PROGRAMA ANALÍTICO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO: CIENCIAS BÁSICAS

CARRERA: INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

PLAN DE ESTUDIO: 2023 VERSIÓN: 0

MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL

ORIENTACIÓN: NO POSEE

ASIGNATURA: VARIABLE COMPLEJA Y ECUACIONES DIFERENCIALES

CÓDIGO: 2612

DOCENTE RESPONSABLE:

NOMBRE	GRADO ACADÉMICO MÁXIMO	CARGO	DEDICACIÓN
Alba Lema	Ingeniera Química	Profesor Asociado	Exclusiva

EQUIPO DOCENTE:

NOMBRE	GRADO ACADÉMICO MÁXIMO	CARGO	DEDICACIÓN
Alba Lema	Ingeniera Química	Profesor Asociado	Exclusiva
Ana Borgarello	Doctora en Ciencias de la Ingeniería	Jefe de Trabajos Prácticos	Exclusiva
Javier Zizzias	Magister en Ingeniería	Profesor Adjunto	Exclusiva

AÑO ACADÉMICO: 2023

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria

RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: Cuatrimestral

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 2DO. CUATRIMESTRE DE 2DO. AÑO

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:

Aprobada	*Regular*
2401	2402
2404	-

DURACIÓN: 15 semanas

ASIGNACIÓN DE HORAS:

Carga horaria semanal: 6 h	Carga horaria total: 90 h	RTF: 6,75
Teóricas: 30 h	Prácticas: 60 h	Teórico-prácticas: … h

Distribución de las actividades de formación práctica	Resolución de problemas tipo	60 h
	Problemas de ingeniería	… h
	Laboratorio	… h
	Proyecto integrador	… h
	Trabajo de campo	… h
	Práctica socio-comunitaria	… h
	Práctica profesional	… h

FUNDAMENTACIÓN:

La asignatura Variable Compleja y Ecuaciones Diferenciales, se dicta para la carrera de grado Ingeniería en Energías Renovables y de acuerdo a la organización curricular, corresponde al ciclo básico y al área Matemática.
Esta asignatura cumple, con el propósito de afianzar al estudiante en el estudio y manejo de herramientas matemáticas conceptuales y procedimentales, formando parte del soporte matemático requerido para el abordaje de los fundamentos teóricos de las asignaturas en los ciclos superiores.
El programa está organizado en ejes temáticos que se basan en los contenidos mínimos establecidos en el plan de estudio de la carrera Ingeniería en Energías Renovables.
La primera parte, aborda el análisis de funciones complejas de variables real y compleja y se requiere tener regular Cálculo 2, ya que la propuesta para su desarrollo es, cuando sea posible, partir de los conocimientos análogos ya vistos en cálculo de variable real (una y/o varias variables), a los fines de entender las similitudes y diferencias del análisis complejo con el análisis real. Esto permitirá, además, comprender qué aspectos de la variable real quedan contenidos en la variable compleja, facilitando así una mejor comprensión del cálculo en general.
La segunda parte, se enfoca al estudio de las ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales, herramienta básica fundamental para el modelado y análisis de los sistemas dinámicos y fenómenos físicos de interés en las distintas ramas de la Ingeniería. Para su estudio se requiere que los estudiantes además de los conocimientos de análisis matemático requeridos para la primera parte, cuenten con conocimientos de espacios vectoriales, vectores y valores propios, resolución de sistemas de ecuaciones lineales, por lo cual se solicita tener aprobada Álgebra Lineal.
La tercera parte, corresponde al cálculo y utilización de Transformadas para abordar el estudio de las EDO lineales con condiciones iniciales, transformándolas en problemas algebraicos; y el estudio de las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales con condiciones de borde.
Con el fin de favorecer los procesos autónomos de aprendizaje y un mayor nivel de comprensión de los contenidos, se solicitará a los estudiantes la revisión previa de material de estudio, de modo de usar el espacio áulico para promover la discusión de conceptos teóricos involucrados y el aprendizaje de los procedimientos matemáticos requeridos. Con este fin, cada tema se introducirá con un problema y discusión del mismo; y a continuación se destacarán las herramientas teóricas requeridas para su resolución y análisis. La ejercitación y estudio de las posibles variantes de los problemas tipos se orientará a través de la Guía de Resolución de Ejercicios propuesta.

Como parte de este esquema metodológico, se utilizará un aula virtual, donde se publica el material de estudio propuesto. Se incluyen dos trabajos prácticos grupales orientados a generar el espacio de desarrollo de los ejes transversales.
El desarrollo de la asignatura pretende aportar a las competencias genéricas y específicas, adecuadas a la instancia de la carrera en que se encuentran los estudiantes y aspira que el estudiante pueda pensar conceptualmente, elaborar desarrollos analíticos para la adquisición de un conocimiento, abonar la capacidad de análisis, adquirir estrategias para resolver problemas y desplegar actitudes para el trabajo colaborativo a partir de los conocimientos adquiridos.
Finalmente, la evaluación se realiza durante el cursado, a partir de la corrección y discusión sobre actividades grupales e individuales, y en instancias de evaluación parcial sobre resolución de problemas y/o ejercicios.

