

Asignatura: Análisis Matemático 3

Código: 10-04070	RTF	7
------------------	-----	---

Semestre: 4	Carga Horaria	96
-------------	---------------	----

Bloque: CB	Horas de Práctica	
------------	-------------------	--

Departamento: Matemática

Correlativas:

- Análisis Matemático 2

Contenido Sintético:

- Funciones de Variable Compleja.
- Integración en el Plano Complejo.
- Transformación Conforme.
- Series y Sucesiones.
- Ecuaciones Diferenciales.
- Problemas de Contorno.
- Ecuaciones en Derivadas Parciales.
- Cálculo Variacional.

Competencias Genéricas:

- CG1: Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- CG9: Aprender en forma continua y autónoma.

Aprobado por HCD: 984-HCD-2025

RES: Fecha: 1/12/2025

Presentación

Análisis Matemático 3 es una asignatura que pertenece al segundo año del ciclo básico común para casi todas las Ingenierías en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Como tal, su finalidad inmediata es dar los elementos necesarios para la confección de modelos y aplicación de herramientas matemáticas asociables a conceptos físicos presentes en materias aplicadas a lo largo de la carrera y que forman parte de la formación curricular del ingeniero. La asignatura está centrada en el estudio, interpretación y comprensión de problemas relacionados con la teoría del potencial (ecuación de Laplace), conducción del calor (ecuación de la difusión), de ondas (ecuación de D'Alembert). El objetivo principal sobre el que se fundamenta el desarrollo de la asignatura es proveer al alumno herramientas analíticas para identificar formular y resolver problemas de ingeniería CG1 de distinta índole y en distintos contextos de aplicación. Por ello, los principales contenidos teóricos que sostienen la materia son las funciones de variable compleja, series y transformadas, ecuaciones diferenciales lineales ordinarias con coeficientes variables, problemas con condiciones de contorno y condiciones iniciales en ecuaciones diferenciales en derivadas parciales y cálculo variacional. Cada modelo se interpreta, resuelve y aplica conociendo que el escenario de análisis es muy vasto y variado pudiendo ser a la vez dinámico, geométrico, físico, ambiental, tecnológico, económico o social, entre otros posibles. En esta materia se entiende que el trabajo efectivo en equipo CG6, acompañado del aprendizaje continuo y autónomo CG9, son competencias complementarias necesarias para la resolución de problemas de ingeniería CG1 desde la concepción, aplicación o desarrollo de estrategias que se asocian a Análisis Matemático 3.

Contenidos

	Contenidos	
	Sintético	Analítico
UNIDAD N° 1. ANÁLISIS EN VARIABLE COMPLEJA	Funciones de Variable Compleja. Mapeos, Derivadas e Integrales Complejas. Holomorfía, Analiticidad, Armonicidad y Conformidad.	Funciones de variable compleja. Álgebra de números complejos. Topología. Límite. Continuidad. Derivada. Condiciones de Cauchy Riemann. Holomorfía. Armonicidad. Funciones elementales: exponencial, trigonométricas, hiperbólicas, logaritmo, trigonométricas e hiperbólicas inversas. Integración en el plano complejo. Integrales en el campo complejo. Teoremas de Cauchy y de Cauchy-Goursat. Fórmula integral de Cauchy. Fórmula integral de la n-derivada. Series potenciales. Series de Taylor y de

		<p>Laurent. Teoremas de Taylor y de Laurent. Coeficientes. Residuo. Cálculo del residuo en un polo. Teorema de los residuos. Cálculo de integrales reales mediante residuos. Derivada logarítmica. Número de ceros y polos. Transformación conforme. Transformaciones mediante funciones elementales: lineal, potencial, inversa, bilineal, exponencial. Giro de tangentes. Transformaciones conformes. Transformación de funciones armónicas y de condiciones de contorno. Aplicaciones.</p>
<p>UNIDAD N° 2. SERIES Y TRANSFORMADAS</p>	<p>Series y Transformada de Fourier. Transformada de Laplace. Resolución de ecuaciones diferenciales. Problemas de contorno.</p>	<p>Series y Transformada de Fourier. Transformada de Laplace. Series funcionales. Series de funciones ortogonales. Coeficientes de Fourier. Serie trigonométrica de Fourier. Propiedades. Convergencia. Cambio de intervalo. Integral de Fourier. Transformada de Fourier. Transformada de Laplace. Existencia. Inversión. Transformada de funciones elementales. Propiedades. Transformada de la derivada. Teoremas del valor inicial y final. Resolución de ecuaciones diferenciales. Convolución. Función impulsiva de Dirac. Resolución de ecuaciones diferenciales lineales mediante series. Función Gamma. Solución de una ecuación diferencial lineal en torno a un punto ordinario. Ecuación diferencial de Legendre. Polinomios de Legendre. Solución de una ecuación diferencial lineal en torno a un punto singular regular. Ecuación diferencial de Bessel. Funciones de Bessel. Problemas de contorno. Problema de Sturm-Liouville. Identidad de Lagrange. Valores y funciones propias. Problemas con valores en la frontera y desarrollos en serie de funciones ortogonales.</p>

