

Asignatura: Análisis Matemático II (Ingeniería Mecánica)

Profesor: Franco Ezequiel Dotti

Año: 2022 (primer cuatrimestre)

ANÁLISIS DE LA ASIGNATURA

OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

Esta asignatura está fuertemente asociada al desarrollo del razonamiento deductivo y de la aptitud analítica del estudiante. Permite además incorporar herramientas de cálculo que son fundamentales para el estudio de problemas complejos correspondientes a los cuatro campos esenciales de la ingeniería mecánica: mecánica del continuo, mecánica del sólido indeformable, mecánica de los fluidos y transferencia de calor. Así, Análisis Matemático II constituye un elemento de trascendental importancia en la formación del perfil del ingeniero, influyendo en su desarrollo profesional y en su potencial creador e innovador.

A manera de listado de puntos clave, las competencias de la asignatura pueden establecerse de la siguiente manera:

- Contribuir a la formación del pensamiento lógico-deductivo del estudiante de ingeniería.
- Incrementar la capacidad de análisis y de revisión crítica del estudiante con el objetivo de acrecentar su aptitud para el abordaje de problemas complejos de ingeniería.
- Generalizar y extender los conocimientos matemáticos con la que ya cuenta el estudiante de cursos previos, e incorporarle nuevos conceptos. Así, se pretende dotar al estudiante de herramientas necesarias para la modelación de sistemas y fenómenos físicos asociados a su futura profesión.
- Propiciar la completa comprensión matemática por parte del estudiante de fenómenos físicos asociados a su profesión, simples y complejos, que no pueden ser abordados únicamente empleando conceptos de los cursos introductorios de Cálculo.
- Proporcionar al estudiante entrenamiento en el abordaje analítico de problemas físicos mediante el empleo de herramientas avanzadas de cálculo. Se pretende lograr que el estudiante reconozca la importancia y utilidad de estas herramientas, y que cuente con ellas como primera opción a la hora de enfrentarse a situaciones problemáticas en el marco de su profesión.

CONTENIDOS

Los contenidos a desarrollarse durante el dictado de la asignatura son los siguientes:

- Ecuaciones diferenciales.
- Funciones de varias variables.
- Derivadas parciales.
- Integrales múltiples.
- Cálculo vectorial.

ANÁLISIS DE LOS CONTENIDOS

Ecuaciones diferenciales. Definición de ecuación diferencial ordinaria. Orden y grado. Conceptos de linealidad y no linealidad. Soluciones de una ecuación diferencial: general y particular. Ecuaciones de primer orden: variables separables y de Bernoulli. Ecuaciones lineales de primer orden y de orden superior. Ecuaciones lineales homogéneas con coeficientes constantes. Ecuaciones completas. Método de los coeficientes indeterminados. Aplicaciones a la Ingeniería Mecánica.

Objetivo: Lograr que el estudiante incorpore nociones de técnicas de resolución analítica de ecuaciones diferenciales ordinarias, cuantificando también las limitaciones de estas técnicas en el abordaje de problemas de ingeniería. El manejo de las ecuaciones diferenciales es esencial en la modelación en el medio continuo y en el sólido rígido, como así también en dinámica de fluidos y transferencia de calor.

Funciones de varias variables. Regiones en el plano. Funciones de dos variables. Dominio e imagen. Gráfica de una función. Curvas de nivel. Límite de funciones de dos variables. Continuidad y discontinuidad de funciones de dos variables. Propiedades.

Objetivo: Lograr que el estudiante comprenda y asimile las características básicas de funciones de dos variables y de variables múltiples mediante el análisis de sus propiedades.

Derivadas parciales. Definición e interpretación geométrica. Derivación parcial y continuidad. Diferenciabilidad. Relación entre los conceptos de continuidad, derivabilidad y diferenciabilidad. Derivada direccional. Vector gradiente. Derivación de funciones compuestas. Derivadas parciales sucesivas. Diferenciales. Diferenciales sucesivos. Derivada de funciones implícitas.

Objetivo: Lograr que el estudiante adquiera habilidad y entrenamiento en el cálculo de derivadas de funciones de más de una variable y que incorpore los conceptos de derivabilidad y diferenciabilidad. Propiciar la comprensión por parte del estudiante del papel que juegan las derivadas parciales en la modelación de fenómenos asociados a su profesión, especialmente en el espacio físico tridimensional junto al dominio temporal. Lograr que el estudiante comprenda la importancia del concepto de gradiente de una magnitud física dadas sus innumerables aplicaciones en la Física, especialmente en electromagnetismo y mecánica de fluidos.

Integrales múltiples. Integrales dobles. Evaluación de integrales dobles. Áreas y volúmenes. Integrales dobles en coordenadas polares. Área de una superficie. Integrales triples. Integrales triples en coordenadas cilíndricas y esféricas. Aplicaciones.