COMPETENCIAS GENÉRICAS

A continuación, se listan las competencias genéricas que la asignatura se propone desarrollar, como así también sus capacidades asociadas y capacidades componentes

Competencia genérica	Capacidades asociadas	Capacidades componentes
1. Identificar, formular y resolver problemas	1.a. Capacidad para identificar y formular problemas.	1.a.2. Ser capaz de identificar y organizar los datos pertinentes al problema. 1.a.3. Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis.
	1.b. Capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada.	1.b.1. Ser capaz de generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado.
6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	6.a. Capacidad para identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas.	6.a.2. Ser capaz de proponer y/o desarrollar metodologías de trabajo acordes a los objetivos a alcanzar. 6.a 3. Ser capaz de respetar los compromisos (tareas y plazos) contraídos con el grupo y mantener la confidencialidad
7. Comunicarse con efectividad.	7.a. Capacidad para seleccionar las estrategias de comunicación en función de los objetivos y de los interlocutores y de acordar significados en el contexto de intercambio.	7.a.1. Ser capaz de adaptar las estrategias de comunicación a los objetivos comunicacionales, a las características de los destinatarios y a cada situación.
9. Aprender en forma continua y autónoma.	9.a. Capacidad para reconocer la necesidad de un aprendizaje continuo a lo largo de la vida	9.a.2. Ser capaz de asumir que la formación y capacitación continuas son una inversión.
	9.b. Capacidad para lograr autonomía en el aprendizaje.	9.b.3. Ser capaz de evaluar el propio aprendizaje y encontrar los recursos necesarios para mejorarlo.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

La asignatura realiza un aporte básico inicial a competencias específicas de la carrera que se detallan a continuación:

Actividades reservadas/Alcances	Competencias específicas
1. Diseñar, calcular y proyectar sistemas de transformación y uso de energías cuya fuente primaria es de origen renovable.	1. 1. Planificar, dirigir y ejecutar proyectos de ingeniería relacionados con sistemas de transformación y uso de energías cuya fuente primaria es de origen renovable.

PROPÓSITO GENERAL DE LA ASIGNATURA

A continuación, se describen los propósitos de la asignatura:

- Promover el reconocimiento y uso del análisis complejo y su diferenciación con análisis real.
- Desarrollar herramientas matemáticas en el campo del análisis complejo requeridas como soporte matemático al abordar temas del ciclo superior.
- Ofrecer elementos teóricos y metodológicos relativos a ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias y promover su aplicación al modelado de fenómenos físicos y leyes científicas interpretando las soluciones obtenidas.
- Desarrollar destreza operativa en métodos y técnicas analíticas para la solución de problemas de valor inicial y problemas con valores en la frontera.
- Promover la capacidad de análisis en la colección y organización de datos de modo que los estudiantes puedan establecer estrategias de resolución de problemas, como así también interpretar los resultados que se obtengan.
- Fomentar la valoración del lenguaje preciso y conciso de la matemática como organizador del pensamiento.
- Promover la tolerancia y el pluralismo de ideas, como requisitos necesarios, tanto para el debate matemático como para la participación de la vida en sociedad.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Luego del cursado y/o aprobación de la asignatura, se espera que los estudiantes logren los siguientes resultados de aprendizaje:

- Aplicar conceptos, resultados y métodos del análisis complejo, plasmando sus semejanzas y diferencias con el análisis real, resolviendo diversidad de problemas.
- Producir mapeos de funciones elementales complejas utilizando GeoGebra, con el fin de afianzar el conocimiento geométrico y analítico de las representaciones conforme y posibles aplicaciones.
- Aplicar la teoría básica de las funciones analíticas, así como las bases de la integración compleja, reconociendo su utilidad en la resolución de problemas.
- Aplicar los diferentes teoremas y sus consecuencias en la resolución de las integrales de línea en el campo complejo, analizando y comparando los resultados obtenidos.
- Utilizar propiedades de funciones analíticas, para describir sus series de potencias y regiones de convergencia, aplicando estos resultados al desarrollo de la teoría de residuos, mencionando los

distintos tipos de singularidades aisladas y aplicar este conocimiento al cálculo de integrales de línea.

- Utilizar ecuaciones diferenciales ordinarias para modelizar y resolver problemas de aplicación en física (mecánica y electromagnetismo) y mezcla de soluciones, seleccionando el método analítico pertinente y validando la solución con representaciones en GeoGebra.
- Aplicar ecuaciones diferenciales lineales en derivadas parciales para modelizar y resolver problemas sencillos vinculados a la ecuación del calor, de la onda y de Laplace, analizando luego las soluciones obtenidas.
- Utilizar la transformada de Laplace para resolver ecuaciones diferenciales lineales, ordinarias a coeficientes constantes reconociendo su importancia como herramienta práctica para la resolución y estudio de sistemas lineales.
- Utilizar las series y Transformadas de Fourier para interpretar y estudiar componentes armónicas de señales periódicas y no periódicas, reconociendo su importancia como herramienta práctica en el estudio de las ecuaciones diferenciales.
- Organizar el trabajo en equipo para mejorar las producciones, entendiendo el trabajo colaborativo y el pluralismo de ideas, como una herramienta potente para la resolución de problemas y la participación de la vida en sociedad.

CONTENIDOS

CONTENIDOS MÍNIMOS

De acuerdo al plan de estudio de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables que se dictan en nuestra facultad, los contenidos mínimos de la asignatura Variable Compleja y Ecuaciones Diferenciales, se detallan a continuación:

- Números complejos. Funciones. Continuidad. Diferenciabilidad. Analiticidad. Integración compleja. Fórmula integral de Cauchy. Series de Laurent. Singularidades aisladas, clasificación. Teorema del residuo. Problemas de valores iniciales y de fronteras; problemas de existencia de solución. Ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) de primer orden. EDO lineales de orden superior. Transformada de Laplace. Sistemas de EDO. Estabilidad. Series de Fourier. Ecuaciones en derivadas parciales. Ecuación del calor, de la onda y de Laplace. Transformada de Fourier.

CONTENIDOS ANALÍTICOS

Eje temático I: Variable Compleja

- <u>Unidad 1: Números complejos y el plano complejo.</u>

1.1 Números complejos y sus propiedades.
1.2 Plano complejo.
1.3 Forma polar de números complejos.
1.4 Potencia y raíces.
1.5 Conjunto de puntos en el plano complejo.

- Unidad 2: Funciones de variable compleja.

2.1 Definición. Dominio e imagen.
2.2 Límite y continuidad
2.3 Diferenciabilidad.
2.4 Ecuaciones de Cauchy-Riemann.
2.5 Funciones analíticas
2.6 Funciones armónicas
2.7 Funciones elementales.
2.8 Transformaciones complejas

- Unidad 3. Integración en el plano complejo.