UNIDAD N° 3. ECUACIONES DIFERENCIALES EN DERIVADAS PARCIALES	Ecuaciones en derivadas parciales.	Introducción. Problema de Cauchy. Condiciones iniciales y de contorno. Clasificación. Ecuaciones en derivadas parciales de primer orden. Sistema característico. Ecuaciones en derivadas parciales lineales de segundo orden. Ecuaciones con coeficientes constantes; caso reducible. Características. Método de separación de variables. Ecuación del potencial (Laplace), de la difusión (Fourier) y de onda (D'Alembert).
UNIDAD N° 4. CÁLCULO VARIACIONAL	Introducción al cálculo variacional.	Introducción. Funcionales. Variación de un funcional. Ecuación de Euler. Integrales primeras. Extensión de la ecuación de Euler a funcionales con derivadas de mayor orden, más de una función, más de una variable. Aplicaciones elementales.

Metodología de enseñanza

La propuesta implica desarrollar, construir o generar dos clases teórico-prácticas de tres horas de duración cada una, complementada con una clase semanal de tutoría no obligatoria. Tanto las clases teórico-prácticas como la clase semanal de tutoría se dictan a efectos de facilitar la comunicación y aumentar la accesibilidad de los alumnos a los contenidos y actividades de la materia.

Se considera que la presencialidad mediada por tecnología en esta materia del segundo año es una alternativa adecuada para los alumnos que la cursan, por lo que la materia podrá contar con comisiones en diversas modalidades. De acuerdo con los lineamientos establecidos por la normativa, la presencial física es la modalidad prioritaria de dictado. Sin embargo, también podrá desarrollarse de manera presencial remota e híbrida

Este espacio curricular combina la clase expositiva por parte del docente, la exposición dialogada, la conversación Socrática, la construcción de parciales, o el aula invertida para que el alumno participe en forma activa mientras se discuten los conceptos teórico-prácticos. Con ese fin, se le anticipa al alumno los temas a desarrollar en la siguiente clase y se le aconseja sobre la búsqueda de información y la lectura previa de los contenidos a desarrollar durante la siguiente clase y sobre el material bibliográfico a abordar en cada tema. Durante la clase los alumnos son invitados a compartir la resolución de problemas y a estudiar casos que ellos mismos reconocerán como enmarcados dentro o fuera de la teoría que se analiza.

Se hace énfasis tanto en el mecanismo del modelado del problema que se estudia como en la herramienta que se utiliza para su análisis o resolución. Se propone al alumno a trabajar en grupos y se lo incentiva a la resolución del problema sobre la pizarra (física/virtual) estimulando la utilización de croquis, esquemas o gráficas para facilitar la comunicación, interpretación y discusión de resultados, en general no exentos de polisemia. Los distintos significados se reconocen e incorporan para el desarrollo y entendimiento del modelo trabajado.

Las comisiones que desarrollen sus clases en modalidad remota lo harán a través de la plataforma institucional (Google Meet o la que la reemplace), y garantizarán la identificación del estudiante a través de un acceso restringido a aquellos estudiantes matriculados en la comisión a través de la cuenta institucional. Los estudiantes podrán participar de las clases mediadas por tecnología, desde ubicaciones externas o utilizando las instalaciones y la conectividad disponible en la Facultad.

Se considera fundamental que los métodos y procesos adoptados para trabajar en el aula contribuyan a la adquisición y desarrollo de distintas competencias generales para lo cual los procedimientos y las actividades propuestas, como ejemplos de referencia, se detallan a continuación:

- **CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.** Identificar y formalizar problemas cotidianos relacionados con mecánica, calor, electromagnetismo y óptica donde sea posible resolver en forma creativa diferentes ecuaciones de movimiento o de equilibrio o ecuaciones en general. Para ello el alumno puede aplicar o bien variable compleja o transformaciones o ecuaciones a derivadas parciales o cálculo de variaciones o bien aplicar cualquier otro contenido de este programa analítico a los efectos de formular, discutir y representar la solución de un problema en una forma más explícita y clara.

