

Asignatura: **Computación y Cálculo Numérico**

Código: 10-04072

RTF

7

Semestre: Tercero (IQ) Cuarto (IAG, IAMB, ICI, IEM, IM, IIND), Sexto (IAER)

Carga Horaria

96

Bloque: Ciencias Básicas

Horas de Práctica

24

Departamento: Computación

Correlativas:

- Análisis Matemático I
- Álgebra Lineal

Contenido Sintético:

- Introducción a la Computación Científica
- Fundamentos de la Programación Estructurada
- Entrada y salida de información
- Introducción al Cálculo Numérico
- Resolución numérica de ecuaciones y sistemas de ecuaciones
- Interpolación y aproximación de funciones
- Diferenciación e integración numérica
- Resolución numérica de ecuaciones diferenciales
- Aplicaciones de las ecuaciones diferenciales y modelado

Competencias Genéricas:

- CG1: Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG4: Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.
- CG9: Competencia para aprender en forma continua y autónoma.

Aprobado por HCD: 738-HCD-2024

RES: Fecha: 04/10/2024

Presentación

La Computación y el Cálculo Numérico son herramientas esenciales en la formación de los ingenieros, y la inclusión de una asignatura que aborde estos temas, en los planes de estudio de las carreras de ingeniería, es crucial para garantizar que los graduados cuenten con las habilidades necesarias para desempeñarse efectivamente en sus áreas de especialización.

La Computación se ha vuelto omnipresente en la vida cotidiana, y su uso en la ingeniería es fundamental. La mayoría de las aplicaciones de ingeniería requieren el procesamiento y análisis de grandes cantidades de datos, y las herramientas informáticas se han vuelto esenciales para realizar estos cálculos de manera efectiva. Los ingenieros necesitan conocimientos sólidos en programación y algoritmos para poder implementar soluciones eficientes y escalables a los problemas complejos que se presentan en su trabajo diario. La Computación y el Cálculo Numérico son las disciplinas que proporcionan a los ingenieros las herramientas necesarias para abordar estos problemas.

El Cálculo Numérico es una rama de las matemáticas que se enfoca en el desarrollo de algoritmos y técnicas computacionales para resolver problemas matemáticos que no pueden resolverse de forma analítica. Los problemas numéricos que se presentan en la ingeniería, como la solución de ecuaciones diferenciales, la optimización y el procesamiento de señales, no tienen solución analítica, por lo que se requieren métodos numéricos para obtener una solución aproximada, pero suficientemente precisa a los fines ingenieriles. Los ingenieros deben estar familiarizados con las técnicas numéricas y ser capaces de implementarlas en un entorno de programación para resolver problemas complejos.

La inclusión de una asignatura de Computación y Cálculo Numérico en los planes de estudio de las carreras de ingeniería proporciona a los estudiantes una base sólida en programación y algoritmos, así como en técnicas numéricas para resolver problemas de ingeniería. Los estudiantes adquirirán habilidades para desarrollar programas en lenguajes de programación (como Python) y también aprenderán técnicas numéricas fundamentales, como la interpolación, integración y solución de ecuaciones diferenciales.

Además, una asignatura de Computación y Cálculo Numérico en los planes de estudio de las carreras de ingeniería también prepara a los estudiantes para trabajar en equipos interdisciplinarios con otros profesionales de la ciencia y la ingeniería.

Por otro lado, en el mundo actual, la tecnología está presente en la mayoría de los campos de la ingeniería. Las herramientas y programas de software se están utilizando cada vez más para el diseño, análisis y simulación de sistemas, procesos y estructuras. Por lo tanto, la capacidad de utilizar y aplicar herramientas de software es una habilidad importante que los ingenieros deben poseer para tener éxito en el campo laboral.

En este sentido, la asignatura de Computación y Cálculo Numérico ofrece a los estudiantes una comprensión teórica y práctica de cómo las herramientas de software pueden ser utilizadas para resolver problemas matemáticos y numéricos en la ingeniería.

Otro beneficio de esta asignatura es que ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades de programación. Los lenguajes de programación (como Python), se utilizan ampliamente en la resolución numérica de problemas en la ingeniería. Los estudiantes que cursen esta asignatura tienen la oportunidad de aprender cómo escribir código eficiente y efectivo para la resolución de problemas matemáticos y numéricos.