3.1 Integración de funciones complejas de variable real.
3.2 Integrales de contorno.
3.3 Teorema de Cauchy y Cauchy-Goursat
3.4 Derivaciones del Teorema de Cauchy Goursat
3.4.1 Independencia del camino
3.4.2 Principio de la deformación de contornos
3.4.3 Integrales de contorno en dominios múltiplemente conexos
3.5 Fórmulas integrales de Cauchy

- Unidad 4. Series y Residuos.

4.1 Serie de potencias
4.2 Serie de Taylor.
4.3 Serie de Laurent.
4.4 Ceros
4.5 Singularidades aisladas: evitables, polos y esenciales
4.6 Teorema del residuo

Eje temático II: Ecuaciones Diferenciales

- Unidad 5: Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.

5.1 Introducción a las ecuaciones diferenciales y al modelado matemático.
5.2 Existencia y unicidad de soluciones para EDO de primer orden.
5.3 EDO a variables separables
5.4 Ecuaciones diferenciales exactas
5.5 Ecuaciones diferenciales lineales de primer orden
5.6 Aplicaciones

- Unidad 6: Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de orden superior.

6.1 Introducción a las EDO lineales de orden superior
6.2 Independencia lineal y el Wronskiano
6.3 Teoría de las EDO lineales homogéneas
6.4 EDOL homogéneas con coeficientes constantes
6.5 Análisis del movimiento oscilatorio
6.6 EDO no homogéneas y el método de coeficientes indeterminados
6.7 Método de variación de parámetros

6.8 Oscilaciones forzadas y resonancia
6.9 Aplicaciones.

- Unidad 7: Sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.

7.1 Introducción a los sistemas de EDO lineales de primer orden
7.2 Sistemas de EDO lineales homogéneos.
7.3 Sistemas de EDO lineales no homogéneos.
7.4 Método de los coeficientes indeterminados.
7.5 Método de variación de parámetros
7.6 Aplicaciones.

- Unidad 8: Estabilidad de sistemas autónomos.

8.1 EDO autónoma de 1° orden. Puntos críticos y estabilidad.
8.2 Sistemas autónomos de primer orden. Puntos de equilibrio, soluciones y estabilidad
8.3 Sistemas autónomos de primer orden lineales.
8.4 Clasificación de los puntos críticos, análisis de estabilidad y plano de fase
8.5 Linealización y estabilidad local
8.6 Aplicaciones.

- Unidad 9: Series de Fourier.

9.1 Funciones Periódicas y Series Trigonométricas
9.2 Series de Fourier
9.3 Convergencia de la Serie de Fourier
9.4 Cálculo de los coeficientes de la Serie de Fourier
9.5 Funciones pares e impares.
9.6 Desarrollo en Series senos y cosenos
9.7 Resolución de EDO con funciones de excitación periódicas

- Unidad 10: Problemas con valores en la frontera y Ecuaciones en derivadas parciales.

10.1 Ecuaciones diferenciales ordinarias y problemas con valores en la frontera. Aplicaciones
10.2 Introducción a las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.
10.3 La ecuación del calor
10.4 La ecuación de la onda
10.5 La ecuación de Laplace

Eje temático 3: Transformadas Integrales

- Unidad 11: Transformada de Laplace.

11.1 Definición de transformada de Laplace.
11.2 Condiciones suficientes para la existencia de la T de L
11.3 Función escalón unitario
11.4 La función delta de Dirac
11.5 Cálculo de transformadas de Laplace de funciones simples

11.6 Teoremas de traslación
11.7 Transformada de Laplace de derivadas
11.8 Transformada inversa de Laplace
11.8.1 Fórmula de inversión compleja
11.8.2 Propiedades de la transformada inversa. Producto convolución
11.8.3 Funciones racionales: expansión en fracciones simples
11.9 Aplicaciones a la resolución de PVI, PVF para EDO, sistemas LTI y PVF para EDDP

- Unidad 12: Transformada de Fourier.

12.1 De la serie de Fourier a la Transformada de Fourier.
12.2 Propiedades y transformadas de funciones elementales
12.3 Transformada inversa de Fourier
12.4 Aplicaciones en Ingeniería.

Eje transversal 1: Abordaje de la práctica operacional y resolutiva de ejercicios

- Interpretación de consignas.
- Identificación de conceptos, ideas y datos claves.
- Organización del pensamiento matemático.
- Procedimientos en el cálculo operacional
- Identificación y validación de resultados.

Eje transversal 2: Comunicación efectiva

- Argumentación de ideas, vinculadas a preguntas, respuestas, procedimientos, etc.
- Articulación entre lenguaje escrito, gráfico y matemático.
- Elaboración de informes de trabajos prácticos.
- Uso de herramientas tecnológicas para la comunicación.

Eje transversal 3: Aspectos para el desempeño individual y/o para el trabajo en equipo

- Claridad en la resolución de problemas y en la presentación de trabajos.
- Construcción de acuerdos en el trabajo en equipo y respeto de los mismos

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE

Del análisis de los ejes temáticos y con el fin de favorecer los procesos autónomos de aprendizaje y un mayor nivel de comprensión de los contenidos, se implementarán las siguientes formas metodológicas:

Clase invertida

Esta modalidad, permitirá modificar el rol tradicional del estudiante (receptor pasivo de contenidos) y propiciar que éste se involucre directamente en su propio aprendizaje. Incluye el diseño y elaboración de vídeos con contenido teórico-práctico por parte de los docentes, el uso del aula virtual, la utilización de cuestionarios en línea y muros virtuales de comunicación.

Previo a cada clase se propone la revisión de material teórico en forma de texto o video, puesto a disposición en el aula virtual, de modo que, en los encuentros presenciales, los estudiantes asistan habiendo consultado y analizado el material específico indicado por los docentes.