Como ejemplo de formular y resolver interés problemas de la ingeniería un caso típico elemental es la formación de una onda choque en flujo cónico donde la teoría de variable compleja resulta esencial en la interpretación física del problema. El análisis de este caso, que se encuentra dentro de la literatura científica sugerida, facilita que el alumno reconozca la herramienta que está aprendiendo y su conexión con la realidad física. Además, el alumno puede identificar la contribución que realiza la ingeniería que consiste en resolver las ecuaciones para controlar el fenómeno físico. Esta actividad, dada como ejemplo, es de importancia para entender la herramienta que se estudia y a la vez adquirir las competencias CG1.

Como ejemplo de identificar y formular problemas de la ingeniería, la aplicación de variable compleja en otras investigaciones se realiza para modelar y explicar fenómenos de diferentes tipos, físico, biológico, geológico, biomédico o ambiental (o sus conexiones) ya que permiten entender, analizar y predecir aspectos de la realidad. Por ese motivo, algunas investigaciones se proponen como ejemplos y se incluyen en la bibliografía de este programa analítico como parte del material al alcance del alumno mientras adquiere la competencia CG1.

Como parte de la metodología de enseñanza se le puede pedir al alumno que intente en forma individual o grupal formular algunos problemas desde modelos mecánicos, eléctricos, térmicos, ópticos o electrónicos o aeronáuticos o industriales según sean los recursos disponibles, la necesidad o el interés del grupo de alumnos

y el momento de cursado de la asignatura. Una vez obtenida la formulación, el alumno en el ámbito de la clase puede buscar soluciones óptimas y comparar con otras alternativas a los efectos de optar bajo razones fundadas por la solución más adecuada para un fin específico. Luego, si el tiempo y el contexto lo permite en la misma clase se puede cambiar de solución óptima lo cual resulta natural al cambiar de objetivos específicos. Estas actividades se complementan con distintas visitas guiadas a laboratorios de investigación y departamentos de mecánica, aeronáutica, electrónica, estructuras, etc.

- CG6: **Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.** Durante el trabajo de clase donde cada problema tiene varias alternativas de solución surgen naturalmente distintos puntos de vista e incluso emergen diferentes afinidades hacia distintas herramientas de resolución y se generan enfoques de todo tipo (personales, grupales, sociales, culturales, etc.). Este escenario tan heterogéneo como rico en variedad, es fruto de la convergencia hacia un mismo lugar (aula) de muy distintas personalidades de alumnos que poseen distintos trayectos académicos previos y posiblemente distintas prioridades familiares o culturales. En este ambiente de diversidad que se origina durante el cursado de la materia, el alumno es propenso a adquirir la competencia de reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del grupo y llegar a acuerdos, (competencia CG6). Adquirir esta competencia resulta fundamental ya que en simultáneo se está adquiriendo y practicando las competencia CG1 donde la mejor solución depende de un objetivo específico que evoluciona hacia un equilibrio y la misma solución se encuentra dentro de un entorno cambiante que contiene a cada alumno quien a su vez también se encuentra en proceso de cambio. El alumno se reconoce inmerso junto a los demás pares sin poder controlar los cambios de su entorno. En consecuencia, el mismo alumno capta lo relativo de cada valor de verdad de cualquier afirmación o aseveración individual o grupal. Entonces, para desempeñarse de manera efectiva dentro del grupo de trabajo es importante que el alumno se percate de que, si bien su solución específica es la óptima en este momento y lugar y con algunos recursos disponibles, puede no serlo en otro momento o en otro lugar o desde el punto de vista de otro alumno o simplemente desde otro entorno. Esta modalidad de enseñanza se repite en todos los encuentros entre alumnos y entre grupos de alumnos con el docente, donde se pretende afianzar o contribuir al desarrollo de la competencia CG6. El proceso de desarrollo de la competencia CG6 se ve facilitado ya que los alumnos comparten distintos componentes de trabajo durante el cursado (objetivos, disponibilidades, aulas, equipos, etc.). También el desarrollo de CG6 se puede percibir como la necesidad acordar para optimizar el cumplimiento de un objetivo específico. La modalidad de enseñanza implica reconocer en forma grupal que inicialmente (al comenzar el cursado) los grupos se conformaron en forma natural y espontánea de acuerdo con sus afinidades, motivaciones, comodidades o intereses académicos específicos y luego el grupo se va adaptando y reconstruyendo durante el cursado. Entonces, se comunica la consigna de un problema a resolver y se indica la formación de nuevos grupos de trabajo. Una vez conformados los grupos de trabajo y antes de comenzar a resolver grupalmente el problema asignado, cada alumno (entre otras actividades) reconoce la causa (o las causas) de tales agrupaciones espontáneas (que son en sí mismas parte de la solución). Luego, si es posible, se encuentra la solución (sea exitosa o no la resolución del problema por parte de los distintos grupos). Sigue entonces el análisis

