y problemas, enfatizando la discusión, el análisis teórico-conceptual, y las aplicaciones. Se presentarán los Trabajos de Laboratorio de Computación (TLC), elaborados bajo la supervisión de los Profesores y los JTPs.

Basándonos en estos lineamientos, se buscará consolidar los conceptos teóricos y desarrollar habilidades, rescatando los conceptos esenciales que fueron desarrollados usando estrategias didácticas centradas en la participación activa de los estudiantes.

Se hará uso de la Plataforma Virtual MOODLE para mantener una comunicación fluida con los alumnos, en la cual se subirá el material visual utilizado en clase y material complementario específicamente desarrollado.

Clases de consulta:

La cátedra ofrece horarios de consulta. Esta actividad se refuerza en la semana previa a las evaluaciones parciales o finales. En estas sesiones los docentes atienden dudas e inquietudes en forma individual. También se responderán consultas a través de medios digitales, ya sea en forma sincrónica como asincrónica (por ejemplo mediante correo electrónico)

**Formación Práctica:**

Tanto en la parte teórica como en la práctica se buscará fortalecer la articulación horizontal y vertical de contenidos de las asignaturas de la carrera, considerando los aspectos ya desarrollados en diversas asignaturas relacionados, y usando ejemplos de asignaturas del ciclo superior en cada instancia. Los TLC resultan ideales para esta tarea.

En cuanto a la formación práctica, prestaremos especial atención a la recomendación de la Resolución Ministerial N° 1603/04, referida a la “formación práctica” en las carreras de Bioingeniería e Ingeniería Biomédica la cual plantea que “se define como problemas abiertos de ingeniería aquellas situaciones reales o hipotéticas cuya solución requiere la aplicación de los conocimientos de las ciencias básicas y de las tecnologías”. Para comprender mejor cuáles son estos problemas, podemos mencionar la diferencia entre ejercicios y problemas:

**Ejercicios:**

“Tomamos aquí la noción de ejercicio como la aplicación mecánica de rutinas de procedimientos que admiten una única forma de resolución, como en el caso de las fórmulas matemáticas, en las que no aparece un contexto real sobre el que se aplican. Un ejercicio no tiene continuidad más allá de sí: empieza y termina con la resolución del mismo y su planteo deriva de la necesidad de aplicar un procedimiento preestablecido” [1]

**Problemas o Situaciones Problemáticas:**

“Ahora, tomamos la noción de situación problemática como una situación a resolver que puede involucrar una o más soluciones y en la que puede intervenir una o más variables. (...) Una situación problemática se presenta con un relato breve y para su resolución se aplican varios procedimientos rutinarios y/o algún procedimiento nuevo, pero por sobre todo, se trabaja en torno a ciertas hipótesis ya que una situación problemática es tal, si se presenta inserta en un recorte mínimo de la realidad que funciona como contexto y ante la cual hay que dar algún tipo de respuesta porque la situación se constituye como un desafío a resolver.(...) Atendiendo a estas características, una situación problemática supone un trabajo de iniciativa personal y una lectura particular de la situación que se está planteando ante la cual, en algún momento, se deberá tomar alguna decisión para seguir avanzando” [1]

[1] STEIMAN Jorge: “Más didáctica (en la educación superior)”. Miño y Dávila Editores, Bs. As., 2008. Pág. 84 a 86.

Durante las clases de Trabajos prácticos (TP) se realizan sesiones de resolución de ejercicios y problemas, discusión y análisis teórico, conceptual y aplicaciones. Se presentan y discuten los Trabajos de Laboratorio de Computación (TLC), elaborados bajo la supervisión de los Profesores y los JTPs. Se hace uso en los TLC de ejemplos o casos de tecnología biomédica en la enseñanza de la asignatura. Se presentarán dos TLC durante el cursado.

Se destaca que la actividad de TLC, desarrollada por la cátedra en esta asignatura desde hace más de 20 años, es concurrente con lo sugerido en la Resolución Ministerial N° 1603/04, referida a la “formación práctica” en las carreras de Bioingeniería e Ingeniería Biomédica.

Para la realización de los TLC se seleccionan problemas de temáticas variables, vinculados al ciclo superior de la carrera a partir de libros y/o artículos científicos, que requieran de los conceptos y técnicas matemáticas correspondientes al TLC. Mediante una introducción pertinente estos problemas son adecuados al nivel de un alumno de tercer año de bioingeniería. El alumno debe interpretar el problema, formularlo matemáticamente, resolverlo con métodos adecuados, realizar simulaciones con un software, e interpretar y discutir las soluciones obtenidas en su relación con el problema.

