

## Cálculo Avanzado

### Planificación Ciclo lectivo 2025

1. Datos administrativos de la asignatura			
Departamento:	Ing. Civil	Carrera:	Ingeniero Civil
Asignatura:	Cálculo Avanzado		
Nivel de la carrera:	3° año	Duración:	Cuatrimestral
Bloque curricular:	Ciencias Básicas de la Ingeniería		
Carga horaria presencial semanal:	3 horas reloj por semana (180 minutos)	Carga Horaria total:	48 horas reloj
Carga horaria no presencial semanal (si correspondiese):	0 horas reloj	% horas no presenciales: (si correspondiese)	0%
Profesor/es Titular/Asociado/Adjunto:	Mg. Lic. Silvina Medus Profesor Adjunto	Dedicación:	Exclusiva
Auxiliar/es de 1º/JTP:	Ing. Aldana Maite Elía	Dedicación:	Simple

2. Fundamentación y análisis de la asignatura
<p>Cálculo Avanzado es una asignatura del bloque de Ciencias Básicas de la Ingeniería, que necesita las siguientes asignaturas correlativas aprobadas para cursar: Análisis Matemático I, Álgebra y Geometría Analítica, Física I y Fundamentos de la Informática entre otras.</p> <p>La asignatura se estructura enfatizando el modo de resolver aquellos problemas básicos de la física, que se expresan en ecuaciones diferenciales parciales. La principal razón por la cual se busca resolver las ecuaciones diferenciales es llegar a conocer los procesos físicos que dichas ecuaciones modelan. La profundización en el conocimiento de los procesos naturales complejos se logra a partir de la construcción ordenada y de la combinación de modelos sencillos. Por lo tanto, un minucioso conocimiento de esos modelos, de las ecuaciones que los describen y sus soluciones, se constituye en el primer paso indispensable hacia las soluciones más complejas de los problemas reales de ingeniería.</p> <p>Se introduce el llamado Análisis de Fourier. Se introducen las EDP más importantes, cada una de ellas en dos variables independientes: la ecuación del calor (o ecuación de difusión) y la ecuación de onda.</p> <p>Se introduce en el método de las aproximaciones por diferencias finitas. Aquí se pretende revalorizar la importancia de los métodos numéricos aproximados.</p>

### 3. Relación de la asignatura con el Perfil de Egreso de la carrera, las Actividades Reservadas, los Alcances, las Competencias de Egreso y su tributación.

Según la Ordenanza 1853/2022, el diseño curricular de Ingeniería Civil cuando se refiere al Perfil profesional dice “Cuentan con un conjunto de valores, conocimientos científicos, humanísticos y tecnológicos, de base fisicomatemática, que, con la técnica y el arte, les permite analizar, crear y desarrollar sistemas, modelos, procesos, productos y obras físicas, proporcionando a la sociedad bienes y servicios que le den bienestar con seguridad y creciente calidad de vida...” El Cálculo Avanzado enseña a modelar usando las ecuaciones diferenciales, para luego resolverlas.

Por otra parte, tomando como base la misma Ordenanza la asignatura brinda herramientas elementales para la actividad reservada del Ingeniero Civil número 1 “Diseñar, calcular y proyectar estructuras, edificios, obras...” (AR1) y su alcance sobre planificar, gestionar y construir obras (AL1).

Competencias específicas de la carrera (CE)	Competencias genéricas tecnológicas (CT)	Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CS)
CE1: 1 (bajo)	CG1: 1 (bajo)	CG9: 1 (bajo)
CE3: 1 (bajo)	CG4: 1 (bajo)	
CE17: 2 (medio)		

#### • Competencias específicas

CE1: *“Planificar, diseñar, calcular, proyectar y construir obras civiles y de arquitectura, obras complementarias, de infraestructura, transporte y urbanismo, con aplicación de la legislación vigente.”*  
(Nivel 1)

Al intentar resolver problemas físicos aplicando las ecuaciones diferenciales, el estudiante mejora sus habilidades de Cálculo para modelar problemas de interés para la ingeniería y aprende a resolver cálculos complejos tributando para esta competencia relacionada con la actividad reservada que se refiere a calcular obras (AR1) y su alcance referido a planificar, construir y gestionar las obras arriba indicadas (AL1).

CE3: *“Planificar, diseñar, calcular, proyectar y construir obras e instalaciones para el almacenamiento, captación, tratamiento, conducción y distribución de sólidos, líquidos y gases, incluidos sus residuos.”*  
(Nivel 1)

Las habilidades adquiridas con el Cálculo Avanzado al formular las ecuaciones diferenciales y resolverlas con métodos sofisticados aportan a esta competencia y su conexión directa con la actividad reservada AR1 y su alcance AL1. La justificación, tanto de pertinencia, como del nivel de tributación, es entonces análoga a la descripta anteriormente.

CE17: *“Diseñar, desarrollar, modelar y predecir, las obras, sistemas y procesos de la Ingeniería Civil, aplicando TIC’s herramientas informáticas sencillas e integradas”* (Nivel 2)

La competencia CE17 según el diseño curricular se vincula con todos los alcances y actividades reservadas. En esta asignatura, al aprender a usar el software de cálculo simbólico el estudiante puede observar la gráfica del modelo matemático y la animación del fenómeno físico que se representa comprendiendo el significado de fórmulas complejas. El manejo de este software involucra el dominio de un lenguaje simbólico y su capacidad de encontrar errores y resolverlos para alcanzar los resultados. Esta habilidad es fundamental para la mayoría de los softwares que usa el ingeniero en la actualidad. Esto tributa para esta competencia enseñando herramientas informáticas sencillas e integradas. Las siguientes actividades reservadas AR1, AR2 y AR3 pueden mejorar con el dominio de un software de cálculo simbólico. Los siguientes alcances se benefician con esta asignatura por la habilidad de calcular mediante un software: AL1 (planificar, construir y gestionar obras), AL2 (dirigir, certificar y realizar estudios), AL3 (medir, calcular y representar planimétricamente el terreno).