de resultados donde se distinguen distintos grados de cumplimiento de la consigna y se analiza la correlación entre el grado de cumplimiento con la formación de tales agrupaciones espontáneas que cambiaron o pudieron haber cambiado antes, durante o luego de la resolución del problema. Finalmente, el alumno o el grupo de alumnos o el docente o todos juntos en debate notan que actualizar, renovar o enriquecer el grupo de trabajo en función de objetivos específicos fortalecen al grupo desde el punto de vista de la posibilidad de resolver el problema. El alumno observa que acordar es fortalecer al grupo y también observa que es parte de la solución del problema. La metodología de enseñanza incluye que estas competencias se practiquen en el aula y se observa que pertenecen al grupo de competencias contribuyentes a CG6.

- **CG9: Aprender en forma continua y autónoma.** Mientras se adquieran las competencias CG1 y CG6, el alumno reconoce la importancia de su actividad tanto para sí mismo como para el grupo de trabajo lo cual lo motiva a aprender en forma continua y autónoma CG9. Para ello, la modalidad de enseñanza es la siguiente: Por un lado, se desarrollan e incorporan las competencias CG1, en lo posible en forma amena y completa. Por otro lado, se entienden, desarrollan las competencias CG6. Este desarrollo, en lo posible se realiza bajo la forma grata de sentir o sospechar que probablemente se llega más lejos, más rápido y mejor desde un equipo de trabajo. El alumno descubre que el trabajo en grupo permite que el problema a resolver se pueda hacer de varias formas repartiendo tareas a los individuos integrantes lo cual lo hace más accesible y evitando errores mediante controles recíprocos y apoyos recíprocos entre individuos integrantes del grupo. Es decir que el alumno realiza en simultáneo actividades individuales y actividades grupales. Esta dinámica de trabajo que es continua (y por ende parte del proceso de aprendizaje) debe ser liderada y administrada por el alumno en forma individual. Aprender en forma continua y autónoma constituye un requisito necesario para la interacción con un grupo de trabajo que es parte del curso que avanza en el tiempo y en el programa hasta lograr completarlo. En consecuencia, la metodología de aprendizaje en esta cátedra contribuye a adquirir la competencia CG9 por lo cual se asesora a todos los alumnos a reconocer la importancia del rol individual dentro y fuera del grupo. Esto es, reconocer la relevancia del rol de cada alumno dentro de dos perspectivas: a) dentro del grupo de trabajo contribuyendo y permitiendo el cambio de roles en forma organizada y, b) fuera del grupo de trabajo estimulando la producción autónoma e individual con la realización de: a) prácticas de parciales simulados, b) defensa fundada de propias opiniones y, c) realizando contribuciones individuales con el grupo. En las actividades individuales, el alumno se desempeña sin el apoyo de sus pares y en forma autónoma defendiendo sus productos o resultados, pero fundamentalmente aceptando y aprendiendo desde las críticas constructivas y aportando al grupo sus opiniones. Esta múltiple perspectiva de trabajo para desarrollar la competencia CG9, le permite al alumno renovar sus resultados, pero ahora desde un mejor manejo de herramientas o una mejor posición o perspectiva académica y con mayor comunicación con sus pares.

Evaluación

Los criterios de evaluación de la asignatura son:

- Interpretación de consignas y de la información.
- Profundidad de análisis en el proceso de resolución de problemas.
- Originalidad en el planteo o la resolución de problemas.
- Integración de conceptos y aplicación de temas aprendidos.
- Identificación de errores, diferencias y aciertos en distintos contextos.

Las evaluaciones presenciales remotas se desarrollan en la plataforma institucional (Google Meet o la que a futuro la reemplace), exigiendo el uso obligatorio del IdUNC para estudiantes y docentes. Los métodos de validación de identidad y seguimiento se ajustarán tanto al tipo de examen como a las pautas vigentes de la Facultad.