Clase expositiva

Se introducirá cada clase con una presentación de fundamentos teóricos referidos a cada tema, y requeridos para la posterior resolución de problemas. Esta exposición se realizará haciendo énfasis en los aspectos que resulten más complejos para los estudiantes, promoviendo su participación activa y motivando el interés para continuar el aprendizaje de manera independiente.

Resolución de ejercicios y problemas

Con el propósito de entrenar la habilidad para interpretar consignas y emplear correctamente las técnicas y herramientas estudiadas, es que se propone trabajar en la resolución de ejercicios relativos a cada uno de los temas, en base a guías de ejercicios confeccionadas por los docentes. La resolución de ejercicios y problemas de manera independiente favorece además la apropiación de los conceptos y procedimientos estudiados.

Trabajo colaborativo

Se propiciará durante la clase, el trabajo colaborativo entre los estudiantes durante el abordaje de la resolución de los ejercicios propuestos, con el fin de favorecer el intercambio de ideas y argumentaciones, contando con la permanente tutoría del equipo docente y reforzándose, cuando se requiera, los conceptos y procedimientos involucrados mediante intervenciones en la pizarra por parte de los docentes.

Trabajos prácticos grupales

La propuesta de Trabajos Prácticos grupales, implica investigación, diseño, implementación de los conocimientos teóricos y procedimentales, como así también propiciar el desempeño y la comunicación efectiva en grupos de trabajo.
Estas actividades son presentadas en clase y se desarrollan por fuera del horario de clase. La formación de los grupos se realiza a través de un muro virtual y los docentes guían el trabajo habilitando una consulta obligatoria para tal fin donde, además, cada grupo deberá mostrarse el estado de avance.
Cada una de estas actividades incluye una entrega que implica la puesta en práctica de distintas habilidades de comunicación, utilización de las TIC´s y adecuación a los plazos de entrega.
La modalidad de la presentación de los Trabajos Prácticos es diferente. El primer trabajo práctico, se corresponde con el eje temático 1 y permite entre otras cosas, adquirir mayor destreza en el uso de GeoGebra, y en el mapeo de funciones complejas, la presentación del mismo, se corresponde con la elaboración de un informe escrito. El segundo trabajo práctico, vinculado a las dos primeras unidades del segundo eje temático, (Unidades 5 y 6), tiene una modalidad de presentación grupal expositiva y presencial.
Se espera que estas prácticas, sumadas al trabajo en clase y al estudio por parte de los estudiantes fuera del aula, permitan alcanzar los objetivos de aprendizaje propuestos.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La asignatura incluye diferentes actividades evaluativas que en su conjunto contribuyen a la formación del estudiante en los temas específicos de la asignatura y en el desarrollo de las competencias genéricas y específicas incluidas en este programa. A continuación, se describen las diferentes modalidades evaluativas desarrolladas:

- **Durante el cursado**

Trabajos prácticos grupales

Con esta modalidad, se evalúa el último ítem de la segunda unidad (2.7 Transformaciones complejas) y las dos primeras unidades del segundo eje temático (Ecuaciones de primer orden y Ecuaciones lineales de segundo orden).
La realización de los trabajos prácticos, es una tarea grupal, que se desarrolla durante el cursado y consiste en trabajos creativos que implican: investigación, diseño, implementación de conocimientos teóricos y validación del producto generado, como así también propician la comunicación efectiva y el desempeño en grupos de trabajo.
Las consignas de cada trabajo práctico, son establecidas por la cátedra, como así también los plazos de entrega y/o presentación según corresponda.
La evaluación de estas tareas la realizarán los integrantes de la cátedra de acuerdo a una rúbrica, donde se considera la participación activa de cada estudiante durante el desarrollo de la actividad, la investigación o desarrollo realizado, la aplicación de técnicas, herramientas y conceptos necesarios para la resolución, la interpretación de resultados y la elaboración de conclusiones, las representaciones gráficas realizadas, así como la correcta comunicación del producto final.
La revisión y devolución a los estudiantes por parte de los docentes se realizará en un plazo no mayor a una semana. En caso que la producción presentada, no se ajuste a lo requerido para su aprobación, el grupo deberá modificar el trabajo de acuerdo a lo requerido por el docente, dentro de un nuevo plazo estipulado.

Exámenes parciales escritos

Se administrarán 2 exámenes parciales, el primero, enfocado a evaluar la mayor parte del primer eje temático, mientras que el segundo examen parcial, corresponderá a la evaluación de las unidades 7, 8, 9 y 10 correspondientes al segundo eje temático.
Cada examen parcial, consiste en una evaluación escrita de carácter teórico práctico, conformada por ejercicios prácticos de resolución y análisis de problemas conceptuales del tipo de los realizados en las guías de clase, sin centrar la evaluación de los conceptos teóricos en la reproducción de demostraciones. Se dispondrá de un tiempo no mayor a tres horas y para su valoración se considerará la interpretación de la consigna, el planteo matemático, el desarrollo procedimental, la validez y correcta fundamentación de los resultados obtenidos. Se realizará la corrección y devolución a los estudiantes por parte de los docentes en un plazo no mayor a siete días, pudiendo incluir en algunos casos discusión de resultados en clase.
En caso de no obtener el puntaje requerido en la evaluación parcial, se podrá acceder a la instancia de recuperación prevista para cada parcial.

Coloquio oral de promoción

Aquellos estudiantes que estén en condiciones de aspirar a la promoción de la materia, deberán acceder a una evaluación oral inmediatamente después de finalizado el cursado. Esta evaluación consiste en la defensa oral e individual del Trabajo Práctico N°3 (TP N°3), que consiste en una propuesta de resolución individual de ejercicios o problemas personalizados, vinculado al último eje temático (las dos últimas unidades). El TP N°3, será asignado al estudiante 48 horas antes del coloquio y durante el mismo, el estudiante expondrá la resolución realizada. Además, deberá desarrollar contenidos teóricos y conceptuales correspondientes a los tres ejes temáticos de la materia y responder preguntas que le realice el docente de índole conceptual o procedimental.