Objetivo: Lograr que el estudiante adquiera habilidad y entrenamiento en el cálculo de integrales múltiples en distintos marcos de referencia. Propiciar la comprensión por parte del alumno de la aplicabilidad del concepto de integrales múltiples en diversas aplicaciones de ingeniería. En estas últimas se cuentan el cómputo de volúmenes e hipervolúmenes, el cálculo de masa de un sólido en el espacio y el cálculo de centroides, momentos estáticos, segundos momentos de área, productos de inercia y momentos de inercia.

Cálculo vectorial. Función vectorial. Definiciones fundamentales. Campos vectoriales. Divergencia y rotor de un campo vectorial. Integrales de línea. Interpretación geométrica de integrales de línea. Independencia de la trayectoria. Integral sobre una curva cerrada. Circulación de un campo vectorial. Teorema de Green. Integral de superficie. Flujo de un campo vectorial. Teorema de la divergencia o de Gauss. Teorema de Stokes. Aplicaciones.

Objetivo: Lograr que el estudiante adquiera habilidad y entrenamiento en la resolución de problemas mediante el cálculo vectorial. Lograr que el estudiante asocie el concepto de integral de línea al cálculo de trabajo de un campo, que asocie el concepto de integral de superficie a la mecánica de fluidos y que comprenda las relaciones entre los distintos tipos de integrales mediante los teoremas análogos al Teorema Fundamental del Cálculo para mayores dimensiones: los teoremas de Green, de Stokes y de Gauss.

METODOLOGÍA DE TRABAJO DE LA CÁTEDRA

Al inicio del ciclo académico se notifica a los alumnos de los horarios de clase, el régimen de cursado y promoción, las fechas de exámenes, los contenidos de la asignatura, el programa analítico y la bibliografía sugerida.

Durante las clases teóricas el docente realiza una exposición dialogada con sus estudiantes donde se presentan y analizan los conceptos de la materia, la interpretación física y geométrica de los mismos, las técnicas de resolución de problemas y ejemplos de aplicación. La cátedra provee a los estudiantes de diapositivas en forma de presentación de PowerPoint con los contenidos de cada clase, como así también las mismas en formato de documento portable de Adobe Reader. No obstante, se promueve fuertemente la consulta de bibliografía pertinente. Los principales libros de consulta corresponden a: “Cálculo de Varias Variables” de George Thomas, “Ecuaciones Diferenciales” de Dennis Zill y Michael Cullen, “Advanced Engineering Mathematics” de Erwin Kreyszig y “Cálculo Multivariable” de James Stewart.

Se proponen diferentes actividades para que los alumnos realicen en forma individual y/o grupal:

- Resolución de trabajos prácticos, uno por cada unidad temática. Los trabajos prácticos son un conjunto de ejercicios secuenciales y jerarquizados. Se sugiere al estudiante que lea detenidamente y comprenda la teoría asociada antes intentar resolver los ejercicios de los trabajos prácticos correspondientes a cada clase. No se le facilita al estudiante los resultados de los ejercicios propuestos, sino que se le instruye en su resolución en el programa *Mathematica*, con el objeto de que pueda por su cuenta realizar el chequeo de los resultados. El programa se provee desde la cátedra, como también clases de consulta y un instructivo básico para su utilización.
- Resolución de una colección de problemas de la práctica empleando el programa *Mathematica*. Esta actividad es opcional y pretende estimular al estudiante en el empleo de una herramienta computacional, cuyo manejo trasciende a la asignatura, pudiendo resultarle útil durante toda su carrera y también posteriormente en su actividad profesional.
- Realización de proyectos empleando el programa *Mathematica* como instancia de aprobación directa para alumnos que alcancen un nivel de excelencia durante el cursado.

Se hace amplio uso del recurso de Aula Virtual, lo cual permite que los alumnos accedan previamente al material de clase antes mencionado. Además, la cátedra cuenta desde el año 2019 con su propia página de Facebook y desde 2020 con un canal de YouTube asociado. Se apunta con esto a incrementar la participación y la comunicación entre estudiantes, docentes auxiliares, tutores y profesor responsable de la cátedra. En el año 2020 se ha comenzado con la utilización de YouTube como recurso.

TÉCNICAS DE EVALUACIÓN

Al inicio del ciclo académico se realiza una evaluación diagnóstica, que tiene como objeto determinar los conocimientos previos de los alumnos. Así, se logra al inicio del cursado una perspectiva global acerca de la población a la que estará dirigido el curso, lo que permite generar una base a partir de la cual se proyecta el trabajo de la cátedra.

Además de la clásica evaluación formal, con parciales, recuperatorios y final, la evaluación del cursado cuenta con una evaluación informal. La evaluación informal del desempeño de los alumnos a lo largo del cursado es constante mediante la participación de los mismos en las discusiones propuestas por los docentes durante el desarrollo de las clases teóricas y prácticas.