Condiciones de aprobación

Para la Condición:	Se deberán cumplir los requisitos:
PROMOCIÓN	<p>1.- Estar inscriptos para el cursado y tener aprobadas todas las materias correlativas.</p> <p>2-Aprobar los dos parciales de desarrollo individual donde se evalúan las competencias CG1, pudiendo recuperar uno de los parciales si es necesario.</p> <p>3.-Cada parte se prueba con al menos el 60% del puntaje que se le asigna. Por ejemplo, si el puntaje total es 100 para la competencia CG1, se le asigna 60 puntos a la competencia CG1 práctica y 40 puntos a la competencias CG1 analítica o teórica. El mínimo puntaje teórico de aprobación será 36 para CG1 práctico, 24 para CG1 teórico de forma que se totalice el 60% del puntaje total, que es el porcentaje mínimo requerido considerando el teórico y el práctico.</p> <p>4- Asistir como mínimo al 80% de los encuentros o clases durante el desarrollo de la materia, inevitablemente contribuye al desarrollo de las competencias genéricas CG6 y CG9.en virtud de la modalidad de enseñanza adoptada.</p>

REGULAR	<p>5- Los alumnos inscriptos para el cursado que tengan la asistencia requerida del 80% y habiendo rendido los dos parciales y aprobado sólo uno de ellos y que no hayan promocionado por no haber aprobado el parcial de recuperación, obtendrán la condición de REGULAR.</p> <p>6- La cátedra podrá seleccionar a alumnos inscriptos en la materia que hayan cumplido con la asistencia requerida del 80% y hayan rendido y desaprobado los dos parciales, a efectos de que se le permita rendir el parcial de recuperación. Esta selección se realizará en forma excepcional y en base a la trayectoria del alumno en el cursado de la materia (competencias adquiridas, asistencia, participación en clase y el nivel de conocimiento demostrado en los parciales, cumplimiento de trabajos prácticos o informes encomendados, etc.). Si el alumno seleccionado aprueba el parcial de recuperación, accede a la condición de REGULAR</p>
LIBRE	<p>7- Los alumnos no contemplados en los puntos 5 y 6 o que no accedan a la regularidad por los mecanismos descritos en los puntos 5 y 6, tendrán la condición de alumnos LIBRES.</p>

Aprobación mediante Examen Final

Los estudiantes que no alcancen la promoción directa durante el cursado podrán aprobar la asignatura mediante un examen final. El examen final tiene una parte teórica oral y una parte práctica escrita. Para aprobar tanto la parte práctica escrita como la parte teórica oral, el alumno deberá lograr como mínimo el 60% del puntaje asignado a cada parte.

Sobre la parte práctica escrita:

La parte práctica consta de tres o más ejercicios a resolverse en dos horas. Se estima que este tiempo permite resolver y controlar los ejercicios resueltos. Los ejercicios son de desarrollo o del tipo conceptual. Para aprobar el práctico, el alumno tendrá que resolver en forma correcta aproximadamente dos de los tres ejercicios propuestos a efectos de superar un 60% del puntaje total. El alumno que aprobó la parte práctica pasa luego de un intervalo de tiempo, de aproximadamente media hora, a rendir la etapa teórica oral.

Sobre la parte teórica oral:

En la etapa teórica, el alumno tendrá que elegir y defender un primer tema entre tres temas ofrecidos por la cátedra. A continuación, la cátedra elegirá un segundo tema para que el alumno explique. Si la defensa del tema teórico es efectiva de forma tal que la defensa implica un nivel de conocimiento mayor o igual a un 60% en ambos temas teóricos, la cátedra promedia los puntajes de la parte teórica oral con el puntaje a parte práctica escrita y asigna una calificación al examen final. Si la defensa y explicación de los dos temas teóricos es vaga o errática o muy incompleta, o el puntaje en ambos temas teóricos es menor a un 60%, el examen final es desaprobado. En cualquier otra situación, que está dada por un teórico aprobado y otro desaprobado, la cátedra procederá a evaluar un tercer

tema para completar la evaluación. Si la defensa de este tercer tema teórico es exitosa, se procederá a analizar en forma integral las dos partes evaluadas (teórica y práctica) a los efectos de asignar una calificación al examen final. Si la defensa del tercer teórico no es exitosa, el examen final es desaprobado.

Sobre ambas partes del examen (teórica oral y práctica escrita)

En todos los casos, la calificación estará correlacionada con la solidez de las argumentaciones, la corrección y completitud de las justificaciones, la organización de la presentación, la conexión entre las ideas, la claridad y el nivel de conocimiento del concepto que se defiende en forma oral y escrita.

Actividades prácticas y de laboratorio

Las actividades prácticas, que en esta asignatura se corresponden a la resolución de ejercicios y problemas o estudios de casos, serán desarrolladas en grupos, buscando la participación de manera alternada de distintos estudiantes, quienes podrán exponer sus resultados a través de las herramientas de interacción remota.

Actividades prácticas 1

Sumar, restar, multiplicar y dividir números complejos por diferentes estrategias y describir las operaciones en forma geométrica. Interpretar parte real e imaginaria, interpretar el módulo, el conjugado el inverso aditivo y el inverso multiplicativo. Obtener la ubicación geométrica de potencias y raíces de números complejos. Obtener raíces de ecuaciones de variable compleja. Obtener la parte real e imaginaria de diferentes funciones complejas..