• Competencias genéricas tecnológicas

CG1: *“Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería”* (Nivel 1)

Al modelar y calcular problemas de ecuaciones diferenciales aplicados a la ingeniería se colabora con esta competencia, a través de habilidades en la manipulación de instrumentos de cálculo para su aplicación en casos prácticos como la difusión del calor y la vibración de ondas (usando las series, integrales y ecuaciones diferenciales parciales).

CG4: *“Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.”* (Nivel 1)

Al usar software para resolución de problemas de ecuaciones diferenciales aplicados a la ingeniería se colabora con el manejo de herramientas de aplicación. Los métodos para resolver las ecuaciones diferenciales resultan técnicas útiles para la profesión.

• Competencias genéricas sociales

CG9: *“Aprender en forma continua y autónoma.”* (Nivel 1)

Los cuestionarios online previos a cada clase obligan al estudiante a estudiar en forma continua y autónoma. Es una manera de aprender a aprender, tributando con esta competencia social al perfil del egresado capaz de atender demandas de autoaprendizaje acordes con los permanentes cambios sociales y tecnológicos.

<b>4. Propósito, objetivos y resultados de aprendizaje</b>
<b>4.1. Propósito</b>
Conocer y aplicar herramientas matemáticas que impacten en el estudio de problemas elementales de la ingeniería, desde la aplicación de su concepción teórica y mediante el uso de software apropiado para su resolución.
<b>4.2. Objetivos establecidos en el Diseño Curricular</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer los errores que se introducen en las distintas etapas en el proceso de construcción de modelos.</li> <li>• Plantear y resolver modelos matemáticos de interés en Ingeniería Civil que involucran ecuaciones diferenciales lineales.</li> <li>• Interpretar y describir los fundamentos, errores, utilidad, ventajas e inconvenientes de métodos numéricos</li> <li>• Seleccionar y aplicar algoritmos de métodos numéricos.</li> <li>• Interpretar y describir los fundamentos, la utilidad, errores, ventajas e inconvenientes de los métodos numéricos para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias.</li> <li>• Aplicar el método de diferencias finitas para la resolución de ecuaciones diferenciales lineales en derivadas parciales.</li> <li>• Aplicar técnicas de discretización en modelos de interés en Ingeniería Civil.</li> <li>• Reconocer y aplicar herramientas y software para la resolución de problemas.</li> </ul>
<b>4.3. Objetos de conocimiento y Resultados de aprendizaje</b>
<p>A continuación, se describen y explican los Resultados de aprendizaje y los Objetos de conocimiento a promover en el desarrollo de la asignatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• RA1: [Resuelve] [Ecuaciones Diferenciales Ordinarias] [para modelar problemas físicos] [obteniendo soluciones analíticas o aproximadas].</li> </ul> <p style="padding-left: 40px;">OC 1: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (25%).</p> <p>En las competencias de egreso CE1, CE3 y CG1 se enuncia el verbo “calcular”. Estas competencias se incrementan al resolver las ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) para encontrar su solución analítica o aproximada. Los diferentes métodos utilizados dan al alumnado capacidades de modelar y resolver problemas como por ejemplo los problemas de mezclas. En la competencia CE17 y la CG4 se explica el interés en “Diseñar, desarrollar, modelar y predecir ..., aplicando TIC’s herramientas informáticas sencillas e integradas”. El uso del software de cálculo simbólico similar a Maple y las planillas de cálculo para métodos de aproximación colaboran con esta competencia.</p>

La competencia CG9 se fomenta mediante la realización de cuestionarios previos a las clases para introducirse en la temática y la realización autónoma de un trabajo integrador con entrega sobre este RA.

- RA2: [Aplica] [el Método de Separación de Variables y el Método de Diferencias Finitas] [para resolver ecuaciones diferenciales parciales] [en la conducción de calor y la vibración de ondas, obteniendo soluciones analíticas o aproximadas discretizando el dominio].

OC 2: Método de Separación de Variables y el Método de Diferencias Finitas (62,5%)

La aplicación del Método de Separación de Variables para resolver ecuaciones diferenciales parciales (EDP) con un software simbólico de cálculo similar a Maple permite comprender las fórmulas complejas al visualizarlas gráficamente. Esto aporta experiencia para las competencias CE17 y CG4 facilitando la comprensión del fenómeno físico (transmisión de calor o vibración de ondas). Este método de cálculo extenso y tedioso favorece la habilidad del estudiante para las competencias CE1, CE3 y CG1. La competencia genérica CG9 se promueve obligando a leer los conceptos teóricos de los Métodos previo a las clases y la realización de un cuestionario con evaluación (aula invertida). El Método de Diferencias Finitas aplicado mediante una planilla de cálculo aporta a las competencias CE17 y CG4. La sencillez de este método para resolver ecuaciones complejas como las diferenciales parciales discretizando el dominio y seleccionando las fórmulas de diferencias adecuadas, brinda un aporte útil para las competencias CE1, CE3 y CG1. Además, se realizan trabajos integradores sobre la transmisión de calor y la vibración de onda en forma autónoma por el alumnado luego de haber practicado el uso del software simbólico en clase (CG9).