- **Exámenes Finales**

Los estudiantes que se presenten para ser evaluados en un examen final pueden revestir la condición de libres o regulares, en ambos casos el examen final constará de dos instancias de evaluación: la primera escrita y que debe ser aprobada para acceder a la segunda, de carácter oral.

Examen escrito

Consiste en una evaluación escrita de naturaleza teórico práctico, conformada por ejercicios prácticos de resolución y análisis de problemas conceptuales del tipo de los realizados en las guías de clase, sin centrar la evaluación de los conceptos teóricos en la reproducción de demostraciones. Se dispondrá de un tiempo no mayor a tres horas y para su valoración se considerará la interpretación de la consigna, el planteo matemático, el desarrollo procedimental, la validez y la correcta fundamentación de los resultados obtenidos. Se realizará la corrección y devolución a los estudiantes por parte de los docentes en un plazo no mayor a 48 horas.
Se diferenciará el examen escrito según sea la condición del estudiante: *Regular o Libre*: el *Examen escrito Libre,* tendrá 2 ejercicios adicionales, vinculados a mapeo de funciones (2.7) y a las unidades 5 y 6, temas que han sido evaluados en los trabajos prácticos grupales 1 y 2.

Coloquio oral

Aprobado el examen escrito previo, el estudiante deberá presentarse al coloquio oral. Durante esta evaluación, el estudiante deberá responder preguntas que realicen los docentes y desarrollar contenidos teóricos, conceptuales y procedimentales correspondientes a los tres ejes temáticos de la materia.

FORMACIÓN PRÁCTICA

Actividad	Eje	Tema	Tipo	Entrega y Evaluación
Guía de resolución de ejercicios N°1	1	Unidad 1 Números complejos	Resolución de ejercicios y/o problemas	Sin entrega y evaluable a través del primer parcial
Guía de resolución de ejercicios N°2	1	Unidad 2 Funciones de variable compleja	Resolución de ejercicios y/o problemas	Sin entrega y evaluable a través del primer parcial y del TP N°2
***Trabajo Práctico 1* (TPN°1)**	1	Unidad 2 2.7. Transformaciones complejas	Propuesta abierta de investigación y diseño	Elaboración de un informe de presentación evaluable.

Guía de resolución de ejercicios N°3	1	Unidad 3 Integración en el plano complejo.	Resolución de ejercicios y/o problemas	Sin entrega y evaluable a través del primer parcial.
Guía de resolución de ejercicios N°4	1	Unidad 4 Series de potencias y singularidades aisladas.	Resolución de ejercicios y/o problemas	Sin entrega y evaluable a través del primer parcial.
Guía de resolución de ejercicios N°5	2	Unidad 5 Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.	Resolución de ejercicios y/o problemas	Sin entrega y evaluable a través del TP N°2.
Guía de resolución de ejercicios N°6	2	Unidad 6: Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de orden superior.	Propuesta de diseño, investigación y modelado	Sin entrega y evaluable a través del TP N°2.
Trabajo Práctico 2 **(TPN°2)**	2	Unidades 5 y 6 5.7 Aplicaciones 6.7 Aplicaciones	Resolución de ejercicios y/o problemas	Elaboración de un informe de presentación evaluable.
Guía de resolución de ejercicios N°7	2	Unidad 7: Sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales	Resolución de ejercicios y/o problemas	Sin entrega y evaluable a través del segundo parcial
Guía de resolución de ejercicios N°8	2	Unidad 8: Estabilidad de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.	Resolución de ejercicios y/o problemas	Sin entrega y evaluable a través del segundo parcial
Guía de resolución de ejercicios N°9	2	Unidad 9: Series de Fourier.	Resolución de ejercicios y/o problemas	Sin entrega y evaluable a través del segundo parcial
Guía de resolución de ejercicios N°10	2	Unidad 10: Problemas con valores en la frontera y Ecuaciones en derivadas parciales.	Resolución de ejercicios y/o problemas	Sin entrega y evaluable a través del segundo parcial
Guía de resolución de ejercicios N°11	3	Unidad 11: Transformada de Laplace	Resolución de ejercicios y/o problemas	Sin entrega y evaluable a través del TP N°3
Guía de resolución de ejercicios N°12	3	Unidad 12: Transformada de Fourier	Resolución de ejercicios y/o problemas	Sin entrega y evaluable a través del TP N°3
Trabajo Práctico 3 **(TPN°3)**	3	Unidad 11: 11.6 Aplicaciones Unidad 12: 12.5 Aplicaciones	Propuesta de diseño, investigación, modelado y análisis de soluciones	Elaboración de un informe de presentación y exposición oral del mismo, evaluable en coloquio de promoción.

PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS E INCLUSIVOS

A partir del año 2023, se da inicio a una propuesta pedagógica innovadora que queda plasmada en el trabajo práctico N° 1 y 2. Están orientados a que el estudiante desarrolle los conocimientos de la matemática que permiten describir y analizar la geometría plana a través de las transformaciones conforme, como así también, estudiar las soluciones de las EDO de primer orden, a partir de su aplicación a la resolución de problemas reales. La propuesta induce a implicar activamente a los estudiantes en el aprendizaje de temas del primer y segundo eje temático, como así también conectar este aprendizaje con la vida real.

La innovación de la propuesta radica en orientar el aprendizaje a través de la utilización del software GeoGebra, visualizando las transformaciones conforme para diversos dominios, como así también visualizar a través de GeoGebra la respuesta de sistemas físicos, modelados a partir de las EDO de 1° orden.