#### **Listado de Actividades de Formación Práctica:**

Actividades de Formación Práctica

Primer Cuatrimestre

Semana 1

Clase 1: Números complejos: Propiedades algebraicas. Operaciones. Representaciones en el plano complejo.

Clase 2: Conjuntos del plano Complejo. Funciones complejas.

Semana 2

Clase 1: Funciones elementales.

Clase 2: Funciones complejas como transformaciones. Límite. Límite en infinito. Continuidad. Derivadas.

Semana 3

Clase 1: Ecuaciones y condiciones de Cauchy-Riemann.

Clase 2: Punto singular. Funciones analíticas. Funciones armónicas.

Semana 4

Llamado Especial

Semana 5

Clase 1: Transformación conforme.

Clase 2: Integral definida compleja. Integral de contorno. Propiedades.

Presentación del TLC N° 1.

Semana 6

Clase 1: Teoremas integrales de Cauchy. Fórmulas integrales de Cauchy.

Clase 2: Sucesiones y series. Series de potencias. Series de Taylor.

Semana 7

Clase 1: Series de Laurent. Casos particulares (infinito).

Clase 2: Parte principal. Singularidades aisladas en el plano complejo. Ceros. Residuos. Teorema de los Residuos de Cauchy.

Semana 8

Clase 1: Singularidades aisladas en el plano complejo extendido. Ceros y Residuos en infinito. Teorema de los Residuos de Cauchy contemplando residuos en infinito.

Clase 2: Repaso.

Entrega del TLC N° 1

Semana 9 (miércoles 01/05)

Clase única: Transformada de Laplace: Definición. Funciones de orden exponencial. Existencia de la Transformada de Laplace. Propiedades de la Transformada de Laplace.

Semana 10

Clase 1: Transformada de Laplace. Transformada Inversa. Propiedades. Aplicaciones a la solución de ecuaciones diferenciales lineales. Aplicaciones a la solución de sistemas de ecuaciones diferenciales

lineales.

Clase 2: Transformada de Laplace de las funciones de Heaviside y delta de Dirac. Derivada generalizada.  
Transformada de una función periódica.

Entrega del recuperatorio del TLC N° 1

Semana 11

Clase 1: Producto de convolución. Transformada del producto de convolución.

Clase 2: Sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Función de transferencia. Respuesta al impulso.

Estabilidad

Presentación del TLC N° 2.

Semana 12

Clase 1: Repaso: Series de Fourier. Serie de Fourier en la forma compleja.

Clase 2: Series de Fourier: Teorema de Parseval. Espectro de frecuencia discreta. Espectro de potencia.

Semana 13

Clase 1: Transformada de Fourier. Definición. Espectro continuo. Propiedades Transformada de Fourier.

Clase 2: Propiedades Transformada de Fourier (continuación). Energía. Potencia. Teorema de Parseval para la transformada.

Semana 14

Clase 1: Transformada de Fourier de la Delta de Dirac. Transformada del escalón unitario. Transformada de Fourier Generalizada.

Clase 2: Relación entre las transformadas de Fourier y de Laplace. Transformada del producto. Convolución en dominio temporal. Convolución en el dominio frecuencial.

Práctica: Los alumnos deberán entregar el TLC N°2.

Entrega de Planillas de Regularidad lunes 01/07/24

Segundo Cuatrimestre

**Semana 1**

Clase 1: Números complejos: Propiedades algebraicas. Operaciones. Representaciones en el plano complejo.

Clase 2: Conjuntos del plano Complejo. Funciones complejas.

**Semana 2**

Clase 1: Funciones elementales.

Clase 2: Funciones complejas como transformaciones. Límite. Límite en infinito. Continuidad. Derivadas.

**Semana 3**

Clase 1: Ecuaciones y condiciones de Cauchy-Riemann.

Clase 2: Punto singular. Funciones analíticas y armónicas.

**Semana 4**

Llamado Especial

**Semana 5**

Clase 1: Transformación conforme.

Clase 2: Integral definida compleja. Integral de contorno. Propiedades.

Presentación del TLC N° 1.

**Semana 6**

Clase 1: Teoremas integrales de Cauchy. Fórmulas integrales de Cauchy.

Clase 2: Sucesiones y series. Series de potencias. Series de Taylor.