- RA3: [Utiliza] [las Series de Fourier] [para aproximar funciones], [reconociendo su importancia como herramienta práctica].

OC 3: Series de Fourier (12,5%)

La utilización de las Series de Fourier se beneficia con el uso del software simbólico donde gráficamente se aprecia la aproximación de las funciones mediante las Series de Fourier. Esto colabora para que el estudiante incremente sus competencias CG4 y CE17. El cálculo de los coeficientes de las Series de Fourier colabora con las capacidades de las competencias CE1, CE3 y CG1 relacionadas con calcular. Por último, la competencia de aprendizaje autónomo CG9 se fomenta al realizar un trabajo fuera de clase con entrega modelando las Series de Fourier y analizando sus gráficos. Además, el aula invertida en la enseñanza de este RA fomenta al aprendizaje autónomo.

--

<b>5. Integración y articulación de la asignatura con el área de conocimiento (horizontal y/o vertical), el nivel de la carrera (horizontal) y el diseño curricular.</b>
--

Para comprender esta asignatura se necesitan las competencias de las asignaturas “Análisis Matemático I” y “Análisis Matemático II” y “Álgebra y Geometría Analítica”. En ese sentido, se debe tener conocimientos sobre funciones de una y dos variables, límite, derivadas, integrales, series, polinomio de Taylor y ecuaciones diferenciales.

En niveles superiores vincula con asignaturas como Puertos (modelo de ondas para el estudio de olas) e Ingeniería Acústica (vibraciones de ondas). Con Análisis Estructural I se vinculan las materias por el uso del mismo software simbólico de cálculo (similar a Maple). Lo que consolida el manejo de la herramienta por los estudiantes.

<b>6. Metodología de enseñanza</b>
------------------------------------

En general, las clases son teórico-prácticas, con carácter expositivo–dialogadas. Se promueve la participación de los estudiantes, y se orienta a la comprensión de los diferentes temas de la asignatura en forma integral. Estas clases presentan la modalidad aula invertida. Previamente a la clase, el Profesor habilita los contenidos correspondientes en el Aula Virtual. Luego de una lectura detenida, los estudiantes realizan un cuestionario con carácter obligatorio al comenzar la clase. La clase se aprovecha con las preguntas y dudas que tuvieron al realizar el cuestionario y el Profesor profundiza y aclara esos conceptos explicando el tema. El método no es completamente Aula Invertida porque el Profesor da explicaciones teóricas para reforzar los conceptos, pero con más participación del alumnado.

Aunque uno de los objetivos primordiales es presentar las ideas de forma intuitiva e interesante para el estudiante que ya posee cierta experiencia en ingeniería, el propósito de la cátedra es expresar las ideas matemáticas con corrección y rigor. Se hace la distinción entre el modelo y la definición matemática. A través de la intuición y la aproximación, se analizan los antecedentes matemáticos, junto con los de la física, conservándose la consistencia que se espera de las matemáticas.

Se incentiva el cálculo computacional con planillas de cálculo y el uso software de cálculo simbólico, buscando en forma permanente, su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería civil. El software de cálculo simbólico utilizado es similar a Maple permite cargar expresiones matemáticas complejas, resolverlas y graficarlas. Además, cuenta con una serie de Tutoriales para Ecuaciones Diferenciales, Álgebra Lineal, Cálculo Vectorial y Análisis Numérico. El dominio de este tipo de software brinda al estudiante una

herramienta potente para usar en todas aquellas asignaturas que requieren cálculos complejos. Las planillas de cálculo se aplican en los Métodos Numéricos de Aproximación para resolver EDOs (Euler y Euler Mejorado) y para resolver EDPs (Diferencias Finitas). Esta herramienta resulta potente para alcanzar niveles de aproximación cercanos a la solución exacta.

El Aula Virtual es una herramienta fundamental de apoyo a las clases, todas las comunicaciones con el alumnado se dan por este medio lo que promueve una comunicación fluida y permanente que es aprovechada por todos los estudiantes. Los cuestionarios, videos, apuntes y tareas se comparten en este ámbito común y de acceso amigable.