Actividades prácticas 2

Derivar funciones de variable compleja. Reconocer regiones de existencia y regiones de no existencia de la función derivada compleja de una función compleja. Deducir condiciones necesarias o suficientes de existencia de la derivada. Determinar regiones donde la función es analítica. Decidir si una función es entera. Reconocer puntos singulares en funciones.

Actividades prácticas 3

Construir funciones como combinaciones lineales de la función exponencial. Resolver ecuaciones con funciones trigonométricas e hiperbólicas complejas. Aplicar funciones elementales (lineal, $1/Z$, bilineal fraccionaria, etc.) para deformar regiones de formas simples en el plano Z o plano de partida y llevarlas a diferentes formas geométricas en el plano W o plano de llegada.

Actividades prácticas 4

Realizar integrales de línea compleja de funciones analíticas y no analíticas. Obtener la función potencial compleja FPC para calcular integrales cuando es aplicable. Demostrar los teoremas de: a) Cauchy TC, b) Cauchy.Goursat para dominios simplemente conexos

TCGDSC, c) Cauchy Goursat para dominios múltiplemente conexos TCGDMC. Analizar la validez y aplicabilidad del principio de deformación del contorno. Deducir : a) la fórmula Integral de Cauchy FIC, b) la fórmula integral de la n-derivada FI-nderiv, c) Aplicar TCGDMC. FIC y FI-n-deriv para resolver distintos problemas.

Actividades prácticas 5

Obtener el desarrollo de Taylor y el desarrollo de Laurent. Determinar las regiones de convergencia para los desarrollos de Taylor y Laurent por diferentes criterios de convergencia de series y verificarlos con diferentes ejemplos.

Actividades prácticas 6

Aplicar el teorema de los residuos para el cálculo de: a) integrales impropias de funciones reales, b) integrales impropias de funciones reales que contienen funciones trigonométricas, c) integral definida de funciones racionales que dependen de funciones trigonométricas, d) integral de la derivada logarítmica (en este punto obtener el número de ceros y polos, obtener el número de vueltas alrededor de ceros y alrededor de polos, luego obtener la relación entre el número de vueltas y el número de ceros y polos). Relacionar la integral de la derivada logarítmica con un procedimiento que explique el comportamiento de soluciones de ecuaciones diferenciales.

Actividades prácticas 7

Aplicación del mapeo conforme para interpretar amplificaciones y rotaciones de regiones al cambiar de plano complejo. Obtener la imagen de condiciones de frontera de Dirichlet, de Newman y mixtas. Mapear condiciones de frontera entre planos complejos. Resolver la ecuación de Laplace con distintas condiciones de borde.

Actividades prácticas 8

Aplicación de la Transformada de Laplace para resolver ecuaciones diferenciales lineales a coeficientes constantes (típicamente asociadas a sistemas dinámicos autónomos). Aplicar la serie de Fourier para aproximar funciones. Obtener la solución de una ecuación diferencial cuando el segundo miembro es una serie de Fourier.

Actividades prácticas 9

Resolver la ecuación de Legendre de orden lambda y luego definir una base de vectores para un espacio de dimensión infinita donde las funciones de la base sean soluciones de la ecuación de Legendre. Repetir el procedimiento con la ecuación de Bessel

Actividades prácticas 10

Para distintas condiciones de contorno y distintas condiciones iniciales resolver la ecuación del calor o ecuación de Fourier de tipo parabólico y repetir el procedimiento para resolver la ecuación de la onda o ecuación de D'Alembert de tipo hiperbólico.

Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje

Desagregado de competencias

En forma contribuyente al logro de la competencia general CG1 para este espacio curricular, se incluyen en forma gradual el desarrollo de las competencias CG6 y CG9 necesarias para la participación individual y grupal en clase, la realización de la clase invertida y otras formas de trabajo en grupo que se aplican dentro de la metodología de enseñanza y la modalidad de dictado. En este escenario, al mismo tiempo, la cátedra propende a que el alumno logre el desarrollo de las siguientes competencias desagregadas::

- 1) Comprender, aplicar y representar aplicando variable compleja, mapear, derivar e integrar funciones de variable compleja,
- 2) Aplicar Series de Fourier y Transformada de Laplace para procesar información
- 3) Reconocer ecuaciones diferenciales a derivadas parciales de segundo orden como de tipo parabólico, elíptico o hiperbólico. Resolver ecuaciones diferenciales a derivadas parciales asociadas a modelos relacionados con el calor, el equilibrio o la onda, en problemas de la ingeniería
- 4) Establecer relaciones entre ecuaciones, representaciones, métodos y soluciones de distintos tópicos del programa. Seleccionar tópicos del programa para abordar problemas de ingeniería.
- 5) Reflexionar en forma crítica y creativa sobre soluciones y alternativas para ecuaciones en derivadas parciales.
- 6) Conceptualizar el cálculo variacional y aplicarlo como herramienta complementaria de análisis en problemas de la ingeniería.