**Semana 7**

Clase 1: Feriado (11/09)

Clase 2: Series de Laurent. Casos particulares (incluyendo el punto infinito).

**Semana 8**

Clase 1: Parte principal. Singularidades aisladas en el plano complejo.

Ceros. Residuos. Teorema de los Residuos de Cauchy.

Clase 2: Singularidades aisladas en el plano complejo extendido. Ceros y Residuos en infinito. Teorema de los Residuos de Cauchy contemplando residuos en infinito.

Entrega del TLC N° 1

#### Semana 9

Clase 1: Transformada de Laplace: Definición. Funciones de orden exponencial. Existencia de la Transformada de Laplace.

Clase 2: Propiedades de la Transformada de Laplace.

#### Semana 10

Clase 1: Transformada de Laplace: Transformada Inversa. Propiedades. Aplicaciones a la solución de ecuaciones diferenciales lineales.

Clase 2: Transformada de Laplace de las funciones de Heaviside y delta de Dirac. Derivada generalizada. Transformada de una función periódica.

#### Semana 11

Clase 1: Producto de convolución. Transformada del producto de convolución.

Clase 2: Sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Función de transferencia. Respuesta al impulso. Estabilidad.

Presentación del TLC N° 2.

#### Semana 12

Clase 1: Repaso: Series de Fourier. Serie de Fourier en la forma compleja.

Clase 2 : Series de Fourier: Teorema de Parseval. Espectro de frecuencia discreta. Espectro de potencia.

#### Semana 13

Clase 1: Transformada de Fourier. Definición. Espectro continuo. Propiedades Transformada de Fourier

Clase 2: Propiedades Transformada de Fourier (continuación). Energía. Potencia. Teorema de Parseval para la transformada.

#### Semana 14

Clase 1: Transformada de Fourier de la Delta de Dirac. Transformada del escalón unitario. Transformada de Fourier Generalizada.

Clase 2: Relación entre las transformadas de Fourier y de Laplace. Transformada del producto. Convolución en dominio temporal. Convolución en el dominio frecuencial.

Entrega del TLC N° 2

Registro de notas por SIU-Guaraní hasta martes 25/11/2024

Se proponen dos Trabajos de Laboratorio de Computación, teniendo en cuenta aplicaciones de los temas desarrollados englobados en:

TLC1: Aplicaciones de variable compleja. Se presenta en la semana 5. Se entrega en la semana 8. En caso necesario se entrega el recuperatorio en la semana 10.

TLC2: Aplicaciones de Transformada de Laplace y Transformada de Fourier. Se presenta en la semana 11. Se entrega en la semana 14. En caso necesario se entrega el recuperatorio en la semana 16.

**Intensidad de la formación práctica**

Detalle de la carga horaria total prevista para cada una de las siguientes actividades:

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 1: 56 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 2: 0 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 3: 0 horas

Horas totales de actividades de formación práctica: 56 horas

**Metodología de Evaluación Durante el cursado:**

La evaluación del nivel alcanzado por el alumno con respecto a los objetivos de la asignatura, se realiza mediante:

**Evaluaciones Parciales**

Se tomarán dos (2) evaluaciones parciales individuales y escritas de la parte práctica y conceptual.

Se podrán recuperar ambos exámenes parciales.

En cada parcial se califica de 0 a 100 puntos.

**Trabajos de Laboratorio de Computación (TLC)**

La realización de cada Trabajo de Laboratorio de Computación es grupal (dos alumnos por grupo). Cada TLC se califica de 0 a 100 puntos. Se podrán recuperar ambos trabajos siempre que se haya cumplido con las fechas de entrega indicadas en el cronograma.

La opción de recuperar parciales o TLC se podrá usar tanto para regularizar como para optar a la eximición del examen práctico que se menciona más adelante.

**Metodología de Evaluación en Exámenes Finales:****Examen Final**

En el caso presencial, el examen final constará de dos (2) partes:

Examen práctico (escrito).

Desarrollo de temas teóricos y aplicaciones (escrito y oral).

Para aprobar el examen final, el alumno deberá aprobar cada una de las partes que lo componen, siendo cada una de ellas eliminatoria.

Para la aprobación de la parte práctica del examen final el alumno regular deberá alcanzar 65 puntos mientras que se le exigirán 70 puntos al alumno libre, cuyo cuestionario será idéntico al del alumno regular pero con un ejercicio adicional.