Resultado de Aprendizaje <b>RA1</b> : [Resuelve] [Ecuaciones Diferenciales Ordinarias] [para modelar problemas físicos] [obteniendo soluciones analíticas o aproximadas].			
Unidad temática	Estrategias de enseñanza y aprendizaje	Actividades formativas y carga horaria	
		En clase	Fuera clase
Unidad 1 (9 hr) 3 clases	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aula Invertida: entrega de material de repaso sobre EDOs para trabajar de manera autónoma fuera de clase.</li> <li>Resolución de cuestionario.</li> <li>Recapitulación de lo trabajado previamente para aplicarlo en clase.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recapitulación de lo visto fuera de clase. Aclaración de dudas surgidas de los cuestionarios sobre la unidad 1.</li> <li>Los 3 cuestionarios de esta unidad introducen al estudiante sobre EDOs, modelos de población y mezclas, EDOS lineales y EDOS separables, métodos para resolver EDOS analíticamente y por aproximación. (45 min)</li> </ul>	Lectura de apuntes del Aula Virtual previo a cada clase Síntesis y preguntas sobre el tema. (previo a cada clase 1 hr. 15 min. por clase, total 3 hr. 45 min.)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clase magistral interactiva de repaso sobre EDOs</li> </ul>	En esta actividad se fortalecen y repasan saberes previos sobre EDOs asociándolos a problemas reales como los modelos de población y mezclas. Mientras el Profesor expone un concepto teórico, el Estudiante atiende, realiza preguntas, toma notas. (2 hr. 15 min)	Organización de conceptos para aplicar en la Guía Práctica de la Unidad.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolución de Guía de Trabajos Prácticos sobre EDOS métodos exactos y aproximados</li> </ul>	Presentación de guía de ejercicios sobre EDOS. Aplicación de saberes para resolución. Consulta a docentes. Presentación de resultados y devolución. (2 hr)	Finalización de la guía práctica si no alcanzó el tiempo de la clase.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laboratorio de Informática con software simbólico de cálculo</li> </ul>	Introducción al manejo del software simbólico de cálculo. Presentación de ejercicios a realizar sobre EDOS. Realización de gráficos y obtención de resultados de EDOS. (2 hr)	Contrastación de resultados por equipos.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolución del Trabajo Integrador de Unidad 1 modelos reales para resolver EDOs</li> </ul>	Planteo de problema físico sobre EDOs a resolver con el software simbólico de cálculo incluyendo todos los saberes de la unidad. (2 hr)	Resolución de problema y presentación. Cotejo, intercambio. (2 hr)

Resultado de Aprendizaje **RA2**: [Aplica] [el Método de Separación de Variables y el Método de Diferencias Finitas] [para resolver ecuaciones diferenciales parciales] [en la conducción de calor y la vibración de ondas, obteniendo soluciones analíticas o aproximadas discretizando el dominio].

Unidad temática	Estrategias de enseñanza y aprendizaje	Actividades formativas y carga horaria	
		En clase	Fuera clase
Unidad 2 y Unidad 4 (24 hr) 8 clases	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de Cuestionario</li> <li>Recapitulación del Método de Separación de Variables y de Diferencias Finitas para aplicarlos en clase.</li> </ul>	<p>Recapitulación de lo visto fuera de clase. Aclaración de dudas surgidas de los cuestionarios sobre la unidad 2 y la unidad 4.</p> <p>Los 7 cuestionarios de estas unidades introducen al estudiante sobre los métodos de resolución de EDPs, modelos de calor y de onda, Método de Separación de Variables y Métodos de Diferencias Finitas. (2 hr)</p>	<p>Lectura de apuntes del Aula Virtual previo a cada clase</p> <p>Síntesis y preguntas sobre el tema. (previo a cada clase 1 hr. 15 min. por clase, total 9 hr. 45 min)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprendizaje Basado en la Modelación Matemática aplicado a métodos para resolver EDPs</li> </ul>	<p>La introducción a los métodos para resolver EDPs se propone mediante la presentación de un problema a modelar: transmisión de calor o vibración de ondas. Los estudiantes intentan asociar la realidad física con la matemática en esta clase interactiva donde hacen preguntas. En estas unidades se fortalece la comprensión de las EDPs con la realización de ejemplos y su gráfica en el software simbólico y las planillas de cálculo. (8 hr)</p>	<p>Organización de conceptos y casos para aplicar en la Guía Práctica de la Unidad 2.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolución de ejercicios de manera colaborativa por parte de los estudiantes en el Laboratorio de Informática.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ejercitación en clase de guías de trabajos prácticos de manera colaborativa. El estudiante intenta la resolución, consulta a sus compañeros y tiene el apoyo del equipo docente.</li> <li>Manejo del software simbólico de cálculo para la realización de gráficos y obtención de resultados exactos.</li> <li>Uso de planillas de cálculo para discretización de dominios y obtención de resultados aproximados. (10 hr)</li> </ul>	<p>Consulta a docentes. Presentación de resultados y devolución.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de Trabajos Integradores sobre la transmisión de calor y la vibración de onda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planteo de problema de transmisión de calor y vibración de onda a resolver con el software simbólico de cálculo incluyendo todos los saberes de las unidades. (4 hr)</li> </ul>	<p>Resolución de problema y presentación. Cotejo, intercambio. (4 hr)</p>



Resultado de Aprendizaje <b>RA3</b> : [Utiliza] [las Series de Fourier] [para aproximar funciones], [reconociendo su importancia como herramienta práctica].			
Unidad temática	Estrategias de enseñanza y aprendizaje	Actividades formativas y carga horaria	
		En clase	Fuera clase
Unidad 3 (6 hr) 2 clases	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aula Invertida: entrega de material sobre Series de Fourier para trabajar de manera autónoma fuera de clase.</li> <li>Realización de cuestionario.</li> </ul>	Aclaración de preguntas surgidas de los 2 cuestionarios de la Unidad 3 sobre el Análisis de Fourier. Recapitulación sobre las Series de Fourier y profundización de los conceptos atendiendo preguntas. (1 hr).	Lectura de apuntes del Aula Virtual previo a cada clase. Síntesis y preguntas sobre el tema (previo a cada clase 1 hr. 15 min. por clase, total 2 hr. 30 min)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprendizaje Basado en la resolución de un problema de aproximación de Series de Fourier</li> </ul>	El Estudiante, de manera autónoma, describe las características concretas del problema a aproximar con el Análisis de Fourier. Esta tarea le supone recuperar los saberes previos vistos en la Unidad 2 y relacionar los mismos con las actividades que demanda la resolución. Una vez que tenga una idea previa de lo que implica resolver el problema, debe plantear una serie de interrogantes y usando el software simbólico de cálculo busca las posibles soluciones, graficando y constatando la validez de sus resultados. (2 hr. 30 min)	Organización de conceptos y casos para aplicar en resolución de los problemas de Series de Fourier de la unidad.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de Trabajo Autónomo e Integrador aproximando las Series de Fourier</li> </ul>	Planteo de situación problemática a resolver con el software simbólico de cálculo incluyendo todos los saberes de la unidad. El Estudiante asume la organización de su trabajo y la elección de las funciones a aproximar usando las Series de Fourier. (2 hr. 30 min)	Resolución de problema y presentación. Cotejo, intercambio. (2 hr)