Además, esta asignatura es fundamental para la investigación y el desarrollo en la ingeniería. La simulación y modelado numérico son herramientas importantes en el estudio de nuevos sistemas y tecnologías. Por lo tanto, los estudiantes que toman esta asignatura

desarrollan habilidades que les permiten contribuir a la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías.

En resumen, la asignatura Computación y Cálculo Numérico es esencial para los estudiantes de ingeniería porque les proporciona habilidades y conocimientos que son fundamentales para el éxito en su campo laboral. Los estudiantes aprenden cómo utilizar herramientas de software para resolver problemas matemáticos y numéricos en la ingeniería, lo que les permite ser más efectivos y eficientes en el diseño, análisis y simulación de sistemas y procesos. Además, los estudiantes desarrollan habilidades de programación y aprenden cómo contribuir a la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías. En general, la inclusión de esta asignatura en los planes de estudio de las carreras de ingeniería es esencial para la formación de ingenieros competentes y preparados para enfrentar los desafíos del mundo actual.

Contenidos

Unidad N°: 1

Título: Introducción a la Computación Científica

Contenidos: La Computación Científica. La Computación Científica en Ingeniería. Aplicaciones. Los lenguajes de programación de la Computación Científica. El lenguaje de programación. El lenguaje de programación como calculadora. Tipos de datos básicos. Gestión de paquetes. Expresiones Lógicas y Operadores. Variables y Estructuras Básicas de Datos. Variables y asignación. Cadenas y listas. Introducción a los arreglos

Unidad N°: 2

Título: Fundamentos de la Programación Estructurada

Contenidos: Funciones. Conceptos básicos. Definición de funciones. Ejecución y operación de funciones. Funciones lambda. Estructuras de decisión. La instrucción if-else. Formas compactas. Estructuras de repetición Ciclos for. Ciclos while.

Unidad N°: 3

Título: Entrada y salida de información

Contenidos: Funciones de entrada y salida estándar. Ingreso de información por teclado. Lectura de secuencias por teclado. Entradas con requisitos. Salida de información por pantalla. Control del número de decimales. Lectura y escritura de archivos. Archivos de texto. Escritura de archivos de texto. Lectura de archivos de texto. Lectura y escritura de arrays. Archivos csv. Escritura de archivos csv. Lectura de archivos csv. Otras librerías. Gráficos científicos. El paquete de graficación. La interfaz de graficación. Gráficos 2D. Gráficos 3D. Gráficos paramétricos. Gráficos de dispersión. Superficies. Isolíneas

Unidad N°: 4

Título: Introducción al Cálculo Numérico

Contenidos: Conceptos fundamentales. Definiciones de error. Tipos de errores numéricos. Errores de redondeo. Errores de truncamiento. Error numérico total.

Unidad N°: 5

Título: Resolución numérica de ecuaciones y sistemas de ecuaciones

Contenidos: Resolución numérica de ecuaciones. Planteo del problema. Tolerancia. Iteración de punto fijo. Búsqueda de raíces. Operaciones matriciales. Sistemas de ecuaciones lineales. Solución de sistemas de ecuaciones lineales. Inversión de matrices. Valores propios y vectores propios.

Unidad N°: 6

Título: Interpolación y aproximación de funciones

Contenidos: Interpolación lineal. Interpolación polinomial. Interpolación con splines. Regresión por mínimos cuadrados. Regresión lineal. Casos linealizables. Regresión polinomial.

Unidad N°: 7

Título: Diferenciación e integración numérica

Contenidos: El problema de la diferenciación numérica. Diferencias finitas divididas. Aproximaciones de orden superior. El problema de la integración numérica. Reglas del trapecio y de Simpson. Funciones para integración numérica.

Unidad N°: 8

Título: Resolución numérica de ecuaciones diferenciales

Contenidos: Ecuaciones diferenciales. Ecuaciones diferenciales ordinarias (EDOs). Reducción del orden. Problemas de valores iniciales. El método de Euler. Problemas de contorno. Funciones para resolver problemas de valores iniciales y de contorno.

Unidad N°: 9

Título: Aplicaciones de las ecuaciones diferenciales y modelado

Contenidos: Principios del modelado matemático. Los modelos matemáticos y el método científico. Sistemas. Modelos. Parámetros. Variables de estado. Términos fuente. Modelos estacionarios e inestacionarios. Modelos agregados y distribuidos. Modelos de base física, conceptuales y empíricos. Modelos determinísticos y estocásticos. Etapas del modelado: calibración, validación, simulación.

Modelado con EDOs de primer orden. Modelado con sistemas de EDOs de primer orden. Otros modelos basados en EDOs. Modelos basados en ecuaciones diferenciales en derivadas parciales (EDPs).

Metodología de enseñanza

El desarrollo de las clases se organiza en dos encuentros presenciales semanales (de 3 horas cada uno), denominados respectivamente *clase teórico-práctica* y *laboratorio*.

Clases teórico-prácticas

La metodología de enseñanza en las clases teórico-prácticas se centra en encuentros presenciales donde, para cada unidad temática, se presenta un problema-desafío que

finalmente podrá ser abordado con los conceptos y herramientas a desarrollar. Se espera que este problema-desafío cumpla la función de disparador del interés y la curiosidad de los estudiantes ante la nueva temática planteada, así como que valoren la importancia y la implicancia de los nuevos contenidos en su formación como ingenieros. Luego, se procede al desarrollo del contenido utilizando la estrategia de exposición dialogada mediante material multimedia. A medida que se avanza con los contenidos propuestos, se intercala la ejemplificación guiada de ejercicios y problemas; ejercitación que, dada la naturaleza de la asignatura, es eminentemente de carácter experimental, a través del uso de herramientas de software que permitan a los estudiantes encarar la solución de problemas matemáticos en forma eficiente y eficaz, evaluando los resultados antes distintas entradas y detectando y corrigiendo eventuales errores. Finalmente, se desarrollará una actividad áulica de solución de problemas (del estilo del problema disparador inicialmente planteado) donde los estudiantes aplicarán los conceptos y herramientas adquiridas a la resolución de situaciones problemáticas típicas de ingeniería, abordables en esta etapa de su desarrollo curricular. Es de destacar que en las últimas unidades temáticas (8 y 9) este proceso se intensifica con el objetivo de que, finalmente, los estudiantes adquieran la habilidad de plantear y resolver por sus propios medios, a través de las herramientas de software correspondientes, modelos matemáticos que describan problemas de interés ingenieril y de ese modo, adquieran la capacidad de aprender en forma autónoma en el futuro, y resolver situaciones problemáticas a la que los enfrente la práctica profesional. El enfoque de enseñanza basada en la resolución de problemas y la construcción de conocimientos compatibiliza con el desarrollo y solución de modelos, fin último de la asignatura. Estas clases teórico-prácticas *podrán* ser dictadas en cualquier aula con la capacidad adecuada a la demanda a satisfacer.

Laboratorio

En el siguiente bloque horario de 3 horas, se desarrollará la actividad de laboratorio. Estos encuentros se centran y desarrollan en la actividad áulica de los estudiantes. El docente actuará como guía y tutor en el desarrollo, por parte de los alumnos, de un conjunto de ejercicios propuestos, en correspondencia con la temática abordada en la clase teórico-práctica previa. Los alumnos desarrollarán la solución mediante el uso de software, escribiendo instrucciones y códigos en Python para resolver los ejercicios propuestos, y desarrollarán también la actitud crítica que les permita evaluar la eficacia de las soluciones propuestas, mediante conjuntos de datos de prueba, pruebas de escritorio, entre otras metodologías. Por su carácter eminentemente práctico, estas clases *deberán* ser desarrolladas en aula con computadoras.

Todo este planteo metodológico, si bien se centra en la presencialidad, se potencia y apoya en el uso del aula virtual como elemento ordenador y de interacción docente-estudiante o estudiante-estudiante, más allá de los horarios de dictado. En este sentido, herramientas como foros, consultas, autoevaluaciones, serán de uso primordial para este propósito. Incluso, la misma gestión académica de la asignatura se realiza en el mismo ambiente virtual (UV).

Evaluación

Fundamento

En el convencimiento de que el aprendizaje se demuestra (y en ese orden) en el *saber* y en el *saber hacer*, se plantea en primer lugar, y como condición para acceder a la siguiente etapa, un proceso de evaluación conceptual a lo largo de la cursada (evaluación continua) y finalmente, y como condición para la aprobación de la asignatura, una evaluación práctica final. Se considera que esta metodología genera en el estudiante el hábito de la revisión permanente de los conceptos de la materia, motivando a la adquisición de los conocimientos a través de un continuo en lugar del esquema tradicional de exámenes parciales puntuales.

Instancias de evaluación

Se plantean dos instancias de evaluación:

Evaluaciones Conceptuales Continuas (ECC). A lo largo de la cursada, y una vez finalizado el dictado de cada Unidad, los estudiantes rendirán una Evaluación sobre los contenidos conceptuales de la misma. Estas evaluaciones serán de carácter objetivo (por ejemplo: Opción Múltiple - Verdadero-Falso - Emparejamiento), y se calificarán con un rendimiento parcial máximo de acuerdo a la Tabla indicada. Estas ECC se desarrollarán, en forma presencial en Aula de Computación, a través de la plataforma Moodle (FCEFYN Virtual). La Calificación Final de este ítem se obtendrá por simple sumatoria de las calificaciones parciales descritas. Las ECC se desarrollarán antes del inicio de la clase (pero dentro del horario oficial de dictado de la asignatura) indicada en el Cronograma de Clases a presentar a los estudiantes.

ECC Unidad	Rendimiento
1	8 %
2	16 %
3	14 %
4	6 %
5	12 %
6	10 %
7	10 %
8	12 %
9	12 %
Total	100 %

Evaluación Práctica Integradora (EPI). Una vez finalizado el desarrollo de la asignatura, los estudiantes que hubieren alcanzado un rendimiento igual o superior al 40% (cuarenta por ciento) en las Evaluaciones Conceptuales Continuas podrán realizar una Evaluación Práctica Integradora sobre todos los contenidos de la asignatura. El Examen será calificado de 0 a 100%, con una calificación mínima de 40% para su aprobación. Se prevé una instancia de recuperación del mismo.

Instrumentos de evaluación

Debido al carácter objetivo de las Evaluaciones Conceptuales Parciales, se dispone, para cada una de ellas, de una pauta predefinida de evaluación.

En el caso de la Evaluación Práctica Integradora, se dispone de una Rúbrica que permite:

- Comunicar expectativas de evaluación a los estudiantes.
- Alinear los Resultados de Aprendizaje predefinidos con las tareas y evaluaciones del curso.
- Acotar la subjetividad en la calificación de la evaluación

Dado el carácter práctico de esta evaluación, los niveles de logro definidos en la rúbrica son:

- Identifica adecuadamente el problema
- Plantea conceptualmente la solución
- Utiliza las herramientas pertinentes
- Obtiene resultados correctos

De esta forma, la dimensión de los Resultados de Aprendizaje, en esta instancia evaluativa, quedará descrita por cada uno de los ejercicios/problemas propuestos.

Condiciones de aprobación

Regularidad

Lograrán la condición de regular los estudiantes que alcancen un rendimiento igual o superior al 40% (cuarenta por ciento) en las Evaluaciones Conceptuales Continuas.

Promoción

Los estudiantes que durante la cursada hayan aprobado la Evaluación Práctica Integradora, alcanzarán la Promoción del curso. La calificación se obtendrá como:

$\text{Nota final} = (\text{ECC} + \text{EPI})/20$
--

en escala de 0 a 10 redondeado al entero más próximo.

Modalidad de examen

El examen final de la asignatura se rendirá, previa inscripción en el sistema Guaraní, en las fechas y horarios que la Facultad habilite y publique a tal fin, en correspondencia con los turnos de exámenes previstos en el Calendario académico. Se prevén dos modalidades de examen:

Examen regular

Los alumnos que se encuentren en condición regular al momento del examen, rendirán un examen equivalente a la Evaluación Práctica Integradora de la cursada. En caso de aprobación, la nota final de la materia se obtendrá de la forma indicada en el apartado “Promoción”, considerando para las ECC la calificación obtenida durante la cursada, cuyo registro quedará a cargo de la Cátedra.

Examen libre

Los alumnos que se inscriban en condición “Libre” al examen, rendirán un examen compuesto por dos partes: un Examen Teórico Integrador, con la misma modalidad que las ECC, pero que involucre todo el contenido de la materia; y en el caso de aprobar esa instancia, la Evaluación Práctica Integradora equivalente a la descrita en el apartado anterior. En caso de aprobación, la nota final de la materia se obtendrá de la forma indicada en el apartado “Promoción”.

Actividades prácticas y de laboratorio

Actividades prácticas

Las actividades prácticas de la asignatura se desarrollarán en el contexto de las clases teórico-prácticas, y tienen como objetivo que los estudiantes comprendan e implementen una serie de ejemplos resueltos, presentados en la bibliografía, en el lenguaje Python. Si bien no es obligatorio, es recomendable que esta implementación se realice a través de algún dispositivo electrónico (computadora, laptop, tablet, etc) lo que potenciará el proceso de aprendizaje, al encontrarse el estudiante con los típicos problemas sintácticos, de ejecución y/o lógicos, que deberá resolver para la correcta resolución del ejemplo. Estas actividades serán guiadas por el docente, con apoyo en el material bibliográfico de trabajo. Asimismo, el docente estimulará la visión crítica de los estudiantes sobre las soluciones desarrolladas, promoviendo la revisión autónoma de la validez de las mismas, mediante pruebas de escritorio, verificación de resultados, etc. En este contexto será habitual el desarrollo de estudios de casos.

Actividades de laboratorio

Las actividades de laboratorio se desarrollarán en las clases de laboratorio, con la disponibilidad de computadoras provistas por la Facultad. En esta instancia práctica, los estudiantes resolverán ejercicios propuestos en la bibliografía, utilizando los conocimientos adquiridos en la clase teórico-práctica previa respectiva; a diferencia de las actividades prácticas previamente descritas, en las actividades de laboratorio los estudiantes deberán explorar e investigar las soluciones al ejercicio que ellos mismos deberán proponer, y experimentar (de allí el carácter de *laboratorio*) en las computadoras y a través del lenguaje de programación utilizado, la validez, corrección y generalidad de sus soluciones. En esta instancia de aprendizaje, el docente actúa brindando respuesta a las consultas y como soporte: la actividad se centra en los estudiantes. Todo ello supone modificaciones al rol docente tradicional, ya que se necesita desarrollar el rol de facilitador de situaciones de aprendizaje y evaluador del desarrollo de las competencias sobre las que impacta la asignatura.

Se pretende que en esta instancia los estudiantes adquieran la capacidad de estudiar y resolver problemas en forma autónoma, lo que es un requisito indispensable, en la actualidad, para abordar el aprendizaje de cualquier herramienta de software, como para mantenerse al día en las sucesivas actualizaciones de estas herramientas. En este contexto será habitual el desarrollo de resolución de problemas.

Competencias y resultados de aprendizaje

El desarrollo de competencias, entendido como un quehacer complejo, conlleva luego de la definición sintética e integrada de cada una de ellas, el desagregado en niveles componentes de capacidades para una correcta implementación curricular y evaluación de los resultados de aprendizaje, según lo antes expresado en el apartado que trata los instrumentos de evaluación.

En tal sentido:

- CG1: Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. Esta competencia requiere de la articulación efectiva de las siguientes capacidades:
 - Capacidad para identificar y formular problemas a resolver con cálculos numéricos.
Esto implica:
 - Ser capaz de identificar el tipo de problema numérico.
 - Ser capaz de identificar los datos, variables y parámetros del problema.
 - Ser capaz de plantear conceptualmente la solución.
 - Capacidad para implementar tecnológicamente una alternativa de solución.
Esto implica:
 - Ser capaz de elegir el método o métodos numéricos a utilizar
 - Ser capaz de utilizar las herramientas informáticas pertinentes para resolver el problema
- CG4: Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería. Esta competencia requiere de la articulación efectiva de las siguientes capacidades:
 - Capacidad para identificar y seleccionar las técnicas y herramientas aprendidas
Esto Implica:
 - Ser capaz de conocer los alcances y limitaciones de las técnicas y herramientas a utilizar.
 - Capacidad para utilizar las técnicas y herramientas en forma efectiva y eficiente.
Esto Implica:
 - Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.
 - Ser capaz de controlar y obtener los resultados correctos.
 - Ser capaz de presentar los resultados en forma adecuada.
- CG9: Competencia para aprender en forma continua y autónoma. Esta competencia requiere de la articulación efectiva de las siguientes capacidades:
 - Capacidad para lograr autonomía en el aprendizaje.
Esto implica:

- Ser capaz de evaluar el propio aprendizaje y encontrar los recursos necesarios para mejorarlo.

Bibliografía

Bibliografía Obligatoria

Weber, J. F. (2023). Computación y Cálculo Numérico. EdUTecNe, Bs. As. (en edición).

Bibliografía optativa

Chapra, S. C. & Canale, R. P. (2011). Métodos numéricos para ingenieros (Ed. 5). McGraw-Hill.

Kong, Q., Siau, T., y Bayen, A. (2020). Python Programming and Numerical Methods: A Guide for Engineers and Scientists. Elsevier Science.

Martínez Luaces, V. (2009). Aplicaciones y modelado. Montevideo : [S.N.].

Zill, D. G. (2009). Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado. México: Cengage Learning Editores.