La cátedra entiende siempre sobre la posibilidad de relacionar los conceptos específicos desarrollados con una amplia variedad de tópicos de la ingeniería tales como mecánica, electromagnetismo, ondas, calor, sonido, elasticidad, plasticidad, mecánica de los fluidos, estructuras, equilibrio químico, sistemas biomédicos, etc. y a la vez adopta la responsabilidad de lograr un balance de competencias y conocimientos académicos que le permita incluir una perspectiva global, ubicua y humanística en el análisis y resolución de problemas de la ingeniería considerando recursos disponibles tanto propios como del entorno académico. Esta perspectiva implica necesariamente la participación grupal efectiva y aprendizajes continuos y autónomos asociadas a las competencias CG6 y CG9.

Para medir y controlar el proceso de desarrollo de las competencias CG1 apoyadas por el desarrollo simultáneo de competencias CG6 y CG9 la cátedra adopta los siguientes indicadores:

Competencia General Capacidad desagregada	Indicadores de Desempeño
CG1 Identificar Formalizar Analizar y Traducir problemas	<p>Identifica, delimita y formula en forma clara funciones, derivadas, integrales, curvas, superficies, campos y ecuaciones, donde reconoce la situación, organiza datos y evalúa el contexto.</p> <p>Analiza funciones, propiedades, derivadas, integrales, ecuaciones y en general entidades asociadas a fenómenos físicos, químicos o problemas de ingeniería sencillos tanto a partir de sus representaciones gráficas como a través de sus representaciones matemáticas.</p> <p>Traduce la “realidad” a una estructura de variable compleja, campo vectorial, derivada parcial, derivada direccional, derivada de función implícita, derivada de una función inversa, sucesión, integral de línea compleja o ecuación diferencial a derivadas parciales.</p>
CG1 Realizar Buscar Crear y/o Seleccionar soluciones	<p>Genera distintas alternativas de solución en problemas de derivación e integración de funciones de variable compleja o de varias variables o de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias o a derivadas parciales donde desarrolla criterios, considera alternativas, selecciona la solución más adecuada y evalúa su impacto en el marco de aplicación de la solución.</p> <p>Resuelve problemas relacionados a funciones de variable compleja o de varias variables o ecuaciones diferenciales con potenciales aplicaciones en Matemática, Física, Química, Biología, Economía o Ingeniería aplicando modelos matemáticos.</p>
CG1 Modelar Implementar Encontrar Entornos para definir el rango de validez de soluciones	<p>Modela, implementa y comunica la solución de problemas con variable compleja o con varias variables y no linealidades e incorpora las dimensiones tecnológica, temporal, económica, social, etc., que sean relevantes en el contexto específico de análisis y estima tiempos, materiales, recursos y ayudas necesarias.</p> <p>Encuentra ejemplos de la realidad física y natural que involucran la derivación o integración de funciones de variable compleja o funciones de varias variables y/o la solución de ecuaciones diferenciales</p>

CG1 Controla propio trabajo	<p>Controla, evalúa y ajusta el propio desempeño y aborda eficazmente la solución de problemas variable compleja o de varias variables y no linealidades y dispone de estrategias porque establece supuestos, estima errores, reconoce lo relevante, completa la información necesaria, monitorea resultados parciales, etc.</p> <p>Transfiere el conocimiento del análisis de variable compleja o de ecuaciones diferenciales ordinarias o a derivadas parciales a problemas variados de física, química o a otros tópicos de la matemática.</p>
CG6 Reconocer respetar acordar perspectivas ajenas	<p>Respeta, reconoce y valida puntos de vista durante el dictado de la clase; socializa ideas, identifica y analiza coincidencias y diferencias, interpreta el debate y acepta la diversidad de creencias, valores, culturas e integra diferentes perspectivas.</p> <p>Regula su participación personal en la clase para que todos sus pares puedan participar y sólo necesita limitarse a preguntar sobre tema central del día y los objetivos definidos para la clase ya que concurre a casi todas las clases.</p>
CG9 Reconoce Necesitar Continuar aprendiendo	<p>Reconoce la necesidad de aprendizaje, capacitación y actualización continua en problemas complejos o no lineales de varias variables y asume que se trata de en un campo del conocimiento de permanente evolución donde técnicas, herramientas de resolución y recursos teóricos están sujetos a cambio.</p> <p>Concurre a las clases de consultas demostrando progreso y franco interés en los contenidos y en el proceso de adquisición de competencias</p>
CG9 Lograr Desarrollar Superar Maximizar Minimizar Explorar Criticar Informar	<p>Desarrolla estrategias personales de aprendizaje, supera debilidades, maximiza fortalezas propias, explora áreas del conocimiento de afinidad personal y crítica material actual de validez proveniente de múltiples fuentes de documentación e información.</p> <p>Lee el material de consulta sugerido y empatiza con la explicación dada en clase y entiende de propias responsabilidades para completar el proceso de adquisición de competencias extendiendo lo explicado a otros escenarios posibles</p> <p>Consulta la corrección de los parciales con el objeto de aprender corrigiendo errores o completando propias falencias.</p> <p>Entrega los trabajos optativos en tiempo y forma e incluso propone soluciones alternativas a los problemas encomendados.</p>