## 7. Recomendaciones para el estudio

### Recomendaciones:

- Cálculo Avanzado es una asignatura que incluye conceptos matemáticos complejos a veces difíciles de comprender, tomando las bases del Análisis Matemático y el Algebra Lineal. Por esta razón, se recomienda un repaso de las nociones de derivación, integración, series y polinomios vistos previamente.

- Acceder periódicamente al Aula Virtual para verificar: cronograma de la materia, horarios, cambios de último momento, material de lectura obligatorio y/o opcional, material didáctico subido por la cátedra, rúbricas individuales y grupales, otros.
- Se aconseja llevar la materia al día, ya que los conceptos de las unidades están relacionados y cada unidad usa lo visto en la anterior. Leer antes de cada clase los apuntes correspondientes (aula invertida). Los cuestionarios previos a cada clase sirven para reforzar esta lectura.
- Se fomenta la práctica en software de cálculo simbólico facilita la comprensión de los conceptos a través de gráficos. Se recomienda practicar usando estas herramientas tecnológicas en el laboratorio de Informática.
- Presentar las entregas de trabajos integradores y ejercicios prácticos en tiempo y forma, ya que esta condición tributará a las competencias genéricas.
- Asistir regularmente a las clases para un mejor seguimiento de los temas de la asignatura.

## **8. Metodología y estrategias de evaluación**

La metodología de evaluación tendrá, por un lado, un carácter formativo al obligar a la realización de cuestionarios previos a la clase. Esto fomentará el objetivo de llevar la materia al día, practicar la autoevaluación, el aprendizaje autónomo para sacar más provecho de las clases (CG09). También en este sentido durante las clases se incentiva la participación de los estudiantes acompañando así su proceso de aprendizaje y contando con un panorama más claro del nivel de comprensión alcanzado. Esto colabora para formar un concepto de cada estudiante (evaluación formativa).

Por otro lado, se realizarán trabajos integradores sobre cada resultado de aprendizaje incorporando en estas actividades una estrategia de evaluación formativa y sumativa, que muestre cuánto han comprendido del tema y como pueden relacionarlo con otros conceptos ya vistos. Cada trabajo integrador ofrece un momento para su recuperación y alcanzar así los objetivos del RA.

Los exámenes parciales completan la estrategia sumativa y permiten alcanzar los objetivos de la asignatura. Cada examen parcial tiene su correspondiente recuperatorio.

A continuación, se describen los criterios, las actividades y los instrumentos de evaluación previstos durante el desarrollo de la asignatura para cada recurso de aprendizaje:

Resultado de Aprendizaje <b>RA1</b> : [Resuelve] [Ecuaciones Diferenciales Ordinarias] [para modelar problemas físicos] [obteniendo soluciones analíticas o aproximadas].			
Criterios de evaluación	Actividades de evaluación	Instrumentos de evaluación	Tipo de evaluación (Diagn./Form./ Sumativa) (Auto/co/ Heteroevaluación)
- Identifica el estado de conocimiento de saberes previos que serán fundamentales para el inicio de la asignatura.	- Completar un cuestionario (el primer día de clase)	Cuestionario de evaluación	Diagnóstica Autoevaluación Heteroevaluación Individual
- Sintetiza saberes básicos sobre EDOS (Unidad 1) en forma preliminar del tema a tratar en clase.	Resolución de cuestionario sobre EDOS previo a cada clase.	Cuestionario de evaluación (Aula Virtual)	Diagnóstica Autoevaluación Heteroevaluación Individual
- Resuelve un problema físico aplicando las ecuaciones diferenciales. - Reflexiona sobre las soluciones de sus compañeros.	Resolución de un ejercicio de la Guía de Trabajos Prácticos sobre Modelos de Población y Mezclas.	Observación. Verificación de los resultados mediante lista de cotejo.	Coevaluación entre pares de estudiantes. Foro de preguntas y respuestas en el Aula Virtual.
- Fundamenta el desarrollo del trabajo integrador. - Trabaja colaborativamente en equipo. - Se expresa en lenguaje matemático correctamente.	Trabajo Integrador con software simbólico para resolver un problema práctico de ecuaciones diferenciales ordinarias que abarca todos los conceptos de la unidad.	Rúbrica	Formativa y Sumativa Grupal.
- Relaciona los problemas reales con su modelo matemático. - Aplica el software simbólico de cálculo en forma efectiva.	Examen y Recuperatorio en software simbólico de Cálculo para practicar la resolución de EDOS con resultados exactos y aproximados.	Rúbrica	Sumativa Individual
- Expresa las ideas matemáticas con corrección y rigor. - Describe un modelo matemático a partir de un problema físico real. - Conserva la consistencia teórica esperada.	Examen y Recuperatorio escrito sobre EDOS repaso de los análisis matemáticos con aplicación a problemas reales.	Rúbrica.	Sumativa Individual
- Aplica el software simbólico de cálculo en forma efectiva. - Expresa las ideas matemáticas con corrección y rigor. - Describe un modelo de EDOs a partir de un problema físico real - Conserva la consistencia teórica.	Examen Final Integrador sobre EDOS para aquellos estudiantes que no han alcanzado al Aprobación Directa.	Examen escrito de respuestas abiertas.	Heteroevaluación individual formativa y sumativa