En la medida que el aprendizaje se concrete, el estudiante incorporará conceptos y desarrollará habilidades necesarias para los restantes contenidos de la asignatura. De esta manera, el abordaje de los temas posteriores, muchos de ellos, nutridos de interpretaciones geométricas y aplicaciones geométricas, sería favorecido por el aprendizaje realizado, el conocimiento adquirido y el adiestramiento en el manejo de graficadores, allanando el camino para los nuevos aprendizajes.

CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES, PARCIALES y ACTIVIDADES DE FORMACIÓN PRÁCTICA

Semana	Fecha	Temas a desarrollar
1	Martes 15/08	*Presentación de la materia, metodología de trabajo, cronograma y bibliografía disponible.* **Unidad 1: Números complejos y el plano complejo** 1.1 Números complejos y sus propiedades. 1.2 Plano complejo. 1.3 Forma polar de números complejos. Resolución de Ejercicios Guía 1
	Miércoles 16/08	**Unidad 1 Números complejos y el plano complejo** 1.4 Potencia y raíces. Resolución de Ejercicios Guía 1
	Jueves 17/08	**Unidad 1 Números complejos y el plano complejo** 1.5 Conjunto de puntos en el plano complejo. Resolución de Ejercicios Guía 1
2	Martes 22/08	**Unidad 2 Funciones de variable compleja** 2.1 Definición. Dominio e imagen. 2.2 Límite y continuidad 2.3 Diferenciabilidad. Resolución de Ejercicios Guía 2
	Miércoles 23/08	**Unidad 2 Funciones de variable compleja** 2.4 Ecuaciones de Cauchy-Riemann. 2.5 Funciones analíticas 2.6 Funciones armónicas Resolución de Ejercicios Guía 2
	Jueves 24/08	*Presentación del TP N°1. Transformaciones complejas. Armado de grupos* **Unidad 2 Funciones de variable compleja** 2.7 Funciones elementales 2.8 Transformaciones complejas Resolución de Ejercicios Guía 2
3	Martes 29/08	**Unidad 3. Integración en el plano complejo.** 3.1 Integración de funciones complejas de variable real.

		3.2 Integrales de contorno. Resolución de Ejercicios Guía 3
	Miércoles 30/08	**Unidad 3. Integración en el plano complejo.** 3.3 Teorema de Cauchy y Cauchy-Goursat 3.4 Derivaciones del Teorema de Cauchy Goursat 3.4.1 Independencia del camino Resolución de Ejercicios Guía 3
	Jueves 31/08	**Unidad 3. Integración en el plano complejo.** 3.4.2 Principio de la deformación de contornos 3.4.3 Integrales de contorno en dominios múltiplemente conexos 3.5 Fórmulas integrales de Cauchy Resolución de Ejercicios Guía 3

4	Martes 05/09	*Entrega del TP N°1. Transformaciones complejas.* **Unidad 4. Series y Residuos.** 4.1 Serie de potencias 4.2 Serie de Taylor. Resolución de Ejercicios Guía 4
	Miércoles 06/09	**Unidad 4. Series y Residuos.** 4.3 Serie de Laurent. 4.4 Ceros Resolución de Ejercicios Guía 4
	Jueves 07/09	**Unidad 4. Series y Residuos.** 4.5 Singularidades aisladas: evitables, polos y esenciales 4.6 Teorema del residuo Resolución de Ejercicios Guía 4

5	Martes 12/09	**Unidad 5: Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.** 5.1 Introducción a las ecuaciones diferenciales y al modelado matemático 5.2 Existencia y unicidad de soluciones para EDO. Resolución de Ejercicios Guía 5
	Miércoles 13/09	**Unidad 5: Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.** 5.3 EDO a variables separables 5.4 Ecuaciones diferenciales exactas 5.5 Ecuaciones diferenciales lineales de primer orden Resolución de Ejercicios Guía 5
	Jueves 14/09	**Unidad 5: Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.** 5.6 Aplicaciones Resolución de Ejercicios Guía 5

6	Martes 19/09	**PRIMER PARCIAL. Unidades 1, 2, 3 y 4.**

Miércoles 20/09	**Unidad 5: Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.** 5.6 Aplicaciones Resolución de Ejercicios Guía 5
Jueves 21/09	**DÍA DEL ESTUDIANTE. Asueto estudiantil**

	Martes 26/09	*Presentación del TP N°2. EDO de primer orden. EDOL de segundo orden. Armado de grupos* **Unidad 6: Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de orden superior.** 6.1 Introducción a las EDO lineales de orden superior 6.2 Independencia lineal y el Wronskiano 6.3 Teoría de las EDO lineales homogéneas Resolución de Ejercicios Guía 6
7	Miércoles 27/09	**Unidad 6: Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de orden superior.** 6.4 EDOL homogéneas con coeficientes constantes 6.5 Análisis del movimiento oscilatorio Resolución de Ejercicios Guía 6
	Jueves 28/09	**Unidad 6: Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de orden superior.** 6.6 EDO no homogéneas y el método de coeficientes indeterminados 6.7 Método de variación de parámetros Resolución de Ejercicios Guía 6

	Lunes 02/10	**RECUPERATORIO PRIMER PARCIAL - Unidades: 1, 2, 3 y 4**
8	Miércoles 04/10	**Unidad 6: Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de orden superior.** 6.8 Oscilaciones forzadas y resonancia 6.9 Aplicaciones. Resolución de Ejercicios Guía 6
	Jueves 05/10	**Unidad 7: Sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.** 7.1 Sistemas lineales y matrices 7.2 Sistemas de EDO lineales homogéneos. Método de los valores propios Resolución de Ejercicios Guía 7

9	Martes 10/10	**Unidad 7: Sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.** 7.3 Sistemas de EDO lineales no homogéneos. 7.3.1 Método de los coeficientes indeterminados. Resolución de Ejercicios Guía 7