La parte teórica consistirá en el desarrollo de tres temas, uno propuesto por cada unidad de la asignatura. Una vez se le haya facilitado el cuestionario, el alumno dispondrá de 10 minutos para la consulta de apuntes y bibliografía, sin posibilidad de tomar notas. Esta etapa, reduce situaciones como el "bloqueo" o estrés provocado por la situación de examen. A continuación, a carpeta y libros cerrados, deberá desarrollar por escrito los temas, y luego exponerlos en defensa oral.

Esta forma de evaluación se condice con los objetivos, tanto generales como particulares, expresados en este documento y se ve sostenida por la metodología didáctica empleada. Como se indicó anteriormente las clases no serán meramente expositivas y se promoverá la participación activa de los alumnos, estimulando el pensamiento reflexivo, orientada al desarrollo de habilidades de expresión oral y de escritura simbólica de los estudiantes. Esto resulta de vital importancia, debido a que esta asignatura es la última del departamento Matemática que debe cursar el alumno. La evaluación oral, aunque requiere mayor dedicación y tiempo por parte del docente, permite analizar en profundidad el grado de comprensión del estudiante, evitando la memorización que lleva a un aprendizaje superficial.

Los alumnos de carácter libre, en caso de no haber aprobado todos los TLC en alguna instancia de cursado, serán evaluados en una tercera instancia eliminatoria, en el uso adecuado de software matemático a su elección, en caso de haber superado previamente las instancias práctica y teórica.

A los efectos de la conformación de la nota final, se tomarán en cuenta las calificaciones obtenidas en los parciales y en los trabajos de laboratorio de computación.

**Condiciones de Regularidad :**

En el caso presencial, obtendrá la regularidad en la asignatura todo alumno que:

- a) haya obtenido calificación superior o igual a 50 puntos en cada una de las evaluaciones parciales.
- b) haya aprobado el 100% de los TLC con calificación superior o igual a 50 puntos en cada uno de ellos y cumplido con las fechas de entrega indicadas en el cronograma.

Se considerará como nota definitiva en los parciales y TLC la mayor nota obtenida entre la primera instancia de evaluación y el correspondiente recuperatorio.

Se considerará alumno libre a todo aquel que no haya obtenido la regularidad en alguno de los cuatrimestres.

En el caso de dictado presencial, aquel alumno que cumpla con las siguientes condiciones:

- a) poseer calificación superior o igual a 80 puntos en cada evaluación parcial o en su recuperatorio.
- b) poseer calificación superior o igual a 80 en cada uno de los TLC o en sus recuperatorios,

Será exceptuado de rendir la parte práctica en el examen final correspondiente hasta: (a) el turno especial del primer cuatrimestre de 2024, si hubiere cursado en el primer cuatrimestre de 2023, y (b) el turno especial del segundo cuatrimestre de 2024, si hubiere cursado en el segundo cuatrimestre de 2023.

**Cronograma de parciales durante el primer Cuatrimestre:**

**Primer Examen Parcial:** 30 de Abril de 2024

**Segundo Examen Parcial:** 11 de Junio de 2024

**Recuperatorio 01:** 18 de Junio de 2024

**Recuperatorio 02:** 25 de Junio de 2024

---

**Cronograma de parciales durante el segundo Cuatrimestre:**

**Primer Examen Parcial:** 24 de Septiembre de 2024

**Segundo Examen Parcial:** 05 de Noviembre de 2024

**Recuperatorio 01:** 12 de Noviembre de 2024

**Recuperatorio 02:** 19 de Noviembre de 2024

**Bibliografía Principal:**

Churchill, Ruel; Brown, James, Variable Compleja y sus Aplicaciones, 7ma edición, Mc.GrawHill, 2004.

Wunsch A. David, Variable Compleja, Addison-Wesley Iberoamericana, 2da edición, 1999.

Kaplan, Daniel; Glass, Leon, Understanding Nonlinear Dynamics, Springer Verlag. 1995.

O'Neil, Peter V., "Matemáticas avanzadas para Ingeniería", Thomson, 6ta edición, 2008.

James, Glyn, "Matemáticas avanzadas para Ingeniería", Pearson- Prentice Hall, 2da edición, 2002.

Material adicional elaborado por la cátedra obrante en el sitio de la asignatura en el campus de la FIUNER.

**Bibliografía Complementaria:**

Derrick, William R., Variable Compleja con Aplicaciones. Grupo Editorial Iberoamérica, 1987.

Markushevich, A. I., Theory of Functions of a Complex Variable, American Mathematical Society Chelsea Publishing, 2005.

López – Gómez, Julián, Ecuaciones Diferenciales y Variable Compleja. Prentice-Hall. 2001.

Noble, Ben, Daniel James W., Algebra Lineal Aplicada Prentice Hall, 1989.

Spiegel, Murray R. Variable Compleja. Editorial, McGraw-Hill, 2001.

Strang, Gilbert, Introduction to Applied Mathematics, Wellesley-Cambridge Press, 1986.

Strang, G., Algebra lineal y sus aplicaciones. 4ta edición., Cengage Learning Editores, 2007.

Zill Dennis G., Ecuaciones Diferenciales con Aplicaciones, Grupo Editorial Iberoamérica, 3ra edición, 1994.

Rogawski, Jon. Cálculo. Varias Variables. 2da edición. Editorial Reverté, 2012.

**Equipo de Cátedra:**

La cátedra está constituida por un Profesor Titular (Dr. Bioing. Gastón Schlotthauer), un Profesor Adjunto dedicación parcial (Dr. Marcelo Alejandro Colominas), y tres Jefes de Trabajos Prácticos con dedicación parcial (Dr. Bioing. Gabriel Alejandro Alzamendi, Bioing. Camila Duré y Bioing. Iván Zalazar). En cuanto al personal auxiliar, se cuenta con un docente auxiliar de primera (Emiliano Riffel) y un auxiliar alumno (Nicolás Varela Long). Se encuentra vacante un cargo de auxiliar alumno. Esta planificación se propone considerando que todos los cargos correspondientes a la estructura de la cátedra estén cubiertos (un profesor titular exclusivo, un profesor adjunto parcial, tres jefes de trabajos prácticos con dedicación parcial, un auxiliar de primera y dos auxiliares alumnos).

**Distribución de tareas****3. El Profesor Titular**

De acuerdo al Estatuto de la Universidad, en su Art. 54º, tendrá las siguientes funciones y obligaciones:

- Dirigir e impartir la enseñanza de su asignatura, de acuerdo a los planes y normas fijados por la respectiva Facultad.

- Establecer el plan de distribución de la enseñanza que le corresponda con los profesores adjuntos, de acuerdo con la reglamentación de la Facultad.

- Proyectar los programas de las asignaturas a su cargo (grado y postgrado).

- Dar conferencias o cursos intensivos en el local de la Facultad o en su nombre, fuera de ella.

- Colaborar en los trabajos de Investigación que se realicen en la Facultad.

- Tomar los exámenes establecidos por la Facultad.

- Desempeñar comisiones científicas, docentes, universitarias y culturales que le encomiende la Facultad o la Universidad.

En el caso particular de esta cátedra, el profesor titular desarrollará las siguientes actividades:

- La organización de reuniones periódicas de planificación y coordinación de las tareas de la cátedra.

- La programación de todo tipo de actividades tendientes a elevar el nivel y calidad de la enseñanza.

- Elaboración de material de apoyo para los cursos de grado y posgrado a su cargo.

- Elaborar los exámenes parciales y finales.

• Corrección de exámenes parciales y finales.

• Supervisión de la formación docente de los auxiliares alumnos.

• Dirigir del Laboratorio de Investigación de Señales y Dinámicas no Lineales.

• Dirigir el Laboratorio de Cómputo Avanzado.

• Colaborar con el Departamento de Matemática (DM).

• Cumplir las funciones que correspondan como Investigador Independiente de CONICET, perteneciente al Instituto de Bioingeniería y Bioinformática (UNER-CONICET) en calidad de Vicedirector.

• Dirigir los proyectos de investigación a su cargo, con subsidios de la UNER, CONICET y la ANPCyT. Esto incluye, entre otras, las siguientes actividades:

- Gestionar y administrar subsidios.
- Coordinar y dirigir las actividades de los distintos grupos involucrados (de la UNER y otras instituciones nacionales y extranjeras).
- Redactar artículos a ser evaluados por pares internacionales para ser publicados en revistas científicas internacionales o en congresos de la especialidad.
- Supervisar las tareas de tesis y becarios de grado y posgrado.
- Elaborar informes científicos, técnicos y económicos

• Dirigir tesis y becas de posgrado.

• Dirigir proyectos finales de la carrera de Bioingeniería.

• Dictar cursos de posgrado en la UNER y UNL (por convenios de colaboración científico-académica vigentes).

- Procesamiento Estadístico de Señales (Docente Responsable).
- Tópicos Selectos de Aprendizaje Maquinal (Docente Corresponsable).
- Análisis y Procesamiento Avanzado de Señales (Docente Corresponsable).

• Actuar como evaluador de:

- Revistas científicas internacionales.
- Tesis de posgrado de la UNER y otras UUNN.
- Trabajos científicos remitidos a congresos nacionales e internacionales de la especialidad.
- investigadores de instituciones nacionales e internacionales.
- Proyectos de investigación (FONCyT).

• Actuar en comisiones de evaluación de CONICET.

## 1. Los Profesores Adjuntos

De acuerdo al Estatuto de la Universidad, en su Art. 55º, tendrá las siguientes funciones y obligaciones:

• Colaborar con el titular en la enseñanza y organización de la asignatura.

• Colaborar con la elaboración de material de cátedra y exámenes, tanto finales como parciales.

• Colaborar con la corrección de exámenes finales y parciales.

• Colaborar con la formación de los recursos humanos de la cátedra.

• Reemplazar temporariamente al titular en caso de ausencia o vacancia.

• Desempeñar las mismas tareas establecidas para los titulares en lo que concierne a conferencias, investigación, exámenes y comisiones, en áreas de su especialidad.

En el caso particular de esta cátedra, los profesores adjuntos desarrollarán las siguientes actividades:

• Colaborar con la elaboración de material de apoyo para los cursos de grado y posgrado.

• Colaborar con la elaboración de los exámenes parciales y finales.

• Colaborar con la corrección de exámenes parciales y finales.

• Colaborar con la supervisión de la formación docente de los auxiliares alumnos.

• Colaborar con el Departamento de Matemática (DM).

• Cumplir las funciones que correspondan como Investigadores Asistentes de CONICET, pertenecientes al Instituto de Bioingeniería y Bioinformática (UNER-CONICET).

• Dirigir los proyectos de investigación a su cargo, con subsidios de la UNER, CONICET y/o ANPCyT. Esto incluye, entre otras, las siguientes actividades:

- Gestionar y administrar subsidios.

- Coordinar y dirigir las actividades de los distintos grupos involucrados (de la UNER y otras instituciones nacionales y extranjeras).

- Redactar artículos a ser evaluados por pares internacionales para ser publicados en revistas científicas internacionales o en congresos de la especialidad.

- Supervisar las tareas de tesis y becarios de grado y posgrado a su cargo.

• Dirigir tesis y becas de posgrado.

• Dirigir proyectos finales de la carrera de Bioingeniería.

• Dictar cursos de posgrado en la UNER y UNL (por convenios de colaboración científico-académica vigentes).

• Actuar como evaluadores de:

- Revistas científicas internacionales.

- Tesis de posgrado de la UNER y otras UUNN.

- Trabajos científicos remitidos a congresos nacionales e internacionales de la especialidad.

- investigadores de instituciones nacionales e internacionales.

## 2. Del Personal Docente Auxiliar (JTPs y auxiliares de docencia)

El Personal Docente Auxiliar cumplirá con las actividades de cátedra asignadas por el Profesor Titular o por los Profesores Adjuntos en función de su cargo y de su dedicación. Partiendo del hecho de que la función docente se aprende con su ejercicio, de acuerdo con la antigüedad y experiencia de cada uno de los docentes auxiliares, se van asignando tareas cada vez de mayor responsabilidad, bajo la supervisión de al menos un docente de mayor jerarquía.

Los auxiliares colaborarán en la comisión de práctica que le permitan sus horarios de cursado.

Según corresponda, estas actividades incluirán las siguientes:

• Desarrollar total o parcialmente de clases prácticas.

• Desarrollar total o parcialmente el repaso de la teoría correspondiente a la práctica de la semana.

• Seleccionar el material y presentar de propuestas para los TLC (auxiliares).

• Preparar y corregir los TLC (JTP).

• Supervisar de la actividad de los alumnos durante el desarrollo de las clases prácticas o de los TLC.

• Supervisar la actividad de los auxiliares alumnos (para los JTP).

• Presentar propuestas de exámenes parciales y finales, con sus correspondientes soluciones.

• Estar presentes durante la corrección de la parte práctica de los exámenes parciales y finales (para los auxiliares alumnos)

• Colaborar en la corrección de la parte práctica de los exámenes parciales y finales (para los JTP).

• Integrar de las mesas examinadoras (JTP).

• Llevar el control de asistencia con fines estadísticos.

• Atender las clases de consulta que le corresponda.

• Colaborar:

• Con el Departamento de Matemática, como miembro y/o como integrante de su Comisión Directiva, según corresponda.

• En las tareas de apoyo en su área de conocimiento a Proyectos de Investigación.

• En las tareas de extensión o gestión que le sean solicitadas por las autoridades de la Facultad.

Comisiones asignadas y cargas horarias de actividad de cátedra durante el dictado presencial

Teoría, coloquio y aplicaciones: Profesores titular y adjuntos

Clase 1 - comisión única: Martes 16:30 a 18:30 hs

Clase 2 - comisión única: Miércoles 16:30 a 18:30 hs

Práctica (Horarios tentativos a convenir con Secretaría Académica)

Comisión 1

- Miércoles 10:30 a 12:30 hs
- Jueves 11:00 a 13:00 hs

Comisión 2

- Miércoles 13:30 a 15:30 hs
- Jueves 15:30 a 17:30 hs

Comisión 3 (sólo en el primer cuatrimestre)

- Viernes 10:00 a 12:00 hs
- Viernes 13:30 a 15:30 hs

Horarios de consulta de Teoría y Aplicaciones (a convenir – 2 horas semanales/docente)

Horarios de consulta de Práctica (a convenir – 2 horas semanales/docente)

Reuniones de preparación y corrección de TLC (a convenir horario y lugar – 4 horas semanales/docente)

Horarios de consulta de TLC (a convenir – 4 horas semanales/docente)

Preparación de clases y material de apoyo (a convenir horario y lugar – 12 horas semanales/docente)

**Actividades de Investigación Gestión y Extensión:**

El Dr. Gastón Schlotthauer (Investigador Independiente CONICET) continuará con sus funciones de director del Laboratorio de Señales y Dinámicas No Lineales.

Hará lo propio también como director del Laboratorio de Cómputo Avanzado. Por su parte, el Dr. Schlotthauer es codirector de la tesis de doctorado del Bioing. Iván Zalazar, y responsable del curso de posgrado “Procesamiento Estadístico de Señales”, acreditable a la Maestría en Ingeniería Biomédica y al Doctorado en Ingeniería. Además el Dr. Schlotthauer es director de la beca doctoral CONICET del Bioing. Zalazar, director de la beca doctoral CONICET del Bioing. Joaquín Victorio Ruiz y codirector de la beca doctoral CONICET de la Bioing. Eugenia Soledad Muñoz Larrosa.

A su vez es director de Carrera de Investigador Conicet de los dres. Gabriel Alejandro Alzamendi, Marcelo Alejandro Colominas y Juan Felipe Restrepo Rinckoar.

En la actualidad es además director de la beca PID de la estudiante Micaela Levrino.

El Dr. Marcelo A. Colominas (Investigador Asistente CONICET) es director de la tesis de doctorado del Bioing. Joaquín Ruiz. Es además responsable del curso de posgrado “Análisis Tiempo-Frecuencia y Descomposición de Señales”, acreditable a la Maestría en Ingeniería Biomédica y al Doctorado en Ingeniería. El Dr. Colominas dirige al becario PID estudiante Joaquín Monti.

El Dr. Gabriel Alzamendi (Investigador Asistente CONICET) es director de la tesis de doctorado del Bioing. Iván Ariel Zalazar. También colabora con el Dr. Matías Zañartu en la dirección de los candidatos doctorales Ing. Emiro Ibarra y Lic. Jesús Parra en la carrera Doctorado en Ingeniería en la Universidad Técnica Federico Santa María (Chile).

El Bioing. Iván Zalazar (Becario CONICET) cursa su tercer año del doctorado en Ingeniería.

Los docentes además realizarán funciones en los proyectos de investigación, según su grado de participación (ya sea como director, codirector o integrante).

Proyectos de investigación vigentes:

PID-UNER 6224 “Análisis Tiempo-Frecuencia, Funciones de Forma de Onda y Métodos en Espacio de Estados: Teoría y Aplicaciones Biomédicas”.

Director: Marcelo A. Colominas. Codirector: Gabriel Alzamendi.

Integrantes pertenecientes a la cátedra: Gastón Schlotthauer, Iván Zalazar.