Resultado de Aprendizaje RA2: Aplica] [el Método de Separación de Variables y el Método de Diferencias Finitas] [para resolver ecuaciones diferenciales parciales] [en la conducción de calor y la vibración de ondas, obteniendo soluciones analíticas o aproximadas discretizando el dominio].

Criterios de evaluación	Actividades de evaluación	Instrumentos de evaluación	Tipo de evaluación (Diagn./Form./ Sumativa) (Auto/co/ Heteroevaluación)
- Sintetiza saberes sobre los métodos para resolver EDPs en forma preliminar para luego ejercitar en clase.	Resolución de cuestionario sobre Métodos de resolución de EDPs previo a cada clase.	Cuestionario de evaluación	Diagnóstica Autoevaluación Heteroevaluación Individual
- Resuelve un problema de calor o cuerda vibrante aplicando las ecuaciones diferenciales parciales. - Reflexiona sobre las soluciones entre sus compañeros de grupo. - Trabaja colaborativamente en equipo.	Resolución de un problema de transmisión de calor y de vibración de onda en pequeños grupos de estudiantes.	Observación. Verificación de los resultados mediante lista de cotejo.	Coevaluación entre grupos de estudiantes. En clase los distintos grupos intercambian sus resultados y hacen la devolución oral de las correcciones.
- Fundamenta el desarrollo del trabajo. - Se expresa en lenguaje matemático correctamente.	Trabajo Autónomo con software simbólico para resolver un problema práctico de ecuaciones diferenciales parciales sobre el modelo de calor y de onda, incluye de todos los saberes de la unidad.	Rúbrica.	Formativa y Sumativa Individual.
- Relaciona los problemas de calor y onda con su modelo matemático. - Emplea el software simbólico de cálculo en forma efectiva.	Examen y Recuperatorio sobre resolución de EDPs para modelos de calor y onda en software simbólico de Cálculo.	Rúbrica.	Sumativa Individual
- Expresa las ideas matemáticas con corrección y rigor - Describe los modelos de calor y onda en lenguaje matemático. - Conserva la consistencia teórica esperada.	Examen y Recuperatorio escrito sobre Métodos de Resolución de EDPs asociados al modelo de calor y de onda.	Rúbrica.	Sumativa Individual
- Relaciona los problemas de calor y onda con su modelo matemático. - Expresa las ideas matemáticas con corrección y rigor - Describe los modelos de calor y onda en lenguaje matemático. - Conserva la consistencia teórica esperada.	Examen Final sobre Métodos de Separación de Variables y Diferencias Finitas para aquellos estudiantes que no han alcanzado al Aprobación Directa.	Examen escrito de respuestas abiertas.	Heteroevaluación individual formativa y sumativa

Resultado de Aprendizaje <b>RA3</b> : [Utiliza] [las Series de Fourier] [para aproximar funciones], [reconociendo su importancia como herramienta práctica].				
Criterios de evaluación	Actividades de evaluación	Instrumentos de evaluación	Tipo de evaluación (Diagn./Form./ Sumativa) (Auto/co/ Heteroevaluación)	
- Sintetiza saberes sobre Series de Fourier en forma preliminar del tema a tratar en clase.	Resolución de cuestionario sobre Análisis de Fourier previo a cada clase.	Cuestionario de evaluación.	Diagnóstica Autoevaluación Heteroevaluación Individual	
- Identifica como aproximan funciones las Series de Fourier. - Reflexiona sobre las soluciones de sus compañeros.	Resolución de un ejercicio de Series de Fourier con software simbólico de Cálculo y en forma escrita.	Observación. Verificación de los resultados mediante lista de cotejo.	Coevaluación entre pares de estudiantes de la entrega digital. Heteroevaluación formativa de la entrega escrita.	
- Fundamenta el desarrollo del trabajo integrador. - Trabaja en equipo colaborando. - Se expresa en lenguaje matemático correctamente.	Trabajo Integrador con software simbólico para resolver un problema práctico de Series de Fourier.	Rúbrica	Formativa y Sumativa Grupal.	
- Plantea y calcula las Series de Fourier con sus aproximaciones. - Aplica el software simbólico de cálculo en forma efectiva.	Examen Parcial Práctico y Recuperatorio en software simbólico de Cálculo sobre Análisis de Fourier.	Rúbrica.	Sumativa Individual	
- Expresa las ideas matemáticas con corrección y rigor. - Describe las Series de Fourier con su convergencia y alcances. - Conserva la consistencia teórica esperada.	Examen escrito y Recuperatorio sobre Series de Fourier y sus aplicaciones preservando la consistencia matemática.	Rúbrica.	Sumativa Individual	
- Plantea y calcula las Series de Fourier considerando sus posibles aproximaciones. - Emplea el software simbólico de cálculo en forma efectiva. - Expresa las ideas matemáticas con corrección y rigor. - Describe las Series de Fourier con su convergencia y alcances. - Conserva la consistencia teórica esperada.	Examen Integrador sobre Análisis de Fourier para aquellos estudiantes que no han alcanzado al Aprobación Directa sobre las Series de Fourier y cuando aplicarlas.	Examen escrito de respuestas abiertas.	Heteroevaluación individual formativa y sumativa	Examen es respuestas
<p><b>Condiciones de aprobación:</b></p> <p>La evaluación será del tipo integradora y se desagrega en 2 condiciones:</p> <p>a) Condiciones para la Aprobación Indirecta (cursar)</p> <p>La regularidad se logra mediante:</p>				