Bibliografía

1. Variable compleja y aplicaciones / James Ward Brown y Ruel Vance Churchill ; tr. Lorenzo Abellanas Rapún. - 1^a ed. en español - Madrid, ES : McGraw-Hill Interamericana, 2004 - 457p.
2. Introducción al álgebra lineal y a las ecuaciones diferenciales / John W. Dettman ; tr. Edgar Pérez - México: McGraw-Hill, 1975 - 401 p.
3. Ecuaciones diferenciales y cálculo variacional / L. Elsgoltz. - Moscú, SU : MIR, 1969 - 432 p.
4. R. T. Ferreyra, M. A. Ferreyra, Dynamical Laws for Statistical Distributions: Application to Complex Systems Analysis, Journal of Mechanical Engineering and Automation, 3(2), 46-53, 2013.
<http://article.sapub.org/10.5923.j.jmea.20130302.04.html>
5. R.T. Ferreyra, Supersonic Cones at Zero Incidence, American Institute of Aeronautics and Astronautics, AIAA 2016-4275, Shock-Dominated Flows, Washington, DC, 2016. <https://doi.org/10.2514/6.2016-427>
6. R.T. Ferreyra, A Shock Wave Front Models Applied to Very Thick and Very Thin Supersonic Cones at Zero Incidence, AIAA 2017-3347, Supersonic and Hypersonic Flows, Denver, Colorado, 2016. <https://doi.org/10.2514/6.2017-3347>
7. R.T. Ferreyra, Transport of Logarithmic Potentials versus Process Duration, 15th World Congress on Computational Mechanics (WCCM-XV) 8th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics (APCOM-VIII) Virtual Congress: 31 July – 5 August 2022 S. Koshizuka (Ed.).
https://www.scipedia.com/public/Ferreyra_2022a
8. The Feynman lectures on physics / Richard P. Feynman, Robert B. Leighton, Matthew Sands. - Reading, MA : Addison-Wesley, 1966 - v. - World student series .
9. Fogliato, E. & Ferreyra, R. T. (2020). Medición y Predicción de Atrición con Logística Adversa. *Revista De La Facultad De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, 7(1), 15–21. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEFyN/article/view/25899>

10. Variable compleja / Arthur A. Hauser. - Bogotá, CO : Fondo Educativo Interamericano, 1973 - 417 p..
11. Ecuaciones diferenciales / Donald L. Kreider, Robert G. Kuller, Donald R. Ostberg ; tr. Federico Velasco Coba. - Bogotá, CO : Fondo Educativo Interamericano, 1973 - 486 p.
12. Introducción al análisis lineal / Donald L. Kreider ... [et al.] ; tr. Luciano Segurajauregui G. y Salvador Enríquez A. - Bogotá, CO : Fondo Educativo Interamericano, 1971-1978 - 2 v..
13. Ecuaciones diferenciales; con aplicaciones y notas históricas / George F. Simmons, John S. Robertson ; tr. Lorenzo Abellanas Rapun. - 1a. ed. en español. - Madrid, ES : McGraw-Hill Interamericana, 2002 - 658 pàginas.
14. Elements of partial differential equations / Ian N. Sneddon - Mineola, NY: Dover, 2006 - 327 p. - Mathematics.
15. Transformadas de Laplace / Murray R. Spiegel ; tr. José D. Arias Páez. - 1a. ed. en español. - México, MX : McGraw-Hill Interamericana, 1974-2001 - 261 p. - Schaum
16. Análisis vectorial; con teoría del potencial y aplicaciones / César A. Trejo. - Buenos Aires : Kapelusz, 1965 - 331 p. - Colección universitaria. serie matemática .