En cuanto a la evaluación formal, se realiza la evaluación parcial de la asignatura mediante tres exámenes práctico-metodológicos, cuya aprobación es necesaria para cumplimentar el cursado de la materia. Estos exámenes cuentan con una instancia única de recuperación a fin del curso. Luego de haber aprobado el cursado (parciales y/o recuperatorio), la asignatura se aprueba mediante un examen final que engloba todos los contenidos teóricos y prácticos, combinando conceptos, problemas abstractos y problemas con aplicación práctica en ingeniería (trabajo, sistemas conservativos y no conservativos, flujo de fluidos, cálculo de momentos de inercia, vibraciones, etc.). Las fechas de exámenes finales son las establecidas en el Calendario Académico.

Por su parte, la modalidad de “aprobación directa” se presenta como optativa para el alumno. Para optar por ella se requiere que el alumno apruebe el cursado (parciales y/o recuperatorio), y también un cuestionario teórico que involucra la teoría del curso asociada a los tres parciales prácticos, y que es evaluado al final del cuatrimestre. La aprobación directa culmina con la resolución de un examen parcial adicional o bien de un problema complejo propuesto por la cátedra a resolver empleando el programa computacional *Mathematica*. El examen de aprobación directa consiste en un “cuarto examen parcial” teórico-práctico, cuyos temas corresponden a aquéllos que no han sido evaluados durante el cursado, ya sea por imposibilidad de calendario o por decisión previa del cuerpo docente. Este examen de aprobación directa se realiza generalmente en la primera o segunda fecha calendario de exámenes finales, inmediatamente posterior a la finalización del curso. La nota final del alumno corresponderá al promedio aritmético entre las notas de los tres exámenes parciales del cursado, el cuestionario teórico y de la instancia en que haya aprobado el examen de aprobación directa. En caso de malograrse el examen de aprobación directa, el alumno pierde esta posibilidad, pasando automáticamente al régimen convencional de examen final. El mencionado problema propuesto para resolver en *Mathematica*, estará constituido por varias actividades que involucren la modelización matemática y reemplazará al examen de aprobación directa únicamente en el caso de alumnos que aprueben las instancias parciales de cursado y aprobación directa sin la necesidad de un examen recuperatorio y con

puntuación mayor a 80% en promedio. Esta última opción apunta a premiar el esfuerzo y dedicación del estudiante.

ARTICULACIÓN

Análisis Matemático II es una asignatura que se dicta en las carreras de ingeniería durante el primer cuatrimestre del segundo año. Este curso en particular se dicta mayoritariamente a alumnos de Ingeniería Mecánica. Análisis Matemático II se vale de los conceptos de Análisis Matemático I y Álgebra y Geometría Analítica, asignaturas que deben cursarse previamente por motivos de correlatividad. Por su parte, los conocimientos adquiridos en el cursado de esta asignatura permite comprender completamente fenómenos presentados originalmente en Física I, como puede ser la caída libre de un objeto considerando rozamiento viscoso.

Análisis Matemático II proporciona al estudiante las herramientas de cálculo necesarias para el abordaje de la Mecánica de Sólidos, tanto desde los enfoques euleriano como lagrangiano. El tratado de ecuaciones diferenciales ordinarias tiene como una de sus aplicaciones principales la teoría de vibraciones mecánicas. No obstante, el espectro es mucho más amplio si se tiene en cuenta que la clásica ecuación de la Segunda Ley de Newton del Movimiento es una ecuación diferencial ordinaria. La noción de sistemas de ecuaciones diferenciales es el prelude al tratamiento de la Teoría de la Elasticidad, abordada en Estabilidad II y a la formulación de Navier-Stokes correspondiente a Mecánica de los Fluidos. El cálculo vectorial permite definir conceptos cruciales, como campos conservativos y disipativos, flujo incompresible e irrotacional, y flujo a través de membranas permeables. Entre infinidad de aplicaciones, la noción de derivadas parciales se emplea en la modelación de procesos de transferencia de calor y mecánica del medio continuo, ambos temas esenciales en la formación de un ingeniero mecánico. En el caso de electromagnetismo, el concepto generalizado de integral es la herramienta fundamental para la comprensión y empleo de las Leyes de Maxwell.

Por último, en la asignatura Cálculo Avanzado se presentan al estudiante métodos numéricos de resolución de ecuaciones diferenciales. Esto representa un complemento del abordaje de Análisis Matemático II, donde se resuelven únicamente aquéllas ecuaciones diferenciales que cuentan con solución exacta. La herramienta computacional empleada y sugerida al estudiante por parte de esta cátedra, *Mathematica*, es la misma empleada en Cálculo Avanzado tanto para la enseñanza de métodos numéricos como para el análisis de señales.



Dr. Franco Ezequiel Dotti
Leg. 50137