- La aprobación de cada uno de los 2 (dos) parciales prácticos o recuperatorios. Quien desaprueba la instancia inicial, deberá aprobar el recuperatorio correspondiente.
- Realizar y aprobar los 10 cuestionarios que se toman durante el cursado previo a las clases. Se puede desaprobado o ausentar en 2 cuestionarios de los 10 como máximo.
- Aprobación de los 4 (cuatro) trabajos prácticos integradores en software de cálculo simbólico. En el caso de entregar un trabajo práctico integrador incompleto el estudiante vuelve a corregirlo hasta alcanzar el nivel esperado por la cátedra.
- 75% de asistencia a clases teórico-prácticas.

b) Condiciones para la Aprobación Directa (aprobar)

Los estudiantes que han aprobado los exámenes parciales prácticos en su instancia inicial (no en el recuperatorio) y que tengan la regularidad por haber cumplido con los requisitos indicados en la aprobación indirecta podrán si lo desean acceder al régimen de aprobación directa. Para ello, tendrán que aprobar dos evaluaciones teóricas durante el cursado. En el caso de desaprobado tendrán que rendir sus respectivos recuperatorios.

Los estudiantes que no alcancen los objetivos de aprobación indirecta deberán recursar la materia.

## 9. Cronograma de clases/trabajos prácticos/exámenes

A continuación, se detalla el cronograma de clases: Número de clase, docentes a cargo, descripción de las unidades teórico y/o prácticas, evaluaciones prácticas para el cursado de la materia, evaluaciones teórico-prácticas para la aprobación directa, etc.

Clase	Docentes a cargo	Descripción Unidades Teórico-Prácticas	Horas en Clase	Horas fuera de Clase
1	Silvina Medus (SM)	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO) Evaluación Diagnóstica	3 hr.	
2	SM Aldana Elía (AE)	Cuestionario N°1 (previo a la clase) Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO) Revisión del Cuestionario N°1 Guía del Trabajo Práctico N°1 sobre EDOs	3 hr.	1 hr. 15 min.
3	SM AE	Cuestionario N°2 (previo a la clase) Métodos Aproximados para EDOs Ecuaciones Diferenciales Parciales (EDP) Revisión del Cuestionario N°2 Guía del Trabajo Práctico N°2 sobre EDPs	3 hr.	1 hr. 15 min.

Clase	Docentes a cargo	Descripción Unidades Teórico-Prácticas	Horas en Clase	Horas fuera de Clase
4	SM AE	Cuestionario N°3 (previo a la clase) EDP: Ecuación del Calor Revisión del Cuestionario N°3 Guía Trabajo Práctico N°3 sobre Ecuación de Calor <b>Entrega Trabajo Práctico Integrador N°1 en software de cálculo simbólico</b>	3 hr.	3 hr. 15 min.
5	SM AE	Cuestionario N°4 (previo a la clase) EDP: Método de Separación de Variables Revisión Cuestionario N°4 Guía Trabajo Práctico N°4 sobre Método de Separación de Variables para transmisión de calor.	3 hr.	1 hr. 15 min.
6	SM AE	Cuestionario N°5 (previo a la clase) EDP: Método de Separación de Variables (continuación) Revisión Cuestionario N°5 Guía Trabajo Práctico N°4 (continuación)	3 hr.	1 hr. 15 min.
7	SM AE	Repaso para la primera evaluación parcial <b>Entrega Trabajo Práctico Integrador N°2 en software de cálculo simbólico</b>	3 hr.	2 hr.
8	SM AE	<b>Primer Examen Parcial Práctico</b> <b>Primer Examen Parcial Teórico</b>	3 hr.	
9	SM AE	Cuestionario N°6 (previo a la clase) Ecuación de la Onda. Revisión del Cuestionario N°6 Guía Trabajo Práctico N°5 sobre Método de Separación de Variables para Vibraciones de Ondas.	3 hr.	1 hr. 15 min.
10	SM AE	Cuestionario N°7 (previo a la clase) Ecuación de la Onda (continuación) Revisión del Cuestionario N°7 Guía Trabajo Práctico N°5 (continuación)	3 hr.	1 hr. 15 min.
11	SM AE	<b>Recuperatorio Primer Parcial Práctico</b> <b>Recuperatorio Primer Parcial Teórico</b>	3 hr.	