Miércoles 11/10	**Unidad 7: Sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.** 7.3.2 Método de variación de parámetros 7.4 Aplicaciones. Resolución de Ejercicios Guía 7
Jueves 12/10	**Unidad 8: Estabilidad de sistemas autónomos.** 8.1 EDO autónoma de 1° orden. Puntos críticos y estabilidad. 8.2 Sistemas autónomos de primer orden. Puntos de equilibrio, soluciones y estabilidad. 8.3 Sistemas autónomos de primer orden lineales. Resolución de Ejercicios Guía 8

	Martes 17/10	*Entrega del TP N°2. EDO de primer orden. EDOL de segundo orden* **Unidad 8: Estabilidad de sistemas autónomos.** 8.4 Clasificación de los puntos críticos, análisis de estabilidad y plano de fase Resolución de Ejercicios Guía 8
10	Miércoles 18/10	**Unidad 8: Estabilidad de sistemas autónomos.** 8.5 Linealización y estabilidad local 8.6 Aplicaciones Resolución de Ejercicios Guía 8
	Jueves 19/10	**Unidad 9: Series de Fourier.** 9.1 Funciones Periódicas y Series Trigonométricas 9.2 Series de Fourier 9.3 Convergencia de la Serie de Fourier Resolución de Ejercicios Guía 9

Martes 24/10	**Unidad 9: Series de Fourier.** 9.4 Cálculo de los coeficientes de la Serie de Fourier 9.5 Funciones pares e impares. 9.6 Desarrollo en Series senos y cosenos Resolución de Ejercicios Guía 9
Miércoles 25/10	**Unidad 9: Series de Fourier.** 9.7 Resolución de EDO con funciones de excitación periódicas Resolución de Ejercicios Guía 9
Jueves 26/10	**Unidad 10: Problemas con valores en la frontera y Ecuaciones en derivadas parciales.** 10.1 Problemas con valores en la frontera EDO Resolución de Ejercicios Guía 10

12	Martes 31/10	**Unidad 10: Problemas con valores en la frontera y Ecuaciones en derivadas parciales.** 10.2 Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales 10.3 La ecuación del calor Resolución de Ejercicios Guía 10

Miércoles 1/11	**Unidad 10: Problemas con valores en la frontera y Ecuaciones en derivadas parciales.** 10.4 La ecuación de la onda Resolución de Ejercicios Guía 10
Jueves 2/11	**Unidad 10: Problemas con valores en la frontera y Ecuaciones en derivadas parciales.** 10.5 La ecuación de Laplace Resolución de Ejercicios Guía 10

13	Martes 7/11	**Unidad 11: Transformada de Laplace.** 11.1 Definición de transformada de Laplace. 11.2 Condiciones suficientes para la existencia de la T de L 11.3 Función escalón unitario 11.4 La función delta de Dirac Resolución de Ejercicios Guía 11
	Miércoles 8/11	**Unidad 11: Transformada de Laplace.** 11.5 Cálculo de transformadas de Laplace de funciones simples 11.6 Teoremas de traslación 11.7 Transformada de Laplace de derivadas Resolución de Ejercicios Guía 11
	Jueves 9/11	**SEGUNDO PARCIAL. Unidades 7, 8, 9 y 10.**

14	Martes 14/11	**Unidad 11: Transformada de Laplace.** 11.8 Transformada inversa de Laplace 11.8.1 Fórmula de inversión compleja 11.8.2 Propiedades de la transformada inversa. Producto convolución 11.8.3 Funciones racionales: expansión en fracciones simples Resolución de Ejercicios Guía 11
	Miércoles 15/11	**Unidad 11: Transformada de Laplace.** 11.9 Aplicaciones a la resolución de PVI, PVF para EDO y sistemas LTI Resolución de Ejercicios Guía 11
	Jueves 16/11	**Unidad 11: Transformada de Laplace.** 11.9 Aplicaciones a la resolución de PVF para EDDP Resolución de Ejercicios Guía 11

15	Martes 21/11	**Unidad 12: Transformada de Fourier.** 12.1 De la serie de Fourier a la Transformada de Fourier.

		12.2 Propiedades y transformadas de funciones elementales Resolución de Ejercicios Guía 12
	Miércoles 22/11	**Unidad 12: Transformada de Fourier.** 12.3 Transformada inversa de Fourier 12.4 Aplicaciones en Ingeniería Resolución de Ejercicios Guía 12
	Jueves 23/11	**RECUPERATORIO SEGUNDO PARCIAL. Unidades 7, 8, 9 y 10.**
	Martes 28/11	**COLOQUIOS DE PROMOCIÓN**
16	Miércoles 29/11	**COLOQUIOS DE PROMOCIÓN**
	Jueves 30/11	**COLOQUIOS DE PROMOCIÓN**

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN BÁSICAS Y DE CONSULTA ESPECIFICANDO EL EJE TEMÁTICO DE LA ASIGNATURA:

Básica

TÍTULO	Autores	Año, Edición, Editorial	Ejemplares disponibles	Eje temático		
				1	2	3
INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS COMPLEJO CON APLICACIONES	Zill, Dennis G. Shanahan, Patrick D.	2011. 2° edición Cengage Learning Australia	10	X		
VARIABLE COMPLEJA Y APLICACIONES.	R. V.Churchill, B. J. Ward.	2004. 1° edición Mc Graw Hill - México	10	X		
MATEMÁTICAS AVANZADAS PARA INGENIERÍA	Peter V. O´Neal	2005. 5° edición. Thompson Learning México	Disponible en la cátedra	X	X	X
ECUACIONES DIFERENCIALES ELEMENTALES Y PROBLEMAS CON CONDICIONES EN LA FRONTERA	C.H. Edwards y D.E. Penney	1993. 3° edición Prentice Hall - México	20		X	X
ECUACIONES DIFERENCIALES Y PROBLEMAS CON VALORES EN LA FRONTERA : CÓMPUTO Y MODELADO	C.H. Edwards y D.E. Penney	2009. 4° edición Prentice Hall - México	12		X	X
ECUACIONES DIFERENCIALES	C.H. Edwards y D.E. Penney	2001. 2°/4° edición Prentice Hall - México	17		X	X
ECUACIONES DIFERENCIALES CON APLICACIONES DE MODELADO	Zill, Dennis G.	2009. 6°/9° edición Cengage - México	14		X	X
ECUACIONES DIFERENCIALES: TEORÍA, TÉCNICA Y PRACTICA	Simmons, George F. Krantz, Steven G.	2007. 1° edición Mc. Graw-Hill. México	2		X	X