MONTO: \$ 239.545

PID-UNER 6228 ""Técnicas no lineales y de aprendizaje profundo aplicadas al procesamiento de señales biomédicas".

Director: Gastón Schlotthauer.

Integrantes pertenecientes a la cátedra: Marcelo A. Colominas, Gabriel Alzamendi, Iván Zalazar.

MONTO: \$ 239.846

PICT PICT-2020- SERIE A-01865 (AGENCIA I+D+i) "Métodos Avanzados para la Estimación Robusta de Sistemas: Desarrollo de Técnicas y Aplicaciones en Bioingeniería".

Director: Gastón Schlotthauer.

Integrantes pertenecientes a la cátedra: Marcelo A. Colominas, Gabriel Alzamendi, Iván Zalazar.

MONTO: \$ 4.400.771

PICT-2020- SERIE A-0180 (AGENCIA I+D+i) "Funciones de forma de onda, synchrosqueezing y descomposición de señales: teoría y aplicaciones biomédicas".

Director: Marcelo A. Colominas.

Integrantes pertenecientes a la cátedra: Gastón Schlotthauer.

MONTO: \$ 900.743

PIP (CONICET) "Métodos no convencionales para el procesamiento de señales biomédicas".

Director: Gastón Schlotthauer.

Integrantes pertenecientes a la cátedra: Marcelo A. Colominas, Gabriel Alzamendi, Iván Zalazar.

MONTO: \$ 1.186.250

STIC-AmSud "Advanced Signal Processing, Machine Learning and Modeling on Voice-related Problems".

Coordinador Internacional: Gastón Schlotthauer. Participan investigadores de Argentina, Brasil, Chile y Francia.

Integrantes pertenecientes a la cátedra: Marcelo A. Colominas, Gabriel Alzamendi, Iván Zalazar.

Proyectos de investigación en evaluación:

PIBAA (CONICET) "Descomposición de señales, funciones de forma de onda y synchrosqueezing:

desarrollos teóricos y aplicaciones biomédicas”.

Director: Marcelo A. Colominas.

Monto solicitado: \$ 292.500

PICT 2021 (AGENCIA I+D+i) Inferencia Bayesiana de la fonación humana: “Filtrado no lineal, fusión de sensores y modelado jerárquico alternante aplicados a la evaluación de la fisiopatología vocal”.

Director: Gabriel Alzamendi.

---

### **Requisitos de admisión para alumnos oyentes:**

Se admitirán alumnos oyentes siempre que la cantidad de alumnos regulares lo permita, teniendo en cuenta una adecuada relación docente/alumno que garantice la enseñanza/aprendizaje.

Para los alumnos de la carrera de Bioinformática de esta Facultad, se exigirán las siguientes condiciones:

Tener aprobadas las asignaturas

Cálculo vectorial

Física eléctrica

Introducción a la programación

Tener regularizadas:

Ecuaciones diferenciales

Biología celular y molecular

Ecuaciones diferenciales deberá estar aprobada para rendir el examen final.

Los alumnos de otras instituciones deberán acreditar conocimientos equivalentes a los exigidos a los alumnos regulares.

Los alumnos deberán inscribirse en alumnado en calidad de oyentes de la asignatura Funciones de Variable Compleja, dentro de los plazos de inscripción regulares establecidos por Dpto. Alumnado.

Dpto. Alumnado elevará un listado de los alumnos oyentes que cumplan los requisitos antes indicados.

No se harán excepciones en cuanto a las condiciones establecidas para cursar.

Los alumnos inscriptos y admitidos, conforme a lo dicho en los párrafos anteriores, tendrán los mismos derechos y obligaciones que los alumnos regulares, quedando bajo su responsabilidad el complementar los conocimientos de otras asignaturas requeridos para cumplir con los objetivos propuestos.

---

**Infraestructura, equipamiento y recursos necesarios:**

Se requiere pizarrones de tamaño adecuado (como aula 1, 2 o Magna) y en buenas condiciones.

Marcadores para pizarra blanca de buena calidad y de varios colores.

Cañón y computadora portátil para algunas clases.

La adquisición de libros indicados como "básicos" en la bibliografía, para la biblioteca, en cantidad necesaria para los alumnos y el cuerpo docente.

**Otros:**

En el caso del dictado virtual deberá garantizarse el acceso a internet de alta velocidad a los docentes de la asignatura, así como también notebooks y periféricos apropiados, como por ejemplo tabletas digitalizadoras.