Clase	Docentes a cargo	Descripción Unidades Teórico-Prácticas	Horas en Clase	Horas fuera de Clase
12	SM AE	Cuestionario N°8 (previo a la clase) Series de Fourier. Revisión del Cuestionario N°8 Guía Trabajo Práctico N°6 sobre Series de Fourier <b>Entrega Trabajo Práctico Integrador N°3 en software de cálculo simbólico</b>	3 hr.	3 hr. 15 min.
13	SM AE	Cuestionario N°9 (previo a la clase) Series de Fourier (continuación) Revisión del Cuestionario N°9 Guía Trabajo Práctico N°6 (continuación) <b>Entrega Trabajo Práctico Integrador N°4 en software de cálculo simbólico</b>	3 hr.	3 hr. 15 min.
14	SM AE	Cuestionario N°10 (previo a la clase) Diferencias Finitas. Revisión del Cuestionario N°10	3 hr.	1 hr. 15 min.
15	SM	<b>Segundo Parcial Práctico</b>	3 hr.	
16	SM AE	<b>Segundo Recuperatorio Práctico</b> <b>Segundo Examen Parcial Teórico</b>	3 hr.	

## 10. Recursos necesarios

Detalle de los recursos necesarios para el desarrollo de la asignatura:

- **Centro de cómputos con equipamiento informático:** es el espacio ideal para estas clases ya que el uso del software de cálculo simbólico es permanente no sólo en teoría sino también en práctica para mostrar gráficamente las funciones solución a veces complejas para imaginar.
- **Recursos tecnológicos de apoyo:** proyector multimedia, software de cálculo simbólico, planilla de cálculo.
- **Aula Virtual:** a través de este ambiente se establece una comunicación fluida con el alumnado, subiendo apuntes y guías de trabajos prácticos, realizando cuestionarios para autoevaluación, usando foros para consultas y entregando tareas como los trabajos integradores.



<b>11. Función Docencia</b>
<b>11.1 Reuniones de asignatura y área</b>
La cátedra se organiza mediante reuniones semanales para revisar los contenidos a dictar revisar el cuestionario y la guía de trabajos prácticos correspondientes. Así se logra un mismo criterio entre Profesor y Ayudante sobre los objetos del conocimiento vistos en cada semana. En los momentos de corrección de los Trabajos Integradores y los Exámenes Parciales se coordinan reuniones extras para resolver las dudas que pudieran surgir y revisar las rúbricas para la corrección.
<b>11.2 Orientación de las y los estudiantes</b>
No aplica a esta asignatura las actividades de trabajo de campo ni las pasantías.
<b>11.3. Atención de las y los estudiantes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previo a la clase los estudiantes deben realizar una lectura del apunte teórico de la semana y el día de la clase realizar un Cuestionario sobre esa temática así se logra un mejor aprovechamiento de la clase.</li> <li>• Posterior a la clase teórica deben completar la Guía de Trabajos Prácticos para llevar la materia al día y poder resolver sus dudas en la siguiente clase.</li> <li>• Las fechas de exámenes parciales teóricos, prácticos y recuperatorios son indicados en el cronograma del Aula Virtual, para que el alumnado pueda registrar esos días con anticipación.</li> <li>• La recuperación de los Trabajos Integradores se hace en la clase posterior a su entrega, para aquellos estudiantes que no han alcanzado la aprobación. Estas fechas se informan por mensajes del Aula Virtual.</li> <li>• Todas las actividades se recuerdan a los estudiantes a través de los Avisos del Aula Virtual.</li> </ul>

<b>12. Proyectos de Investigación en los que participa (si corresponde)</b>
<b>Nombre del Proyecto:</b> BBMSEC441: “Estrategias de mitigación de la Huella de Carbono Portuaria generada por el transporte carretero de cargas”
<b>Grupo de Investigación:</b> GEIA
<b>Director:</b> Escudero, Daniela
<b>Tipo de proyecto:</b> Proyecto de Investigación UTN sin incorporación al programa de incentivos.
<b>Fecha de Inicio:</b> 01/04/2025 <b>Fecha de Finalización:</b> 31/03/2027

12. Proyectos de Investigación en los que participa (si corresponde)	
<b>Nombre del Proyecto:</b> PID: BBMSTCI329. “Análisis y construcción de respuestas locales a las transformaciones en el contexto del cambio climático”.	
<b>Grupo de Investigación:</b> GEIA	
<b>Director:</b> Sartor, Aloma Silvia	
<b>Tipo de proyecto:</b> Proyecto de Investigación con incorporación al programa de incentivos.	
<b>Fecha de Inicio:</b> 01/04/2025	<b>Fecha de Finalización:</b> 01/04/2024

12. 1 Impacto del proyecto de investigación en la cátedra.
Debido a mi formación de posgrado “Master en Tecnologías de la Información Geográfica”, es que el impacto de mi tarea de investigación se asocia al tema de la materia electiva a mi cargo “Introducción a los Sistemas de Información Geográfica”. Por este motivo es que mi aporte como investigadora esta descripto en la Planificación de dicha materia y no en este documento.

13. Información Complementaria función Investigación y Extensión (si corresponde)
13.1. Lineamientos de Investigación de la cátedra
En la Planificación de la materia electiva “Introducción a los Sistemas de Información Geográfica se describen los lineamientos de la tarea investigativa.

13.2. Lineamientos de Extensión de la cátedra
Las actividades de Extensión están descriptas en la Planificación de la materia electiva “Introducción a los Sistemas de Información Geográfica”.

13.3. Actividades en las que pueden participar las/os estudiantes
Si bien la temática de Cálculo Avanzado no es la de los proyectos de investigación en los que participo, sirve para conocer a estudiantes e informarlos sobre los proyectos de investigación y de extensión existentes y así despertar su interés en participar.

14. Contribución de la asignatura a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS - opcional)
Cálculo Avanzado no aplica en este inciso.