NOTAS DE CLASE				X	X	X

De consulta

Título	Autores	Año, Edición, Editorial	Ejemplares disponibles	Eje temático		
				1	2	3
VARIABLE COMPLEJA : RESOLUCION DE PROBLEMAS Y APLICACIONES	Angulo, Juan Carlos	2012. 1° edición Paraninfo - Madrid	2	X		
ECUACIONES DIFERENCIALES APLICADAS	Spiegel, Murray Ralph	1993. 3° edición Prentice Hall - México	12		X	X
ECUACIONES DIFERENCIALES: CON APLICACIONES Y NOTAS HISTÓRICAS	Simmons, George F. Robertson, John S.	1993. 1° edición Mc. Graw-Hill. México	2		X	X
ECUACIONES DIFERENCIALES: UNA INTRODUCCIÓN MODERNA	Ricardo, Henry	2008. 1° edición Reverte Barcelona	1		X	X

HORARIOS DE CLASES

Profesoras: ***Ana Borgarello – Javier Zizzias - Alba Lema***

Horarios clase	Martes	Miércoles	Jueves
	de 14 hs. a 16 hs.	de 14 hs. a 16 hs.	de 14 hs. a 16 hs.
Aulas	Au105 Pabellón 2	Aula 3 Pabellón 5	Aula 106 Pabellón 2

HORARIO Y LUGAR DE CONSULTAS

Horario	*Profesora*	*Lugar*
Martes de 8:.00 hs a 10:00 hs	Ana Borgarello	Oficina 18 - DTQ
Viernes de 10:00 hs a 12:00 hs.	Alba Lema	Laboratorio de Física
Lunes de 14:00 hs a 16:00 hs.	Javier Zizzias	Oficina 4 - Facultad

AULA VIRTUAL:

Código del Classroom abyaf5f

REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN

Las condiciones requeridas para alcanzar ya sea la condición regular como promocional se ajustan a lo establecido en el anexo I de la Res. CS. N° 120/17 y a la Res. CD N° 138/18, Res. CD N° 121/19 y Res. CD N° 259/22, estableciéndose los siguientes requisitos:

***Requisitos generales*:**

Las condiciones requeridas para alcanzar ya sea la condición regular como promocional se ajustan a lo establecido en el anexo I de la Res. CS. N° 120/17 y a la Res. CD N° 138/18, Res. CD N° 121/19 y Res. CD N° 259/22. Los estudiantes regulares o libres, deberán rendir un examen final. El mismo consta de un examen escrito que se aprueba con una nota igual o superior a cinco. De aprobarse el examen escrito, se continua con un coloquio oral, que se aprueba con una nota igual o superior a cinco. La nota del examen final, corresponderá al promedio del examen escrito y el coloquio. Aquellos estudiantes que se anoten para rendir el examen final en condición de libre, deberán resolver un ejercicio o problema adicional, vinculado a la temática de los Trabajos Prácticos 1 y 2.

***Requisitos para alcanzar la regularidad*:**

Para acceder a la regularidad de la materia, es requisito obtener en cada evaluación (Trabajos Prácticos y Parciales) o en su recuperación una nota igual o superior a 5 (cinco).

***Requisitos para alcanzar la promoción*:**

Los estudiantes que habiendo logrado en los parciales o en sus instancias recuperatorias, notas iguales o superiores a 5 (cinco), con un promedio entre ambas, igual o superior a 7 (siete), y que además hayan aprobado los Trabajos Prácticos, podrán acceder al coloquio oral, cuya aprobación significará la promoción de la materia. La nota final, será un promedio de todas las notas obtenidas. Si el coloquio no es aprobado, el estudiante quedará con la condición de regular

***Instancias de evaluación previstas*:**

- Trabajos Prácticos
- Exámenes Parciales.
- Recuperatorios.
- Coloquio Oral de Promoción.
- Exámenes Finales.

CARACTERÍSTICAS Y MODALIDAD DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS, INCLUYENDO EXAMEN FINAL, ESTABLECIENDO TIEMPOS DE CORRECCIÓN DE LAS MISMAS Y LA DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES

- **Durante el cursado**

EXÁMENES PARCIALES				
INSTANCIA EVALUATIVA	**CARACTERÍSTICAS**	**MODALIDAD**	**TIEMPO DE CORRECCIÓN**	**TIEMPO DE DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES**
Trabajo Práctico 1	Práctico	Escrito	2 semanas	2 semanas
Primer Parcial	Teórico-Práctico	Escrito	1 semana	1 semana
Primer Recuperatorio	Teórico-Práctico	Escrito	1 semana	1 semana
Trabajo Práctico 2	Práctico	Oral	2 semanas	En simultáneo
Segundo Parcial	Teórico-Práctico	Escrito	1 semana	1 semana
Segundo Recuperatorio	Teórico-Práctico	Escrito	1 semana	1 semana
Trabajo Práctico 3	Práctico	Oral	En simultáneo	En simultáneo
Coloquio Oral de Promoción	Teórico	Oral	En simultáneo	En simultáneo

- **Exámenes Finales**

EXAMENES FINALES	
Alumnos en condición regular	
CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD
Teórico-práctico. Ejes Temáticos 1, 2 y 3 Unidades 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11 y 12	Escrito
Teórico (Examen escrito aprobado)	Oral
Alumnos en condición libre	
CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD
Teórico-práctico. Ejes Temáticos 1, 2 y 3 Unidades 1 a 12	Escrito
Teórico (Examen escrito aprobado)	Oral

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico