ANEXO

.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Álgebra II	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática, Profesorado en Matemática, Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física, Profesorado en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas (Lic. en Astronomía, Lic. en Física y Lic. en Matemática) / 135 horas (Prof. en Física) / 165 horas (Prof. en Matemática)

ASIGNATURA: Álgebra	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

ASIGNATURA: Álgebra Lineal	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 Horas.

ASIGNATURA: Álgebra Lineal	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Hidrometeorología	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Los contenidos de esta materia tienen como eje adquirir los conceptos básicos relacionados con espacios vectoriales y transformaciones lineales. Para ello se buscará comprender la resolución de sistemas de ecuaciones lineales, sistemas que aparecen naturalmente en las ciencias exactas y naturales. En primer lugar se definirá el concepto de cuerpo, seguido por el de espacio vectorial, junto con numerosos ejemplos. A continuación se estudiarán sistemas de generadores y conjuntos linealmente independientes, para abordar el concepto de sistemas lineales y sus espacios de soluciones. Ello permitirá manejar adecuadamente la descripción de dichas soluciones, identificar y plantear sistemas de ecuaciones lineales y resolverlos utilizando el Método de Gauss.

La sistematización del Método de Gauss conduce al empleo del lenguaje matricial que permite manipular de forma ágil los sistemas de ecuaciones utilizando las operaciones del Álgebra de matrices. También, posibilita buscar criterios sobre la existencia o no, la unicidad o multiplicidad de soluciones de un sistema en término de la matriz asociada. Aquí, aparecen las nociones de Determinante y Matriz inversa.

Las transformaciones lineales entre espacios vectoriales junto a las nociones de coordenadas y cambios de bases permiten formalizar ideas usadas intuitivamente al principio de la materia, por ejemplo, la utilización de vectores en vez de polinomios para resolver ecuaciones referidas a estos últimos.
En este recorrido vislumbramos tres etapas en las que avanzaremos en generalización y abstracción de ideas y propiedades, permitiendo así reconstruir el recorrido del quehacer matemático. Asimismo, se pretende reafirmar en cada una de estas etapas el valor de la demostración rigurosa en la matemática como ciencia.

Se proponen como objetivos de este curso que los y las estudiantes desarrollen capacidades o adquieran destrezas y habilidades en:
- Manejar los conceptos de espacios vectoriales, dimensión, transformaciones lineales, núcleo e imagen de una transformación, sus significados y relaciones con sistemas de ecuaciones.
- Comprender la relación existente entre los sistemas de ecuaciones y los conceptos abstractos de álgebra de matrices y espacios vectoriales.
- Identificar problemas que involucren sistemas de ecuaciones lineales en diferentes contextos, plantearlos matemáticamente y resolverlos con las técnicas estudiadas y expresar las respuestas de forma pertinente.
- Aprender la simbología matemática básica inherente a matrices, espacios vectoriales y transformaciones lineales. También, su utilización en la escritura de afirmaciones y demostraciones en lenguaje matemático.
- Comprender las demostraciones de los teoremas principales relacionados con los contenidos de la materia reafirmando el valor de una demostración rigurosa en la matemática como ciencia.

La bibliografía principal de la asignatura es el apunte
GERONIMO, G., SABIA, J., TESAURI, S. Álgebra Lineal. Universidad de Buenos Aires (2008).
disponible en Moodle. La totalidad de los contenidos de la asignatura están en este apunte.

Cada unidad temática es acompañada por algunas guías de ejercicios que para ser resueltos se deben emplear resultados teóricos, lo cual permite profundizar en la comprensión de los mismos.

CONTENIDO

Unidad I
Cuerpos. Definición y Ejemplos. El cuerpo de los números complejos. Descomposición polar, Teorema de Moivre, raíces n-ésimas, raíces de la unidad.

Unidad II
Sistemas de ecuaciones lineales, sistemas de ecuaciones equivalentes, matriz asociada a un sistema de ecuaciones, operaciones elementales por filas, matrices reducidas por filas en escalera, matrices equivalentes por filas. Matrices, operaciones con matrices, propiedades de las operaciones con matrices, matrices invertibles.

Unidad III
Definición y cálculo de determinantes, alternancia, desarrollo por una fila o columna, determinante de un producto. Matrices invertibles y determinantes.

Unidad IV
Espacios vectoriales, subespacios, combinación lineal de vectores, conjuntos linealmente independientes y linealmente dependientes, bases y dimensión, Teorema de la dimensión de la suma de subespacios. Bases ordenadas, coordenadas lineales, matriz de cambio de base, aplicación de las operaciones por filas al cálculo de subespacio generado por un conjunto finito de vectores.

Unidad V

Transformaciones lineales, imagen y núcleo, teorema de la dimensión, el álgebra de las operadores lineales, matriz de una transformación lineal, rango fila igual a rango columna de una matriz, dimensión del espacio de las transformaciones lineales, cambio de bases, caracterización de las transformaciones lineales biyectivas, isomorfismos, matrices semejantes, funcionales lineales, el espacio dual, la transpuesta de una transformación lineal.

Unidad VI
Autovalores y autovectores de un operador lineal, polinomio característico, operadores diagonalizables.

Unidad VII
Espacios con producto interno, desigualdad de Cauchy-Schwarz y desigualdad triangular. Bases ortogonales y ortonormales, ortogonalización de Gram-Schmidt.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
GERONIMO, G., SABIA, J., TESAURI, S. Álgebra Lineal. Universidad de Buenos Aires. (2008). https://cms.dm.uba.ar/depto/public/Cursodegrado/fascgrado2.pdf

HOFFMAN,K., KUNZE,R. Álgebra Lineal. México: Prentice-Hall,1973.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
ANTON,H. Introducción al álgebra lineal, Limusa Wiley (2011).

GENTILE, E. Espacios Vectoriales. Buenos Aires, 1968.

HEFFERON, J. Linear Algebra, A Free text for a standard US undergraduate course (2021). http://joshua.smcvt.edu/linearalgebra/

MEYER, C. Matrix analysis and applied linear algebra. Philadelphia : Society for Industrial and Applied Mathematics. SIAM, c2000.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
La materia consta de dos evaluaciones parciales, con un recuperatorio cada una.

Examen final teórico-practico escrito. Para aprobarlo, se deberán aprobar cada una de las partes (teórica y práctica) por separado.

REGULARIDAD
Para obtener la regularidad se deben aprobar ambos parciales o sus correspondientes recuperatorios (con 4 puntos o más), y además se necesita el 70% de asistencia a clases.

PROMOCIÓN
No hay régimen de promoción.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Álgebra I	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 1° cuatrimestre / Redictado: 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática, Profesorado en Matemática, Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física, Profesorado en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas (Lic. en Astronomía, Lic. en Física y Lic. en Matemática) / 135 horas (Prof. en Física) / 165 horas (Prof. en Matemática)

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Álgebra I es una de las primeras materias que cursan los/as ingresantes de la mayoría de las carreras de grado de FAMAF, y constituye uno de los pilares fundamentales en el desarrollo del pensamiento matemático de los/as nuevos/as estudiantes.

La matemática es epistemológicamente distinta a las ciencias naturales y sociales porque sus métodos son diferentes y, fundamentalmente, porque la noción de verdad es absoluta a partir de premisas aceptadas como válidas. La matemática madura en el tiempo en lenguaje, formalidad, abstracción. Los nuevos resultados van conteniendo los anteriores sin contradecirlos perdurando su validez siempre que su demostración haya sido correcta.

Esta asignatura es básica en el estudio de la matemática como ciencia en sí misma, y en el uso de ella como lenguaje y herramienta en otras ciencias. Esto no se debe principalmente a sus contenidos temáticos en sí, sino a su aspecto procedimental que destaca el pensamiento lógico, la validación de afirmaciones, la fundamentación rigurosa, la construcción de objetos matemáticos a través de la abstracción de situaciones cotidianas. La asignatura aborda tres bloques centrales que ponen al alcance de los/as estudiantes distintos modos de razonamiento por medio del:

- Pensamiento algebraico, a través del estudio de estructuras algebraicas como conjuntos de números con su aritmética específica y las propiedades que derivan de ella y anillos de polinomios.
- Pensamiento combinatorio, a través del análisis de problemas de conteo.
- Pensamiento de la teoría de grafos, a través de la motivación de situaciones concretas que dan sentido al estudio de los grafos asociados.

En primer lugar se presentan la teoría de conjuntos y lógica proposicional como introducción a la práctica de la fundamentación matemática. Es importante en este punto destacar que lo que se incorpora en la asignatura no es el contenido en sí de las propiedades conocidas, sino la fundamentación de la validez de las mismas a partir de dichos axiomas considerados verdades iniciales. Los números naturales aportan un procedimiento de validación simultánea de una cantidad infinita numerable de afirmaciones: el Principio de Inducción. La aritmética entera presenta nociones abordadas en instancias escolares previas, como números primos, descomposición de un número entero en producto de números primos, máximo común divisor, mínimo común múltiplo, reglas de divisibilidad; aportando en esta instancia la posibilidad de demostrar con rigurosidad matemática éstas y otras afirmaciones aceptadas hasta el momento sin cuestionamientos de validez ni conocimiento de procedencia. El estudio de la congruencia de números enteros permite abordar la aritmética modular y las herramientas de cálculo que facilitan la resolución de ciertos tipos de problemas que involucran grandes números. Asimismo, el estudio de la combinatoria implica el análisis de problemas de conteo de conjuntos de cardinal finito, que permite la resolución de otra familia de problemas matemáticos. Como última situación referida a la aritmética, se presentan los números complejos, sus operaciones, y la caracterización de las raíces de la unidad. Se introducen la noción de polinomios sobre cuerpos conocidos y se desarrolla la teoría análoga a la de los números enteros.

Este curso tiene por objetivo que los/as estudiantes desarrollen capacidad o adquieran destreza y

habilidad en:
- aprender la simbología matemática básica inherente a la teoría de conjuntos, a la lógica deductiva, a la aritmética clásica y modular, a la combinatoria y a la teoría de grafos; como así también su utilización en la escritura de afirmaciones y demostraciones en lenguaje matemático.
- realizar demostraciones matemáticas de afirmaciones sencillas a partir de premisas o hipótesis conocidas.
- reconocer las propiedades algebraicas básicas de los números reales y poder utilizarlas en sus fundamentaciones.
- comprender la utilidad del Principio de Inducción y su uso en la demostración de familias numerables de afirmaciones.
- dominar los conceptos de divisibilidad, números primos, máximo común divisor y mínimo común múltiplo, propiedades relativas al algoritmo de la división y del Teorema Fundamental de la Aritmética.
- comprender las relaciones de congruencia en los números enteros y sus propiedades aritméticas.
- reconocer el conjunto de números complejos desde un punto de vista algebraico y geométrico.
- reconocer los principios matemáticos aplicados en el conteo de un conjunto. Dominar los conceptos de divisibilidad, irreducibilidad, propiedades relativas al algoritmo de la división y del Teorema Fundamental de la Aritmética para polinomios.

CONTENIDO

Cap I. Fundamentos
Conjuntos. Operaciones con conjuntos. Identidades de conjuntos. Partes de un conjunto. Producto cartesiano. Relaciones de orden y de equivalencia.

Cap II. Números enteros y el Principio de Inducción
Números naturales y enteros, sus propiedades básicas. Inducción matemática. Sumatoria y productoria. Sucesiones definidas por recurrencia.

Cap III. Aritmética entera
Propiedades aritméticas de los enteros. Divisibilidad. Números primos. División entera. Máximo común divisor. El algoritmo de Euclides. El Teorema Fundamental de la Aritmética. Mínimo común múltiplo.

Cap IV. Congruencia de enteros
Definición y propiedades. Aplicaciones a la aritmética entera. Los Teoremas de Fermat, Euler y Wilson. Ecuaciones en congruencia. Sistemas de ecuaciones lineales en congruencia.

Cap V. Números reales y complejos
Axiomas y propiedades aritméticas de los reales. Aritmética fraccionaria. Números complejos. Representación polar y fórmula de De Moivre. Polinomios y el Teorema Fundamental del Álgebra.

Cap VI. Combinatoria enumerativa
Cardinalidad y principios básicos de conteo. Permutaciones. Subconjuntos de un conjunto finito. Números combinatorios. Permutaciones con repetición. Principio del palomar. Inclusión-Exclusión. Composiciones. Particiones de un conjunto. Particiones de números. Los 12 problemas. Contando funciones.

Cap VII. Teoría de grafos
Definiciones y propiedades básicas. Isomorfismo. Caminatas, caminos y ciclos. Árboles. Coloreo.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Álgebra I – Matemática Discreta I. Patricia Kisbye y Roberto Miatello. Trabajos de matemática, Serie C. Famaf. (2004)

Álgebra: Una Introducción a la Aritmética y la Combinatoria. Ricardo Podestá y Paulo Tirao. (Notas preliminartes)

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Álgebra I. Teresa Krick, en UBA (2017)
http://cms.dm.uba.ar/depto/public/grado/fascgrado9.pdf
Notas de álgebra I. Enzo Gentile, Eudeba, (1988).

Aventuras Matemáticas. Leandro Cagliero, Daniel Penazzi, Juan Pablo Rossetti, Paulo Tirao, Ana Sustar. (2010)

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

- Seis trabajos prácticos.
- Dos parciales con sus correspondientes recuperatorios.
- Examen final escrito (y eventualmente oral)

REGULARIDAD

-Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos
- Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios. Ambos recuperatorios se toman en un mismo día y horario.

PROMOCIÓN

Sin promoción.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Álgebra III	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 2° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

En la materia Algebra III se continúa con el estudio de herramientas y conceptos básicos del álgebra lineal. Los resultados que se presentan requieren un grado de abstracción considerable.

Se espera que al finalizar la materia los/as estudiantes:

1. puedan formular y resolver de manera independiente problemas de álgebra lineal relacionada con los contenidos de la materia.

2. Interpreten en ejemplos concretos los resultados generales del curso.

3. Comprendan y puedan desarrollar las demostraciones de los teoremas principales.

CONTENIDO

1. El algebra de polinomios

El álgebra de polinomios. Ideales de polinomios. Máximo común divisor. Factorización prima de un polinomio.

2. Formas canónicas elementales

Función determinante. Propiedades. Valores y vectores propios. Ideal anulador de un operador. Subespacios invariantes. Polinomios característico y minimal. Teorema de Cayley-Hamilton. Triangulación y diagonalización simultánea. Sumas directas invariantes y proyecciones.

3. Descomposiciones de un operador lineal

Teorema de la descomposición prima. Operadores nilpotentes y diagonalizables. Descomposición cíclica. Forma racional y Forma de Jordan de un operador.

4. Espacios con producto interno

Espacios de dimensión finita con producto interno. Operador adjunto, propiedades. Operadores autoadjuntos, operadores unitarios, normales y positivos. Teorema espectral para operadores normales. Forma canónica de un operador normal.

5. Formas bilineales

Matriz. No degenerada, simétrica, anti-simétrica. Clasificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Algebra lineal - K. Hoffman, R. A. Kunze. México, Prentice-Hall, 1973.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Algebra lineal - S. Lang. Bogotá, Fondo Educativo Interamericano, 1976.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Se tomarán dos parciales y un recuperatorio con contenido Teórico-Práctico.

Para aprobar la materia se requerirá la aprobación de un examen final que constará de una parte teórica y una práctica cada una de las cuales deberá ser aprobada.

REGULARIDAD
Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o los correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN
Sin promoción.

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Algoritmos y Estructuras de Datos I	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 1° cuatrimestre / Redictado: 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 180 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

Es habitual que una primera materia de programación presente las construcciones más comunes a los lenguajes de programación (ya sean tipos de datos básicos y estructuras de control para lenguajes imperativos o tipos de datos básicos, condicionales y esquemas de recursión para lenguajes funcionales). Además de someter a las idiosincracias propias del lenguaje elegido, se dan explicaciones intuitivas sobre la semántica operacional de cada construcción.
Una manera alternativa de introducir la programación es partiendo de su especificación, es decir, de una descripción detallada y precisa (eventualmente en un lenguaje formal) de lo que el programa resuelve. A partir de aquella se pueden utilizar técnicas formales para construir (derivar) el programa de manera que el mismo satisfaga su especificación; es decir, que el programa sea correcto por construcción. Varias de esas técnicas se pueden utilizar para verificar si un programa dado satisface una especificación.
Más allá de la formalidad involucrada en la derivación y verificación de los programas, partir de la especificación permite introducir conceptos y abstracciones asociadas a la programación a pequeña escala relacionándolos con nociones análogas en otros dominios (como los números naturales). Finalmente, la noción de corrección de programas respecto a su especificación tiene un correlato con la semántica operacional del lenguaje.

Objetivos:
• Adquirir capacidad de usar un lenguaje formal para especificar algoritmos sencillos.
• Comprender la distinción entre especificación e implementación y la noción de corrección.
• Familiarizarse con los conceptos fundamentales de la programación funcional: reducción de expresiones, tipos, funciones de alto orden, recursión, acumular resultados parciales, tipos de datos algebraicos.
• Familiarizarse con los conceptos fundamentales de la programación imperativa: estado, pre-condición y post-condición, invariante y función de terminación, arreglos, programa como transformador de predicados.
• Adquirir capacidad para derivar y verificar programas funcionales sencillos respecto a su especificación formal.
• Desarrollar capacidad de programar en un lenguaje funcional (distinción entre expresiones y tipos; reducción de expresiones; funciones de alto orden; composición de funciones; definición de tipos; organización modular).
• Adquirir capacidad para derivar y verificar programas imperativos sencillos respecto a su especificación formal.

• Desarrollar capacidad de programar en un lenguaje imperativo.
• Comprender la relación entre la especificación y la semántica operacional.
• Adquirir capacidad y hábito de identificar abstracciones al abordar un problema.
• Familiarizarse con técnicas frecuentes de diseños de algoritmos.

CONTENIDO

1. **Expresiones Cuantificadas**

Repaso de especificaciones con cuantificadores lógicos, revisión de la sustitución y la regla de Leibniz, reglas generales para las expresiones cuantificadas, cuantificadores aritméticos y lógicos.

2. **Construcción de programas funcionales**

Repaso de cuestiones elementales de un lenguaje funcional: tipos, términos, reducción, pattern-matching. Especificaciones, verificación y derivación.

3. **Técnicas elementales para la programación funcional**

Definiciones recursivas, modularización, generalización. Segmentos de listas.

4. **Modelo computacional de la programación imperativa**

Estados, predicados sobre estados. Lenguaje de programación imperativo (skip, abort, asignación, composición secuencial, alternativa, repetición). Ejecución de un programa imperativo a través de la transición de estados (semántica operacional).

5. **Especificación y corrección de programas imperativos**

Pre-condición, post-condición e invariantes.
Pre-condición más débil de cada construcción del lenguaje.

6. **Cálculo de programas imperativos**

Uso de obligaciones de prueba para verificación y derivación a partir de la precondición más débil. Derivación de ciclos. Técnicas para determinar invariantes.

7. **Programas imperativos sobre arreglos**

Definición de arreglos, invariantes sobre arreglos.

Proyectos de Laboratorio

Linux y consola. Haskell, GHCI.
Proyecto 1: Funciones estándares sobre listas. Ejemplos tipos de datos. Tipos de datos, deriving, case, Maybe.
Proyecto 2: Módulos, TADs, instanciaciones de clases. Lista con invariante de orden. Tipos. Polimorfismo ad-hoc. Type Clases.
Proyecto 3: Modelo computacional imperativo comparado con modelo funcional. Programación C, GDB.
Proyecto 4: Teórico de Arreglos, Código Arreglo, Inicialización de arreglos. Estructuras.
Los proyectos se realizan en las computadoras de los laboratorios de la institución. Los lenguajes de programación utilizados son Haskell y C con solo las construcciones necesarias para resolver los ejercicios.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Cálculo de programas. Javier Blanco, Silvina Smith, Damián Barsotti, Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2008.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Programming: the derivation of algorithms, Anne Kaldewaij, Prentice-Hall, 1990.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El abordaje didáctico adoptado en la materia se basa en un enfoque activo y orientado a la práctica, diseñado específicamente para favorecer la comprensión temprana de los conceptos fundamentales de algoritmia y programación. En lugar de impartir clases teóricas extensas y monolíticas, se trabaja con un modelo en el que los contenidos conceptuales surgen como respuesta a problemas concretos planteados en los trabajos prácticos. De este modo, la teoría no aparece como un cuerpo de conocimiento abstracto o desconectado, sino como una herramienta necesaria para resolver situaciones reales. Esta dinámica favorece la participación, mantiene la atención del estudiantado en intervalos más breves y conectados con tareas específicas, y facilita la transferencia del conocimiento hacia la práctica.

Para acompañar esta metodología, las clases presenciales se desarrollan mediante presentaciones dinámicas proyectadas desde una computadora. Estas presentaciones combinan explicaciones guiadas, ejemplos progresivos, esquemas visuales y fragmentos de código que ilustran de forma clara la construcción de soluciones algorítmicas. El uso de recursos visuales y multimedia contribuye a un aprendizaje más ágil, reduce la carga cognitiva inicial y permite avanzar de manera incremental, mostrando cómo las ideas se integran paso a paso.

Además de las instancias presenciales, se ponen a disposición de los/as estudiantes clases grabadas en video. Este material audiovisual les permite revisar los contenidos con mayor calma, reforzar los conceptos que presentaron más dificultad o recuperar una clase en caso de ausencia. Las grabaciones también favorecen la autonomía y el ritmo individual de aprendizaje, ya que cada estudiante puede pausar, retroceder o revisar los ejemplos tantas veces como lo necesite.

En conjunto, esta metodología promueve un aprendizaje significativo, activo y accesible, en el que la teoría y la práctica avanzan de manera integrada, y en el que los/as estudiantes encuentran múltiples apoyos —presenciales y virtuales— para construir sus primeras competencias en programación y resolución algorítmica de problemas.
Todos los materiales y recursos didácticos referidos son puestos a disposición de los/a estudiantes a través de un Aula Virtual Moodle. En este entorno, se establecen interacciones pedagógicas a través de un foro de consultas donde los/as estudiantes pueden plasmar sus dudas e inquietudes respecto a los contenidos que se desarrollan en clase.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

- 2 evaluaciones parciales de teórico/práctico donde, se podrá recuperar una instancia.
- 2 Trabajos Prácticos de laboratorio, donde se podrá recuperar una instancia. La evaluación final consiste en un examen escrito y un examen de laboratorio. Quienes rindan regular, sólo deberán rendir el examen escrito.

REGULARIDAD

- Aprobar al menos dos evaluaciones parciales de teórico/práctico o sus correspondientes recuperatorios (podrá recuperar una sola instancia).
- Aprobar al menos el 60% de los Trabajos prácticos de laboratorio o sus correspondientes recuperatorios (podrá recuperar una sola instancia).

PROMOCIÓN

La materia no tiene promoción.

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Algoritmos y Estructuras de Datos II	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 2° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 180 horas

ASIGNATURA: Algoritmos y Estructuras de Datos	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 180 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

Se pretende que el/la estudiante adquiera: capacidad para comprender y describir el problema que resuelve un algoritmo (el “qué”) y diferenciarlo de la manera en que lo resuelve (el “cómo”); capacidad para analizar algoritmos, compararlos según su eficiencia en tiempo y en espacio; capacidad y hábito de identificar abstracciones relevantes al abordar un problema computacional; familiaridad con técnicas de diseño de algoritmos de uso frecuente; familiaridad con la programación (en el lenguaje c, entre otros) de algoritmos y estructuras de datos, familiaridad con la utilización de diversos niveles de abstracción y lenguajes de programación.

CONTENIDO

1. **Análisis de Algoritmos**

Motivación

Problema de Ordenación. Diferentes maneras de ordenar. Ordenación por selección. El ciclo for. Conteo de operaciones de un programa. Esquemas de conteo. Conteo de comparaciones de la ordenación por selección. Incidencia del crecimiento del tamaño de los datos en la performance del algoritmo. Introducción del término “del orden de”. Ordenación por inserción. Conteo. Peor caso, mejor caso y caso medio.

La notación O

Significado de peor caso y caso medio. Operaciones elementales. Análisis aproximado. La notación O. Ejemplos. Insignificancia de las constantes aditivas y multiplicativas. Reflexividad y transitividad. Igualdad entre los O's de funciones. Equivalencia entre logaritmos de diferente base. Regla del límite. Jerarquía: logaritmos, polinomios, exponenciales, factoriales. El O de la suma y el producto. El O de un polinomio. Terminología: funciones y algoritmos logarítmicos, cuadráticos,

cúbicos, polinomiales, exponenciales. Balance entre tiempo y espacio de los algoritmos.

Ejemplos
Búsqueda lineal. Análisis de mejor caso, peor caso y caso medio. Búsqueda lineal en un arreglo ordenado. Análisis de mejor caso, peor caso y caso medio. Búsqueda binaria. Análisis de mejor caso, peor caso y caso medio. Contraste entre el algoritmo lineal y el logarítmico cuando el tamaño de la entrada crece.

Motivación de la recurrencias
Transformación gradual de la ordenación por selección en la ordenación por intercalación. Versión funcional de la ordenación por intercalación. Versión imperativa. Análisis de la ordenación por intercalación. Resolución de la recurrencia.

Recurrencias
Recurrencias divide y vencerás. Formulación y resolución. Ejemplos. Demostración de la resolución de recurrencias divide y vencerás.

2. **Estructuras de Datos**

Introducción
Importancia de la elección de estructuras de datos adecuadas. Los tipos concretos como concepto relativo a un lenguaje de programación. Los tipos abstractos como concepto asociado a un problema que se quiere resolver. Tipos abstractos y sus diferentes representaciones.

Estructuras concretas
Estructuras concretas más comunes en los lenguajes de programación. Arreglos. Operaciones para manipularlos. Almacenamiento en memoria. Representación gráfica. Eficiencia de las operaciones. Diferentes tipos de índices. Tipos enumerados. Ciclo for generalizado. Listas como tipos concretos. Operaciones para manipularlos. Almacenamiento en memoria. Representación gráfica. Eficiencia de las operaciones. Registros. Operaciones para manipularlos. Almacenamiento en memoria. Representación gráfica. Problema de aliasing.

Tipos abstractos de datos (TAD's)
Tipos abstractos más usuales. Tipos abstractos como concepto que surge de un problema a resolver. Chequeo de paréntesis balanceados: TAD Contador, operaciones, ecuaciones. Chequeo de delimitadores balanceados: TAD Pila, operaciones, ecuaciones. Representaciones posibles de contadores. Ejemplo: versión iterativa de la ordenación por intercalación usando una pila. Ejemplo: evaluación de expresiones en notación polaca inversa usando una pila. TAD Lista. Operaciones. Ecuaciones. Representaciones usando arreglos. Representaciones de pilas usando arreglos y listas. Transmisión de datos: TAD cola, operaciones, ecuaciones. Representaciones usando arreglos y listas. Listas enlazadas. Representación gráfica. Representaciones de listas, pilas y colas usando listas enlazadas, listas enlazadas con puntero al último y listas circulares. Aliasing y errores usuales al programar con punteros. Manejo de memoria en ejecución. Diccionarios: TAD árbol binario. Representación gráfica. Operaciones. Ecuaciones. Terminología botánica y genealógica. Posiciones. Subárbol correspondiente a una posición. Posiciones de un árbol. Elemento alojado en una posición de un árbol. Representación usando punteros. Árboles binario de búsqueda (ABB). Operaciones: versiones recursiva e iterativa. Eficiencia. TAD cola de prioridades. Operaciones. Ecuaciones. Heap. Implementación de cola de prioridades usando un heap.

Eficiencia de las operaciones. Heap usando arreglos. Eficiencia. Ordenación con heap. Eficiencia. Ordenación con heap sin arreglo auxiliar.

Otras estructuras
Problema unión-find. Inicialización virtual.

3. Estrategias conocidas de resolución de problemas

Uso de heurísticas en algoritmos. Estrategias de diseño de algoritmos.

Algoritmos voraces
Propiedades generales de los algoritmos voraces (o greedy o glotones o golosos). Esquema general. Problema de la moneda simplificado. Problema de la mochila simplificado. Problema del camino de costo mínimo. Algoritmo de Dijkstra. Problema del árbol generador de costo mínimo. Algoritmos de Prim y de Kruskal.

Divide y vencerás
Propiedades generales de la técnica divide y vencerás. Esquema general. Búsqueda binaria. Ordenación por intercalación. Ordenación rápida (quicksort). Cálculo eficiente de la potencia n-ésima de un número. Multiplicación de grandes números.

Backtracking
Motivación: algoritmo para salir de un laberinto. Problema de la moneda. Problema de la mochila. Problema de los caminos de costo mínimo.

Programación dinámica
Funciones recursivas potencialmente exponenciales. Confección de tablas. Fibonacci. Problema de la moneda. Problema de la mochila. Funciones con memoria. Revisión de los problemas de la moneda y de la mochila. Problema de los caminos de costo mínimo. Algoritmo de Floyd. Cómputo de números combinatorios. Reducción del espacio necesario para las tablas.

Recorrida de grafos y más backtracking
Recorrida de árboles binarios. Pre-orden, in-orden y pos-orden de izquierda a derecha y de derecha a izquierda. In-orden para listar ordenadamente un ABB. Recorrida de árboles finitarios. Precondicionamiento. Pre-orden y pos-orden para resolver el problema del ancestro. Recorrida de árboles dirigidos o no. DFS recursivo e iterativo con pila. BFS con cola. Grafos implícitos. Problema de las ocho reinas. Podas graduales al grafo de búsqueda

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Fundamentos de Algoritmia, Gilles Brassard, Paul Bratley. Prentice-Hall, 1997.
- Fundamentals of Algorithmics. Gilles Brassard, Paul Bratley. Prentice-Hall, 1995.
- Introduction to Algorithms. Thomas Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein. Cambridge, 2009.
- Introduction to Algorithms: A Creative Approach. Udi Manber. Addison-Wesley, 1989.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Programación Metódica. José Luis Balcázar. McGraw-Hill, 1993.
- Matemática Discreta. Norman L. Biggs. Vives V., 1998
- Cálculo de Programas. Javier Blanco, Silvina Smith, Damián Barsotti. Universidad Nacional de Córdoba, 2008.
- Programming: the Derivation of Algorithms. Anne Kaldewaij. Prentice-Hall, 1990.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Los contenidos del programa se organizan en tres partes: análisis de algoritmos, estructuras de datos y estrategias de diseño algorítmico. Cada una de esas partes presenta coherencia temática y brinda herramientas necesarias para abordar las siguientes.
Para el desarrollo de la asignatura se combinan clases teóricas, prácticas y de laboratorio. En las clases teóricas se formulan preguntas y/o problemas disparadores, estimulando la participación a través de preguntas, comprensión del problema y propuestas de solución. Las clases prácticas se desarrollan en aulas comunes, donde estudiantes de manera individual o en grupos resuelven una guía de ejercicios y problemas, realizando consultas a sus docentes cuando lo requieren. Ejercicios y problemas seleccionados se discuten y resuelven de manera colectiva. Las clases de laboratorio se desarrollan en aulas con computadoras, agrupando a los/as estudiantes en diferentes comisiones. Se resuelven en la computadora problemas modélicos que ya se han estudiado en clases teóricas y prácticas. También se proponen desarrollos más complejos que dan lugar a proyectos de varias semanas de duración realizados de manera grupal y colaborativa bajo la orientación de sus docentes. Los programas deben implementarse en el lenguaje de programación C. En las clases de laboratorios se dictan contenidos necesarios sobre el lenguaje de programación. Las aulas de laboratorio cuentan con suficiente número de computadoras, con todas las herramientas necesarias bajo el sistema operativo Linux Ubuntu). Estudiantes que deseen traer su propia notebook pueden hacerlo y realizar los desarrollos en el lenguaje C en cualquier plataforma (Linux, Windows o MacOS).
Entre las tareas que se propone a los/as estudiantes podemos mencionar: lectura del material empleado en las clases teóricas, resolución en grupo o individual de los ejercicios y problemas de las guías, implementación en computadoras de soluciones a los problemas planteados en el laboratorio sujeto a las pautas formuladas en los enunciados y con el acompañamiento y orientación docente. Se promueve la participación en foros del Aula Virtual, la interacción con docentes y compañeros/as.
Además del material bibliográfico y las guías de ejercicios y problemas diseñadas para la materia, se brinda acceso a los apuntes del/ de la docente de teóricos y a las presentaciones multimedia empleadas en el dictado. Se ponen a disposición de estudiantes simuladores de acceso libre existentes en Internet que permiten visualizar el funcionamiento de los algoritmos y comprender de manera visual las estructuras de datos y los algoritmos que se estudian. También se brinda acceso a manuales del lenguaje de programación y del sistema operativo. Todo el material es accesible desde el Aula Virtual de la materia, que cuenta asimismo con la posibilidad de la interacción con docentes y pares a través de los foros.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Se toman dos evaluaciones parciales escritas evaluando los contenidos teóricos y prácticos, a través de ejercicios similares a los de las guías de práctico. Se evalúan

dos trabajos prácticos de laboratorio mediante presentaciones breves de lo realizado.
Se puede recuperar un examen parcial teórico/práctico y un examen parcial de laboratorio.
El examen final para regulares consiste de una evaluación escrita teórico-práctica.
El examen final para libres consiste de una evaluación escrita teórico-práctica. y una evaluación de laboratorio, es necesario aprobar ambas.

REGULARIDAD
- Aprobar las dos evaluaciones parciales de laboratorio, o sus correspondientes recuperatorios (podrá recuperar una sola instancia).

PROMOCIÓN
- Aprobar las dos evaluaciones parciales de laboratorio, o sus correspondientes recuperatorios (podrá recuperar una sola instancia).
- Aprobar las dos evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Algoritmos y Programación	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 Horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

De los diversos modelos de lenguajes de programación existentes en la actualidad, el de la programación imperativa es el más antiguo y aún hoy el más ampliamente utilizado. Según este paradigma y en un sentido amplio del término, un programa se compone de instrucciones para ser ejecutadas por una máquina. La ejecución de una instrucción lleva la máquina de un estado a otro. Las instrucciones que pueden emplearse en la construcción de un programa dependen de la máquina que desea programarse, deben ser instrucciones que ella sea capaz de ejecutar. Esto da lugar a una amplia variedad de lenguajes de programación imperativos, desde lenguajes de propósito general, capaces de programar todo tipo de computadoras a otros destinados a máquinas específicas, físicas o virtuales.

A pesar de la diversidad de lenguajes de programación imperativos de propósito general, existen ciertas características comunes a todos ellos: la posibilidad de acceder y modificar porciones de memoria de una manera amigable (variable y asignación), de representar datos estructurados (definición de tipos y/o clases), de realizar diferentes acciones según el caso (condicionales), de repetir instrucciones (ciclos), de programar en forma estructurada (descomponiendo en bloques, funciones, procedimientos, módulos, etc.), de interactuar con un usuario (entrada/salida), entre otras.

El propósito de este curso es ofrecer un abordaje gradual a estas características generales a través de la presentación de los conceptos y la ejercitación continua, introduciendo simultáneamente técnicas de diseño, buenas prácticas de programación, identificando vicios comunes y proponiendo métodos para razonar sobre los programas.

Entre los objetivos se busca asimilar conceptos fundamentales de programación imperativa mediante la ejercitación, conocer técnicas habituales de programación, incorporar buenas prácticas, reconocer la necesidad de comprobar el buen funcionamiento de los programas y familiarizarse con técnicas para ello, adquirir habilidad en el abordaje computacional de problemas numéricos simples.

CONTENIDO

1. Lenguajes de programación de propósito general.

Lenguajes dinámicos y estáticos, tipado débil vs tipado fuerte. Lenguajes compilados vs interpretados. Paradigmas de programación: imperativo, funcional. Historia y evolución de los lenguajes. Criterios de elección de un lenguaje según el problema. El ecosistema Python: intérprete, notebooks y terminal. Instalación y configuración del entorno. Ejecución de scripts y uso interactivo. Introducción a Jupyter Notebooks. Buenas prácticas de estilo: PEP8, legibilidad y documentación básica del código.

2. Construcciones básicas.

Variables, constantes, literales, expresiones. Asignación, asignación múltiple. Iteración. Ciclo for, índice, rango, cuerpo. Valores numéricos enteros y reales, valores lógicos. Errores de representación de los valores reales. Operadores aritméticos, operadores relacionales y operadores lógicos. Expresiones aritméticas, definición de funciones aritméticas simples. Expresiones lógicas, definición de funciones lógicas simples. Instrucciones condicionales, forma

general. Buenas y malas prácticas de programación con condicionales. Funciones: declaración o definición, invocación o llamada. Parámetros o argumentos. Parámetro formal y parámetro actual.

3. Iteración.
Ciclo while, condición, cuerpo. Ejemplos: algoritmo de división, chequeo de primalidad, factores primos, factorización, raíz entera, mcd, otros ciclos. Buenas y malas prácticas de programación con ciclos. Corrección parcial de un programa: tipos, precondición, estado, invariante, demostración del invariante, poscondición. Ejemplos: algoritmo de división, chequeo de primalidad, factores primos, raíz entera, mcd, factorial.

4. Secuencias, diccionarios y conjuntos.
Programando sobre secuencias (listas o arreglos) y cadenas de caracteres. Operaciones básicas. Recorrida de secuencias, conteo de ocurrencias de elementos en secuencias. Mínimo y máximo de secuencias. Posición del mínimo. Posición del mínimo a partir de un índice dado. Determinar si una secuencia está ordenada. Diccionarios. Recorriendo un diccionario. Métodos en diccionarios. Conversiones de tipos iterables. Conjuntos. Operadores y métodos disponibles en conjuntos. Definiciones por comprensión.

5. Recursión.
Definiciones recursivas. Recursión sobre números naturales. Ejemplos: factorial, Fibonacci, potenciación, división entera, mcd, mcd extendido, número combinatorio. Recursión e inducción. Corrección. Iteración versus recursión. Recursión sobre secuencias. Ejemplos: mínimo, posición del mínimo, búsqueda lineal, búsqueda binaria.

6. Tipos abstractos de datos.
Tipos de datos: valores y operaciones. Tipos básicos. Tipos abstractos. Objetos y clases. Ejemplos: paréntesis balanceados y el tipo contador. Delimitadores balanceados y el tipo pila. Objetos inmutables y objetos mutables. Ocultación de campos de datos. Abstracción y encapsulación de clases. Pensamiento orientado a objetos.

7. Entrada/salida.
Interfaz con el usuario. Lectura y escritura de archivos. Lectura de archivos en la red: el módulo requests. Lectura de archivos CSV, XML y JSON.

8. Stack científico de Python
Introducción a la biblioteca NumPy. Selección de datos en arreglos NumPy. Indexación y asignación en NumPy. Referenciación de arreglos en NumPy. Operaciones aritméticas con arreglos de NumPy. Arreglos booleanos. Máscaras. Lectura y escritura de archivos con NumPy. Introducción a Matplotlib y pyplot. Gráfico de funciones. Histogramas. Gráficos de barras. Representación de datos experimentales. Pandas.

9. Introducción a C
Lenguaje tipado estáticamente. Etapas de compilación: preprocesamiento, compilación, ensamblado y enlazado. Diferencias con Python: tipado explícito, gestión manual de memoria, ausencia de recolector de basura. Sintaxis básica: declaración de variables, tipos primitivos (int, float, char, double). Operadores aritméticos, relacionales y lógicos. Instrucciones condicionales y ciclos (if, for, while). Definición e invocación de funciones. Pasaje de parámetros por valor y por referencia. Punteros: concepto, declaración y uso básico. Arreglos en C: declaración, acceso e iteración. Cadenas de caracteres como arreglos de char. Manejo básico de entrada/salida con printf y scanf. Compilación con gcc desde la terminal.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Introduction to programming using Python. Daniel Liang. Armstrong Atlantic State University, 2013.
- Tutorial oficial de Python: Tutorial de Python — documentación de Python - 3.9.1 o posterior
- Python Practice Book, 2019, Anand Chitipothu (creative commons).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Aprenda a pensar como un programador con Python. Allen Downey, Jeffrey Elkner, Chris Meyers. Green Tea Press, 2012.
- Pensar en Python, 2015, 2da edición, Allen B. Downey.
- Introduction to computation and programming using Python. John V. Guttag. The MIT Press. Revised and Expanded Edition, 2013.
- Algoritmos de Programación con Python. R. Wachenchauzer, M. Manterola, M. Curia, M. Medrano, N. Paez. uniwebsidad.com
- Python Tutorial. w3schools.com.
- Blockly: A JavaScript library for building visual programming editors. https://developers.google.com/blockly
- Programming Fundamentals: A Modular Structured Approach, 2nd Edition, Kenneth Leroy Busbee and, Dave Braunschweig (creative commons.)
- Structured Programming, O.-J. Dahl, E. W. Dijkstra, C. A. R. Hoare, Academic Press, London,1972.
- Python Practice Book, 2019, Anand Chitipothu (creative commons).

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Tres parciales. Luego de rendir ambos parciales quienes hayan aprobado solo uno de ellos podrán recuperar los otros dos. En ningún caso se podrán recuperar los tres parciales.

El examen final contendrá una parte de ejercicios de programación y una parte de preguntas conceptuales.
Para aprobar el examen se deberá tener un 60% de los ejercicios de programación y el 60% de las preguntas conceptuales resueltos correctamente.
Estudiantes libres deberán resolver ejercicios adicionales eliminatorios.

Quienes promocionen obtendrán como nota final de la materia el promedio de las notas de los parciales, redondeado. No se podrá rendir recuperatorio para mejorar la nota de promoción. Quienes promocionen no podrán rendir el examen final para mejorar la calificación.

REGULARIDAD

Para regularizar la materia se debe:

- Estar inscripto/a como estudiante regular.
- Aprobar tres parciales. Si después de rendir los tres parciales un alumno ha aprobado un parcial y ha desaprobado los otros, podrá rendir recuperatorios del los parciales no aprobados.

PROMOCIÓN

Para promocionar la materia se debe:

- Estar inscripto/a como estudiante regular.
- Haber aprobado el Curso de Nivelación.
- Aprobar los tres parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).

No se podrá rendir un recuperatorio para alcanzar la promoción.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Análisis Matemático I	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 1° cuatrimestre / Redictado: 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática, Profesorado en Matemática, Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física, Profesorado en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas (Lic. en Astronomía, Lic. en Física y Lic. en Matemática) / 135 horas (Prof. en Física) / 165 horas (Prof. en Matemática)

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El cálculo infinitesimal es un lenguaje de numerosas ramas de la ciencia y consecuentemente tiene una gran cantidad y diversidad de aplicaciones dentro y fuera de la matemática. El cálculo infinitesimal es fundamental para resolver problemas tales como predecir el tamaño de poblaciones, estimar la rapidez con que aumentan los precios, pronosticar los cambios meteorológicos, medir el flujo cardíaco, analizar rendimientos energéticos, comprender el espacio-tiempo donde vivimos, sólo para citar algunos pocos ejemplos. Se espera que el alumno que toma este primer curso de Análisis Matemático:

• Adquiera una adecuada familiaridad con el lenguaje y el rigor matemáticos.

• Comprenda y asimile los conceptos fundamentales del Análisis de una variable real, así como sus propiedades más relevantes.

• Logre un adecuado dominio de las herramientas del Análisis de una variable que le permita plantear y resolver algunos de los problemas relacionados con los mencionados anteriormente.

• Resuelva problemas o cuestiones prácticas apelando a los principales contenidos teóricos del curso.

CONTENIDO

Unidad I: Propiedades de los Números Reales

Propiedades básicas de los números reales. Desigualdades. Definición de valor absoluto. Inecuaciones. Cotas superiores e inferiores, máximo y mínimo, supremo e ínfimo. Propiedad característica de la cota superior mínima. Arquimedianidad del conjunto de números reales.

Unidad II: Funciones

Definición de función. Ejemplos. Dominio e Imagen de una función. Suma, producto, cociente y composición de funciones. Gráfica de funciones. Función Inversa. Funciones trigonométricas.

Unidad III: Sucesiones Infinitas.

Definición de sucesión infinita. Ejemplos. Convergencia. Convergencia de la suma, el producto y el cociente de sucesiones. Sucesiones crecientes, decrecientes y acotadas. Teorema de Bolzano-Weierstrass. Sucesión de Cauchy. Convergencia de sucesiones de Cauchy.

Unidad IV: Límite de Funciones.

Definición de límite de función. Ejemplos. Unicidad del límite. Límites laterales. Límite de la suma, el producto y el cociente de funciones. Límites notables. Asíntotas verticales y horizontales.

Unidad V: Funciones continuas.

Definición y ejemplos. Suma, producto, cociente y composición de funciones continuas. Tres Teoremas fuertes: de Bolzano, acotación, y extremos en intervalos cerrados. Consecuencias: Teorema de los Valores Intermedios. Ejemplos. Continuidad de la inversa de una función continua.

Unidad VI: Derivadas.

Definición de derivada de una función. Cálculo de derivadas de funciones elementales usando la definición. Reglas de derivación para la suma, producto y cociente. Regla de la cadena. Derivadas sucesivas. Derivadas de funciones inversas. Nociones de antiderivadas.

Unidad VII: Significado de la derivada.
Máximos y mínimos locales y absolutos. Puntos críticos. Intervalos de crecimiento y decrecimiento. Teorema de Rolle. Teorema del Valor Medio. Teorema del Valor Medio de Cauchy. Regla de L'Hôpital. Concavidad y convexidad. Aplicaciones al esbozo de gráficas de funciones.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

• Spivak, M. Calculus, cálculo infinitesimal, 2da edicion, Editorial Reverté (1996).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

• Apostol, T. Calculus, vol I. John Wiley and Sons (1967).
• Lang, S. Calculo I y II. Fondo Interamericano Educativo, Bogota (1976).
• Leithold, L. Cálculo con geometría analítica 6 ed., Editorial Harla (1992).
• Stewart, J. Cálculo de una variable y multivarables. Editorial Iberoamericana (1994).
• Thomas, G. Cálculo y geometría analítica 6 ed., Addison-Wesley Iberoamericana, Buenos Aires (1987).
• Zill, D. Cálculo con geometría analítica. Grupo Editorial Iberoamérica, México (1987).

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

• Dos (2) evaluaciones parciales con una instancia de recuperación de cada una.
• Las evaluaciones parciales constarán de contenidos prácticos y teóricos.
• El examen final constará de una evaluación escrita con contenidos teóricos y prácticos que deberán ser aprobados separadamente.

REGULARIDAD

• Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus recuperatorios.
• Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases prácticas.

PROMOCIÓN

Esta materia no cuenta con régimen de Promoción.

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: : Análisis Matemático I	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 1° cuatrimestre / Redictado: 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Hidrometeorología	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

ASIGNATURA: Cálculo I	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 1° cuatrimestre / Redictado: 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

Esta es una de las primeras materias que cursan los/as ingresantes a las Licenciaturas en Ciencias de la Computación, en Matemática Aplicada y en Hidrometeorología, por lo cual contribuye al desarrollo del pensamiento matemático de los/as estudiantes, además de constituir uno de los espacios de iniciación en la vida académica universitaria en un centro científico-educativo.
Este curso tiene como objetivo general introducir a sus estudiantes en los conceptos básicos del cálculo matemático en una variable, abordando contenidos fundamentales de funciones, límite, continuidad, derivada e integrales. Estas nociones revolucionaron la matemática del siglo XVII y hoy son básicas en el estudio de otras ciencias. Las mismas surgen de la necesidad de comprender distintos fenómenos permitiendo modelarlos, compararlos y predecir comportamientos futuros.
Los contenidos de la materia pretenden desarrollar principalmente un pensamiento analítico y crítico, que relacione la interpretación geométrica y gráfica con la formulación algebraica. Es por ello que se intentará presentar los distintos temas en forma numérica, gráfica y simbólica.
El objeto central de la materia es el estudio de las funciones reales en una variable. La noción de función permitió concentrar la información de una diversidad de datos o mediciones asociados a una variable específica, en un solo objeto matemático. El análisis de este objeto permite inferir el comportamiento de estos datos. Dentro del comportamiento de las funciones y el análisis de sus gráficos se analiza el crecimiento, los puntos críticos, la continuidad, su comportamiento cercano a un valor determinado de la variable o cuando la variable crece indefinidamente. Se

introduce la noción de derivada como herramienta para medir el crecimiento de una función alrededor de un valor determinado de la variable que permite profundizar más detalladamente en el comportamiento de las funciones. Asimismo, se presenta el concepto de integral como herramienta para medir áreas. Ambos conceptos son fundamentales en el análisis de las funciones que trasciende las técnicas de cálculo, por lo cual es importante la comprensión de los mismos en su sentido geométrico y analítico.

El valor del alcance y la profundidad del estudio de las funciones es incompleto si no se comprende su utilidad y se analizan sus aplicaciones en situaciones del entorno cotidiano o de otras ciencias. Es importante en la formación de los/as estudiantes desarrollar las capacidades de interpretación de diversas situaciones en términos matemáticos y la interpretación de los resultados matemáticos obtenidos en el contexto de procedencia del problema. En ese sentido, esta materia contribuye en ese desafío y se aborda en forma transversal en toda la asignatura, en la medida que los temas en particular así lo permitan.

Los objetivos a lograr en este curso es que los/as estudiantes desarrollen capacidad o adquieran destreza y habilidad para:

- Aprender la simbología matemática básica inherente a los números reales y las funciones, como así también su utilización en la escritura de afirmaciones y demostraciones en lenguaje matemático.
- Manipular e interpretar el sentido de las desigualdades y del valor absoluto en el contexto de este curso.
- Interpretar el gráfico de funciones y reconocer funciones algebraicas, exponenciales, logarítmicas y trigonométricas.
- Comprender la noción de límite de una función cuando la variable tiende a un valor determinado o crece indefinidamente, como así también reconocer la definición formal. Saber calcular límites.
- Dominar la noción de continuidad y las propiedades de las funciones continuas.
- Comprender el concepto de derivada de una función en un punto, su significado geométrico y su sentido como medida del crecimiento de la función. Saber calcular derivadas.
- Aplicar los conceptos de límite y derivada para estudiar máximos y mínimos de funciones. Poder resolver problemas simples de optimización.
- Utilizar las herramientas analíticas trabajadas durante el curso para graficar funciones.
- Comprender la noción de integral de una función y su significado geométrico. Saber calcular integrales y aplicarlas en la resolución de problemas sencillos.
- Ser capaz de traducir un problema planteado en lenguaje coloquial a lenguaje matemático, resolverlo e interpretar su solución en el contexto del planteo del problema.
- Realizar demostraciones sencillas de algunas afirmaciones matemáticas.

CONTENIDO

1. Números y Funciones

Números enteros, racionales y reales. Desigualdades. Valor absoluto. Funciones. Definición. Ejemplos. Gráficas de funciones. Funciones inyectivas, suryectivas y biyectivas. Rectas, parábolas, circunferencia, elipse. Funciones trigonométricas. Funciones exponenciales y logarítmicas. Propiedades, ejemplos y aplicaciones

2. **Límite y continuidad**

Definición intuitiva de límite. Ejemplos. Límites laterales. Relación entre la existencia de límites laterales y la de límite. Límites infinitos. Límite cuando la variable tiende a infinito. Límites infinitos cuando la variable tiende a infinito. Límites notables. Definición de continuidad en un punto. Continuidad por derecha y por izquierda. Definición de continuidad en un intervalo. Propiedades. Teorema de Weierstrass. Aplicaciones.

3. **Derivada**

Definición de función derivable en un punto. Ejemplos. Reglas de derivación. Propiedades. Regla de la cadena. Derivadas de orden superior. Derivada de funciones trigonométricas. Derivada de funciones exponenciales. Derivada de la función inversa. Derivada de funciones trigonométricas inversas. Algo sobre el número e. Derivada de funciones logarítmicas. Aplicaciones.

4. **Valores máximos y mínimos. Gráficas**

Definición de punto de máximo (mínimo) y de valor máximo (mínimo) locales y absolutos. Ejemplos. Teorema de Fermat. Máximos y mínimos en intervalos cerrados. El Teorema de Rolle y el Teorema del valor medio. Teorema del valor medio de Cauchy. La regla de L`Hopital. Funciones crecientes y decrecientes. Propiedades. Concavidad y puntos de inflexión. Prueba de concavidad. Prueba de la segunda derivada. Gráficas. Aplicaciones.

5. **Integrales**

La integral indefinida de una función continua. Área. Suma de Riemann. Teorema fundamental del cálculo. Propiedades básicas de la integral indefinida. Técnicas de integración: Método de sustitución, integración por partes. Aplicaciones al cálculo de áreas y volúmenes. Aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- M. Urciuolo, P. Kisbye, Notas de Análisis Matemático I, 2019.
- L. Leithold, El cálculo, México : Oxford University, 1998.
- S. Lang, Cálculo, Buenos Aires : Addison-Wesley Iberoamericana, 1990.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Stewart, J. Cálculo, Trascendentes tempranas, México : Cengage Learning, 2013.
- Spivak, M. Calculus, Barcelona : Reverté, 1970.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La metodología de enseñanza consiste en clases teórico-prácticas en 2 encuentros de 4 horas semanales cada una y en grupos de estudiantes reducidos a cargo de un/a docente. Esta modalidad permite que el/la docente pueda hacer un seguimiento más preciso y cuidado del aprendizaje de los/as estudiantes.

Se utiliza como material de estudio principal unas notas escritas por docentes de la Facultad que incluyen guías de ejercicios y problemas prácticos para las diferentes unidades de la materia. Recuperando las producciones del estudiantado, el/la docente gestiona en clases la discusión en torno a la resolución de algunos puntos de las guías, dejando otros para que los/as estudiantes resuelvan de manera autónoma en interacción con sus pares. Los/as docentes responden consultas que puedan surgir del trabajo sobre las guías.

Se usa el Aula Virtual (Moodle) donde, además de las guías de prácticos, se suele agregar información adicional, como resoluciones grabadas de ejercicios, problemas adicionales, cuestionarios de autoevaluación, etc.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

- Se tomarán tres exámenes parciales y un recuperatorio.

- El examen final constará de una evaluación escrita sobre todos los contenidos teórico-prácticos desarrollados en el curso. Los/as estudiantes libres deberán resolver correctamente una serie de ejercicios extra antes de acceder al resto del examen final.

REGULARIDAD

- Aprobar 2 (dos) exámenes parciales, o bien un parcial y el recuperatorio de otro, con calificación mayor o igual a 4 (cuatro).

PROMOCIÓN

- Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teórico-prácticas.
- Aprobar los 3 (tres) exámenes parciales, o bien aprobar 2 (dos) parciales y el recuperatorio del otro, con nota mayor o igual a 6 (seis) y tener promedio mayor o igual que 7 (siete) entre los tres parciales aprobados.

.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Análisis Matemático II	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática, Profesorado en Matemática, Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física, Profesorado en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas (Lic. en Astronomía, Lic. en Física y Lic. en Matemática) / 135 horas(Prof. en Física) / 165 horas (Prof. en Matemática)

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El Análisis Matemático (I y II) comprende temas del llamado Cálculo (Diferencial e Integral de una variable). El Cálculo es fundamentalmente una herramienta matemática que se aplica al estudio de problemas de diversas áreas de la actividad
humana y de la naturaleza que implican el análisis de fenómenos cambiantes: física, química, biología, astronomía, ingeniería, economía, la industria. Por ejemplo, se usa para el análisis del comportamiento de poblaciones, para determinar los valores máximos y mínimos de funciones, para optimizar la producción y las ganancias o minimizar costos de operación y riesgos.
El Cálculo trata cuestiones relativas a convergencia, aproximación, acotación, infinitésimos e infinito, con especial atención en la construcción de sus conceptualizaciones y conexiones que las vinculan.
La meta de esta asignatura es que el alumno llegue a manejar los conceptos y técnicas, de tal manera que le permitan resolver problemas relacionados. Asimismo se pretende fomentar en el alumno el empleo de la intuición al trabajar con los conceptos del análisis y al mismo tiempo que reconozca la necesidad de la precisión en el uso del lenguaje y del rigor para justificar las afirmaciones matemáticas.
Se intenta que el estudiante logre:
• Comprender y utilizar el lenguaje matemático para comunicar adecuadamente conocimientos matemáticos.
• Desarrollar destreza en la aplicación de las técnicas de cálculo.
• Establecer relaciones entre los conceptos matemáticos definidos y utilizar tales conceptos en diferentes contextos.
• Realizar demostraciones simples de algunas afirmaciones o refutarlas con contra ejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.

CONTENIDO

- Unidad I: Integrales

La integral de Riemann. Funciones integrables. Integrabilidad de una función continua en un intervalo cerrado y acotado. Primer Teorema Fundamental del Cálculo Infinitesimal. Regla de Barrow. Segundo Teorema Fundamental del Cálculo Infinitesimal. Cálculo de áreas comprendidas entre dos curvas.

- Unidad II: Logaritmo y exponencial

Las funciones logaritmo y exponencial, y las funciones hiperbólicas. Propiedades. Cálculo de sus derivadas.la ecuación y'(x) = k y(x)

- Unidad III: Integración en términos elementales

Integración por partes. Integración por sustitución. Integración de funciones racionales mediante descomposición en fracciones simples.

- Unidad V: Aproximación mediante funciones polinómicas

El polinomio de Taylor y su utilización para el cálculo aproximado de funciones.
Criterio para puntos de máximo o de mínimo local de una función en términos de las derivadas de orden superior. Teorema de Taylor, expresión de Lagrange del resto.
Caracterización del polinomio de Taylor que involucra la noción de igualdad de dos funciones hasta cierto orden. Polinomios de Taylor del producto de dos funciones.

- Unidad VI: Series numéricas
Series numéricas. Serie geométrica. Criterios de comparación, del cociente, de la raíz, de Leibniz y de la integral para convergencia de series. Relación entre convergencia y convergencia absoluta.

- Unidad VII: Series de potencias
Series de potencias. Radio de convergencia de una serie de potencias. Criterios del cociente y de la raíz para el cálculo del radio de convergencia de series de potencias. La derivada y la integral de una serie de potencias y su radio de convergencia. Series de Taylor de las funciones elementales y sus radios de convergencia.

- Unidad IV: Integrales impropias
Integrales impropias. Criterios de convergencia para integrales impropias.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
- M. Spivak, Calculus. Calculo Infinitesimal. Editorial Reverté, 1988 (Unidades I a VI).
- Leithold, El Cálculo, 7ma. Ed., México, 1999 (Unidad VII).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
- L. Bers, Cálculo, 2da. ed. Interamericana, México, 1978.
- J. Stewart, Cálculo de una variable, 3ra. ed. International Thomson, México, 1998.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
Se tomarán dos parciales.
Las evaluaciones parciales serán sobre contenidos prácticos.
El examen final constará de una evaluación escrita sobre contenidos teóricos y prácticos.

REGULARIDAD
Para obtener la condición de alumno regular, el/la estudiante deberá aprobar los dos parciales, o sus respectivos recuperatorios.

PROMOCIÓN
La materia no tiene régimen de promoción.

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: : Análisis Matemático II	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 2° cuatrimestre / Redictado: 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Hidrometeorología	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

ASIGNATURA: Cálculo II	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 1° cuatrimestre / Redictado: 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

El concepto de integral y los rudimentos del cálculo multivariado constituyen herramientas fundamentales en las ciencias básicas y en ciencias de la computación.
Esta materia tiene por objetivo que sus estudiantes puedan resolver problemas clásicos del cálculo de integrales usando los distintos métodos (directo, sustitución, por partes, fracciones simples, funciones racionales de senos y cosenos). Además que puedan aproximar funciones por su desarrollo de Taylor y estimar el error. Estudiar con detalle las sucesiones y series y sus criterios de convergencia (incluyendo el radio de convergencia para series de potencias). Respecto al cálculo multivariable (dos y tres variables) se espera que los/as estudiantes puedan entender los conceptos básicos de derivadas parciales, direccionales y gradientes (usándolos para encontrar extremos locales y globales), Es importante que comprendan los conceptos de curvas y superficies de nivel.

CONTENIDO

1. **Integración**

Repaso de la noción de límite, derivada y cálculo de derivadas. Primitivas o antiderivadas, sumas superiores e inferiores, integral definida. Integral indefinida y Teorema Fundamental del Cálculo. Regla de Barrow. Métodos de integración: sustitución, por partes, fracciones simples, funciones racionales de seno y coseno.

2. **Sucesiones y series numéricas**

Paradojas de Zenón de Elea. Límite de sucesiones, propiedades y criterios de

convergencia. Ejemplos. Límite de series, propiedades y criterios de convergencia.

Unidad III: Series de potencias y series de Taylor
Series de potencias. Radio e intervalo de convergencia. Polinomios de Taylor, estimación del error, serie de Taylor.

Unidad IV: Cálculo vectorial
Cálculo vectorial en espacios de dos y tres dimensiones. Ecuación vectorial de una recta, ecuaciones implícita y vectorial de un plano. Distancia de un punto a un plano y a una recta. Curvas en el espacio, vector tangente.

Unidad V: Cálculo multivariable
Funciones reales de dos y tres variables. Derivadas parciales, direccionales y gradiente. Composición de funciones y regla de la cadena. Gráfico de funciones de dos variables, plano tangente. Curvas y superficies de nivel, ecuación del plano tangente. Máximos y mínimos locales de funciones de dos variables, puntos críticos, máximos globales.

Unidad VI: Integrales Múltiples
Integración en varias variables. Volumen de una región en el espacio. Coordenadas curvilíneas. Cambio de variable.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Stewart, James. Cálculo de una variable: trascendentes tempranas. México : International Thomson, 1998.
- Stewart, James. Cálculo de varias variables: trascendentes tempranas. México : International Thomson, 1999.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Boyallián, Carina; Ferreyra, Élida Vilma; Urciuolo, Marta Susana; Will, Cynthia Eugenia. Un segundo curso de cálculo.Córdoba, Argentina : Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Matemática, Astronomía y Física, 2007.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Los contenidos del programa se organizan en unidades temáticas las cuales se relacionan entre sí de manera gradual, a cada una de ellas le corresponde una guía de trabajos prácticos.
Para el desarrollo de la asignatura se opta por combinar clases teóricas (2 hs) con clases prácticas (2 hs.). En las clases teóricas el/la docente presenta los conceptos centrales de la materia. Si bien estas clases se caracterizan por ser principalmente expositivas, se estimula la participación del estudiantado a través de la presentación de dudas o inquietudes que el desarrollo teórico pueda suscitar. Las clases prácticas hacen foco en la actividad y la producción de los/as estudiantes mediante la invitación a resolver, reunidos en pequeños grupos, los ejercicios y problemas de las guías diseñadas para cada unidad de la materia. Durante la gestión de las clases prácticas el/la docente discute y resuelve en el pizarrón problemas seleccionados

por revestir una dificultad particular o por ilustrar, de forma modélica, el vínculo con el desarrollo teórico. Además, se atienden dudas y consultas que surgen del trabajo de los/as estudiantes con las guías.
La materia cuenta con un Aula Virtual donde se pone a disposición todo el material bibliográfico y las guías de trabajos prácticos. En este entorno los/as estudiantes pueden realizar consultas a través de un foro creado para tal fin.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Se tomarán 2 (dos) exámenes parciales durante el cursado de la materia. Los exámenes parciales serán escritos y abarcan parte del contenido dictado durante el curso. Ambos exámenes parciales contarán con una instancia de recuperatorio.

La aprobación de la asignatura se efectuará mediante alguna de las siguientes opciones:

-Promoción directa (ver Condiciones de Promoción).
-Aprobación de un examen final. Para quienes no promocionen la materia habrá un examen final escrito que abarca todos los temas desarrollados durante el curso lectivo.

REGULARIDAD

Para obtener la condición de estudiante regular se debe cumplimentar lo siguiente:

1. Aprobar 2 (dos) exámenes parciales o sus respectivos recuperatorios con calificación mayor o igual a 4.
2. Asistencia al menos al 70% de las clases.

PROMOCIÓN

Para obtener la condición de estudiante promocionado/a se debe cumplimentar lo siguiente:

1. Aprobar 2 (dos) exámenes parciales o sus respectivos recuperatorios con calificación mayor o igual a 6 (seis) y con promedio mayor o igual a 7 (siete).
2. Asistencia al menos al 70% de las clases.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Análisis Matemático III	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 2° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática, Profesorado en Matemática, Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas (Lic. en Astronomía, Lic. en Física y Lic. en Matemática) / 165 horas (Prof. en Matemática)

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Esta materia generaliza los conceptos del cálculo de funciones de una variable real a varias variables.
Cada uno de estos conceptos da nuevas interpretaciones geométricas y aplicaciones al cálculo sobre curvas, superficies y dominios suaves de R^n en general.
Los puntos más importantes a desarrollar son lo siguientes:
- definir los conceptos de límite, derivada direccional y diferenciación;
- aproximar funciones por polinomios (desarrollo de Taylor);
- encontrar valores extremos de una función restringida a distintos dominios;
- calcular longitudes de curvas y volúmenes comprendidos entre superficies;
- comprender la noción de superficie regular y plano tangente.
- comprender la importancia y las aplicaciones de los teoremas de Green, Stokes y Gauss.

El objetivo es que los/as estudiantes desarrollen capacidad y adquieran destreza en el manejo de cada uno de los ítems anteriores.

CONTENIDO

Unidad I
Nociones de topología en R^n. Definición de funciones de R^n en R^m. Dominio, imagen y gráfico. Descripción y gráficos de conjuntos definidos paramétricamente, explícitamente e implícitamente en R^n.

Unidad II:
Funciones de R^n en R^m: Límite y continuidad.

Unidad III:
Funciones de R^n en R^m :
Derivadas parciales. Derivadas direccionales. Diferenciabilidad.
Teorema que da condición necesaria para la diferenciabilidad de una función en término de la continuidad de las derivadas parciales de las funciones coordenadas . Relación entre derivada direccional y diferencial de una función . Relación entre continuidad y diferenciabilidad.
El gradiente. La regla de la cadena. Plano tangente al gráfico de una función. Teorema del valor medio. Df=0 en un conexo implica f constante. Regla de la cadena.

Unidad IV:
Funciones de R^n en R^m.
Desarrollos de Taylor. Extremos relativos y absolutos: definición y aplicaciones. Criterio del Hessiano para clasificar extremos relativos. Método de los multiplicadores de Lagrange.

Unidad V:
Teoremas de la función inversa e implícita: enunciado y aplicaciones. Fórmula de cambio de variables: enunciado y aplicaciones. Coordenadas polares, cilíndricas, esféricas, etc.

Unidad VI:
Integrales iteradas. Integrales múltiples. Integrales impropias.

Unidad VII:
Campos vectoriales. Integrales de línea y de superficie. Fórmula de cambio de variables: enunciado y aplicaciones. Teorema de la independencia de caminos para un campo gradiente. Teoremas de Green, Stokes y Gauss.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Calculus of Vector Functions, de R.Williamson, R.Crowell and H.Trotter. Editorial Prentice-Hall. 3ra ed. 1972.

Cálculo de Funciones Vectoriales, de R.Williamson, R.Crowell and H.Trotter. Editorial Prentice-Hall.1975.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Calculo: Trascendentes Tempranas, de James Stewart. 7ma ed. Cengage Learning, 2013.

Cálculo Multivariable, de James Stewart, 4ta edición, Thomson Learning. 2022.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Habrá 2 parciales y un recuperatorio de cada uno de ellos. Estos se tomarán teniendo en cuenta las normativas de la facultad.
El examen final será escrito incluyendo partes prácticas y teóricas.

REGULARIDAD

Para obtener la condición de Regular se deberá cumplir los dos requisitos siguientes:
- aprobar los dos parciales o sus respectivos recuperatorios;
- asistir al menos a un 70% de las clases teóricas y prácticas.

PROMOCIÓN

No hay régimen de promoción.

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Análisis Numérico	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 2° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

ASIGNATURA: Análisis Numérico I	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 2° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Matemática Aplicada	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

Es de gran importancia que estudiantes de las Licenciatura en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Matemática y Licenciatura en Matemática Aplicada adquieran las herramientas básicas para formular y resolver problemas de matemática aplicada, utilizando de manera óptima algoritmos y computadoras.

En esta materia el/la estudiante logrará:

- conocer los algoritmos para resolver problemas básicos de matemática aplicada;
- discernir acerca de la técnica más conveniente para resolver cada problema;
- implementar el algoritmo en un lenguaje de programación;
- interpretar los resultados obtenidos computacionalmente.

CONTENIDO

1. **Análisis de errores**

Error absoluto y relativo. Redondeo y truncamiento. Propagación de errores. Sistemas de punto fijo y punto flotante. Errores de representación. Propagación de errores. Estrategias para evitar cancelación de dígitos significativos.

2. **Solución de ecuaciones no lineales**

Métodos de Bisección, Newton, Secante y de punto fijo. Resultados de convergencia y algoritmos. Aplicaciones

3. **Interpolación numérica**

Interpolación polinomial. Teorema de existencia y unicidad del polinomio interpolante. Formas de Lagrange y de Newton. Diferencias divididas. Análisis de error del polinomio interpolante. Splines lineales y cúbicos.

4. **Aproximación de funciones**

Teoría de cuadrados mínimos. Caso discreto y caso continuo. Ecuaciones normales. Polinomios ortogonales. Aplicaciones

5. **Integración numérica**

Reglas simples y compuestas: rectángulo, punto medio, trapecio y Simpson. Reglas Gaussianas.

6. **Solución de sistemas de ecuaciones lineales**

Eliminación Gaussiana y factorización LU. Algoritmos. Conteo operacional. Métodos iterativos: Jacobi y Gauss-Seidel.

7. **Introducción a la Programación Lineal**

Convexidad y desigualdades lineales. Programación lineal. Introducción al método Simplex. Aplicaciones

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- D. Kincaid, W. Cheney. Numerical Analysis. Mathematics of scientific computing. 3rd. edition. AMS, 2002.
- R. Burden, J. Faires. Análisis Numérico. Thomson Learning, 2002.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- L. Eldén, L. Wittmeyer-Koch, Numerical Analysis: an introduction. Academic Press, 1990.
- I. Griva, S. Nash, A. Sofer. Linear and nonlinear optimization. SIAM, 2009.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Se dictan semanalmente: 2 clases teóricas de 2 horas cada una y 2 clases prácticas de 2 horas cada una. Las clases teóricas cubren los principales resultados del programa, haciendo énfasis tanto en las ideas subyacentes como en sus demostraciones rigurosas. Su dinámica es principalmente expositiva, aunque incorpora la participación de los/as estudiantes mediante la inferencia y anticipación de resultados. Las clases prácticas están enfocadas en la resolución de problemas cuya herramienta principal proviene de los contenidos teóricos. En ellas se promueve el trabajo colaborativo entre estudiantes y docentes, complementado con la gestión de resoluciones de problemas particularmente relevantes en el pizarrón a cargo del/ de la profesora.
Paralelamente, la materia cuenta con un Aula Virtual en el entorno Moodle en el que se fomenta la participación a través de foros y se incluye material de estudio: guías de trabajos prácticos, bibliografía, enlaces a sitios relevantes, entre otros recursos.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Se tomarán 3 (tres) parciales.
Se tomarán 2(dos) Trabajos Prácticos de Laboratorio.
Examen final escrito.

REGULARIDAD

- Aprobar los 2 (dos) parciales,.
- Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos.

PROMOCIÓN

-Aprobar los tres parciales con nota mayor o igual a 6 y los dos trabajos prácticos de laboratorio.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Astrofísica General	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Fundamentación y Objetivos de la Materia Astrofísica General

La Astrofísica General se basa en la comprensión de fenómenos fundamentales del universo, centrándose en la espectroscopía estelar, la evolución de las estrellas y la astrofísica de las atmósferas estelares y los medios gaseosos. La materia abarca estos tres bloques del conocimiento, divididos en sus correspondientes unidades.

El estudio del modelo atómico desde la perspectiva cuántica es esencial para entender la naturaleza de la materia y la interacción de la luz con los átomos. A través de la revisión de modelos históricos y la profundización en el modelo cuántico, los estudiantes pueden explicar los fenómenos espectroscópicos observados en astrofísica. La formación del continuo y las líneas espectrales son fundamentales para determinar la cinemática estelar y las abundancias químicas, permitiendo a los astrofísicos desentrañar la composición y el comportamiento de las estrellas y otros cuerpos celestes.

El medio interestelar representa una porción significativa de la materia visible del universo y es crucial para comprender la formación y evolución de las galaxias. Este medio está compuesto por gas y polvo, y se encuentra asociado a procesos físicos que influyen directamente en la vida de las estrellas. El estudio de las nebulosas gaseosas, especialmente en su estado ionizado, permite a los estudiantes investigar los procesos que generan el espectro resultante. Estos conocimientos son vitales para comprender cómo el medio interestelar interactúa con la radiación estelar y cómo contribuye a la formación de nuevas estrellas.

La evolución estelar es uno de los pilares de la astrofísica y la astronomía. Al estudiar el ciclo de vida de las estrellas de diferentes masas, los estudiantes aprenden a interpretar el diagrama de Hertzsprung-Russell, que relaciona la luminosidad y la temperatura de las estrellas. A través del concepto de nucleosíntesis, se explica cómo se originan los elementos químicos en el universo, lo que es fundamental para entender la química del cosmos. Además, el análisis de conjuntos de estrellas y su evolución, junto con el concepto de síntesis de poblaciones estelares, proporciona una visión integral de cómo las estrellas influyen en la estructura y dinámica de las galaxias.

CONTENIDO

Modelo Cuántico del Átomo

-Unidad 1

Repasos de conceptos astrofísicos fundamentales: (a) Cuerpo Negro, leyes y aproximaciones; (b) Radiación electromagnética. Espectroscopía atómica: modelo clásico de Rutherford-Bohr; (c) Equilibrios de excitación y de ionización.

Unidad 2

Modelos Atómicos. Modelo de Sommerfeld: números cuánticos principales, acimutal y total. Modelo vectorial del átomo hidrogenoide y con varios electrones. Salto de Balmer. Espín y momento magnético del electrón. Efecto Zeeman. Principio de exclusión de Pauli. Transiciones radiativas y colisionales.

Unidad 3
Líneas espectrales y multipletes. Aplicaciones astronómicas de la espectroscopía atómica. Formación del espectro continuo y de las líneas en las estrellas. Ancho equivalente y perfil de línea. Mecanismos de ensanchamiento de las líneas espectrales. Curvas de crecimiento. Abundancias. Poblaciones estelares.

Fundamentos de Estructura Interna Estelar

Unidad 4
Fuentes de energía estelar. Teorema del Virial. Transporte de energía. Ecuaciones y modelos de estructura interna. Equilibrio radiativo. Concepto de Atmósfera Estelar. Ecuación de transporte en las atmósferas estelares. Equilibrio Termodinámico Local. Caso gris. Oscurecimiento hacia el limbo. Coeficiente de absorción continuo. Atmósferas no grises. Espectro resultante. Continuo y líneas de absorción.

Unidad 5
Física del Medio Interestelar: composición y estado. Ecuación de Equilibrio de Fotoionización. Fotoionización y Recombinación del Hidrógeno. Estructura de ionización. Esfera de Stromgren. Líneas de Recombinación y de excitación colisional. Fluorescencia. Inyección y Pérdida de Energía. Equilibrio Térmico.

Unidad 6
Ecuación de Transporte radiativo en una nebulosa. Profundidad óptica. Espectro emitido. Líneas permitidas y prohibidas. Procesos radiativos. Parámetros astrofísicos de una nebulosa gaseosa. Abundancias químicas. Temperatura. Densidad.

Unidad 7
Ionización por ondas de choque. Remanentes de supernova. Nubes moleculares. Envolventes protoestelares. Regiones HII y nebulosas planetarias en las galaxias. Polvo en el medio interestelar. Atmósferas planetarias. Composición y evolución.

Evolución Estelar

Unidad 8
Concepto de formación estelar. Ciclo de vida de las estrellas. Trayectorias de Hayashi. Estrellas de Pre-secuencia principal. Secuencia Principal de edad cero (ZAMS). Secuencia Principal. Cadena protón-protón y ciclo CNO.

Unidad 9
Evolución Pos-secuencia principal. Balance Presión-Gravedad. Ramas evolutivas en el Diagrama de Herzprung-Russell. Reacción Triple-Alfa. Flash de Helio. Nucleosíntesis. Enanas Blancas. Límite de Chandrasekar. Evolución de estrellas masivas. Supernovas. Estrellas de neutrones. Agujeros negros.

Unidad 10
Cúmulos estelares. Poblaciones estelares. Modelos de Síntesis Evolutiva.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Böhm-Vitense, E., 1992, Introduction to Stellar Astrophysics (3 vols.), Cambridge University Press.
- Carroll, B. W. & Ostlie, D. A., 2007, An Introduction to Modern Astrophysics, 2nd. Ed., Addison-Weasley.
- Clariá, J. J., 2010, Astronomía General I: Astrofísica, Universidad Nacional de Córdoba.
- Clariá, J.J. y Levato, H., 2008, El Espectro Continuo de las Atmósferas Estelares, Editorial Comunicarte, Córdoba, Argentina.

- Greggio, L. y Renzini, A., 2011, Stellar Populations. A User Guide from Low to High Redshifts, Wiley VCH
- Karttunen, H., y otros, 2017, Fundamental Astronomy, Springer.
- Lang, K., 2013, Essential Astrophysics.
- Novotny, E., 1973, Introduction to Stellar Atmospheres and Interiors, Oxford University Press.
- Osterbrock, D. E. y Ferland, G., 2006, Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei. 2nd Edición, University Science Books.
- Salaris, M., Cassisi, S., 2005, Evolution of Stars and Stellar Populations, John Wiley & Sons, Ltd.

Se consultarán además los papers más actuales y relevantes de cada tema.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Allen, L. W. 1963, The Atmospheres of the Sun and Stars, The Ronald Press Company, New York.
- Aller, L. H., 1991, Atoms, Stars and Nebulae, Cambridge University Press.
- Clariá J. J., 2007, Elementos de Fotometría Estelar, UNC.
- Gray, R. & Corbally, C., 2009, Stellar Spectral Classification, Princeton Series in Astrophysics.
- Mihalas, D., 1978, Stellar Atmospheres, W. H. Freeman & Co.
- Padmanabhan, T., 2000, Theoretical Astrophysics (vols. I y II), Cambridge University Press.
- Herzberg, G. 1944, Atomic Spectra and Atomic Structure, Dover Publications
- Kaler, J. B. 2011, Stars and their Spectra, Cambridge University Press, 2nd Ed.
- Sparke, L. S. y Gallagher III, J. S. 2014, Galaxies in the Universe, Cambridge University Press, 2nd Ed., 8va impresión

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Aprobación de dos parciales que comprenderán la primera y segunda parte de la materia. Se podrá recuperar sólo uno de ellos a fin de cuatrimestre.

Entrega y aprobación de un informe de trabajos prácticos individuales (o en equipo) en las fechas indicadas durante el cuatrimestre. Dicho trabajo práctico se basará principalmente en el manejo de diferentes programas computacionales de análisis de datos.

El examen final constará de una exposición oral, individual e integradora sobre los contenidos teóricos-prácticos de la materia. En el caso de los estudiantes libres, se les tomará además una evaluación escrita sobre contenidos prácticos.

REGULARIDAD

El/la estudiante deberá cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas, y aprobar las dos evaluaciones parciales o una de ellas y el recuperatorio.

PROMOCIÓN

Esta materia no contempla régimen de promoción.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Astronomía de Posición y Métodos Numéricos	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 2° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Fundamentos: Los conceptos básicos de la astronomía de posición y de los métodos numéricos son herramientas fundamentales que el/la estudiante necesita para entender cómo se orientan y posicionan los objetos en la esfera celeste y para resolver una variedad de problemas astronómicos que no tienen solución analítica.

Los objetivos fundamentales de esta asignatura son:
1) Proveer a los/as estudiantes un conocimiento detallado sobre los sistemas de referencia utilizados en Astronomía, que sirven como base para la determinación de las coordenadas de los objetos celestes.
2) Estudiar los cambios que se producen en esos sistemas de referencia o en las coordenadas observadas de los objetos celestes debido a diversos fenómenos físicos, como la precesión, nutación, refracción atmosférica, paralaje, aberración, etc.
3) Brindar conocimientos básicos sobre el cálculo numérico y la programación en el lenguaje FORTRAN a fin de resolver numéricamente problemas que involucran ecuaciones diferenciales, aproximación de funciones, ecuaciones no lineales, etc.

CONTENIDO

1 - La esfera celeste

Movimiento aparente de los astros. Sistemas de referencia. Determinación práctica de los sistemas de referencia. Relaciones fundamentales de la trigonometría esférica. Definiciones: círculos máximos y menores, triángulos esféricos. Fórmulas básicas. Resolución de triángulos esféricos. Aproximación para ángulos pequeños. Coordenadas esféricas. Salida, culminación y puesta de los astros.

2 - Sistemas de coordenadas astronómicos

Coordenadas horizontales. Coordenadas ecuatoriales horarias. Coordenadas eclipticales. Coordenadas ecuatoriales absolutas. Relaciones entre los diferentes sistemas de coordenadas.

3 - Desplazamiento de los planos fundamentales.

Precesión. Nutación. Variación de la oblicuidad de la eclíptica. Precesión lunisolar. Diferencia entre el eje de rotación y el eje principal de inercia. Precesión en coordenadas ecuatoriales absolutas. Nutación. Retrogradación de los nodos de la órbita lunar.

4 - Tiempo

Conceptos fundamentales. Determinación de la oblicuidad de la eclíptica y la posición del sol. Determinación de posiciones absolutas. Determinación del tiempo a partir del movimiento orbital. Leyes de Kepler. Relación de vínculo entre la anomalía verdadera y la excéntrica. Tiempo de efemérides. Relojes.
Tiempo atómico. Uniformidad del tiempo. Tiempo sidéreo, verdadero y medio. Variación del tiempo sidéreo por precesión. Tiempo solar verdadero. Tiempo solar medio. Ecuación del tiempo. Reducción al ecuador. Ecuación del centro.
Tiempo civil y oficial. Tiempo universal. Período juliano. Año trópico. Año ficticio de Bessel. Año sidéreo. Año anomalistico. Las estaciones. El calendario.

5 - Paralaje
Definición y conceptos fundamentales. Paralaje geocéntrica. Correcciones diferenciales por paralaje diurna. Misiones para medir paralajes anuales. Movimientos propios. Sistemas astrométricos. Velocidades radiales. Determinación de distancias.

6 - Refracción
Descripción del efecto y conceptos fundamentales. Aproximación plana. Aproximación por capas esféricas. Corrección de en distintos tipos de coordenadas. Refracción diferencial.

7 - Aberración
Descripción del fenómeno. Aberración anual. Aberración diurna. Aberración planetaria. Aberración circular y elíptica. Aberración en coordenadas ecuatoriales absolutas.

8 - La Luna
Órbita, fases, libraciones. Mes, trópico, sinódico y sidéreo. Eclipses.

9 - Introducción al Cálculo Numérico
Arquitectura de una PC. Lenguajes de programación. Compiladores.
Representación numérica. Números de punto flotante y errores de redondeo. Errores absolutos y relativos. Pérdida de dígitos significativos. Cálculos estables e inestables. Condicionamiento.

10 - Solución de sistemas no lineales
Método de la bisección. Método de Newton. Método de la secante. Errores.

11 - Aproximación de funciones
Interpolación polinomial. Forma de Newton y de Lagrange. Errores. Polinomios de Chebyshev. Spline. Cuadrados mínimos.

12 - Ecuaciones diferenciales.
Método con series de Taylor. Método RungeKutta. Errores. Sistemas con órdenes altos.

13 - Diferenciación e integración numérica
Diferenciación numérica y extrapolación de Richardson. Integración numérica por interpolación. Cuadratura gaussiana. Integración de Romberg.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
Spherical Astronomy, E.W. Woolard, G.M. Clemence, Academic Press 1966
Astronomía de Posición, T. Vives, Ed. Alambra, 1971
Astronomie Generale, A Danjon, Sennac, Paris, 1994
Numerical Análisis, D. Kincaid, W. Cheney, 2002.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
Spherical Astronomy, W.M. Smart, Cambridge University Press, 1965
Explanatory Supplement to The Astronomical Almanac, U.S. Naval Observatory, Washington, D.C., 2013.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
Dos evaluaciones parciales con su respectivo recuperatorio y tres trabajos prácticos.
Las evaluaciones parciales serán sobre contenidos teóricos y prácticos.
El exámen final consistirá en una evaluación oral y la presentación de los trabajos prácticos que no hayan sido aprobados durante el cursado. En el caso de estudiantes libres, consistirá además de

una evaluación escrita sobre contenidos teóricos y prácticos.
La materia no considera régimen de promoción.

REGULARIDAD
Asistencia a al menos el 70% de las clases teóricas y prácticas.
Aprobación de dos exámenes parciales o de un exámen parcial y el recuperatorio del otro.
Aprobación de dos de los tres trabajos prácticos.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Cálculo Vectorial	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 2° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 Horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Esta materia tiene fundamental importancia en el plan de estudios de la carrera Licenciatura en Matemática Aplicada pues provee las herramientas básicas del cálculo diferencial e integral de funciones de varias variables. Los contenidos, herramientas y resultados que se verán en esta materia son de suma utilidad para modelar y resolver problemas de la vida real.

Al finalizar la materia, los/as estudiantes deberán estar en condiciones de:
- comprender la geometría de los espacios Euclídeos;
- comprender desde el punto de vista analítico y geométrico el concepto de diferenciación de una función de varias variables y sus aplicaciones;
- poder trabajar con curvas y superficies, pudiendo calcular longitudes, áreas, volúmenes como también sus vectores tangentes y normales;
- comprender desde el punto de vista analítico y geométrico el concepto de integración de una función de varias variables;
- poder integrar campos vectoriales sobre curvas y superficies y entender sus aplicaciones físicas;
- entender el concepto de optimización matemática.

CONTENIDO

1 Geometría del espacio Euclídeo

Vectores. Producto interno, normas. Distancia. Producto cruz. Coordenadas esféricas, coordenadas cilíndricas.

2 Funciones de varias variables

Definición y gráfico de funciones de varias variables. Límite y continuidad. Derivadas parciales, derivadas direccionales y diferenciabilidad. Matriz jacobiana. Regla de la cadena. Derivadas de orden superior. Teoremas de la función inversa e implícita. Aplicaciones: ecuaciones en derivadas parciales.

3 Curvas y superficies.

Parametrizaciones de curvas, longitud de arco, curvatura, torsión, marco de Frenet. Superficies definidas paramétricamente e implícitamente, vectores tangentes y normales, plano tangente.

4 Integrales múltiples.

Integrales dobles y triples. Teorema de cambio de variables.

5 Integrales sobre curvas y superficies.

Integrales de funciones escalares y campos vectoriales sobre curvas. Integrales de funciones escalares y campos vectoriales sobre superficies. Cálculo de áreas y flujos. Campos conservativos.

6 Teoremas integrales del cálculo vectorial.

Divergencia y rotor de campos vectoriales. Campo gradiente. Teorema de Green (forma normal y tangencial), Teorema de Stokes y Teorema de la divergencia de Gauss. Aplicaciones.

7 Optimización.

Desarrollos de Taylor. Puntos críticos. Minimización/maximización con restricciones, método de los multiplicadores de Lagrange.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- S.J. Colley. Vector Calculus, 4th edition, Pearson, 2012.
- J.E. Marsden y A.J. Tromba. Cálculo Vectorial, 3ra edición. Addison-Wesley Iberoamericana, 1991.
- J. Stewart. Multivariable calculus: concepts and contexts. Cengage Learning, 2009.
- R.E. Williamson, R.H. Crowell, H.F. Trotter. Calculus of Vector Functions, 3rd edition. Prentice-Hall, 1972.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Durante el dictado de la materia se realizarán dos (2) evaluaciones parciales escritas, pudiendo ser recuperada una (1) de ellas.
Además la materia contará con un examen final escrito que englobará todos los contenidos teóricos y prácticos vistos durante el cursado de la materia.

REGULARIDAD

Los requisitos para obtener la condición de estudiante regular son:
1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas.
2. aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN

Sin régimen de promoción.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Ciencia de Datos	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 Horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Este curso introduce al/a la estudiante a los tópicos generales de Ciencia de datos. El curso comienza con una discusión sobre las diferencias entre el aprendizaje automático y el análisis multivariado clásico. Se discutirán temas centrales del área como son reducción de dimensión, creación de clasificadores a partir de definición de hipótesis minimales, riesgo y error y métodos de agrupamiento basados en métricas. Se estudiarán también errores y medidas de desempeño.

CONTENIDO

Unidad 1 : Manejo de datos y visualización

Cómo dar a una computadora la habilidad de aprender de los datos. Tres formas de aprendizaje por computadora. Notación y terminología técnica. Uso de Python. Pandas, Plotly, Seaborn, Matplotlib.

Unidad 2: Hipótesis determinísticas

Árboles de decisión, algoritmo ID3. Bagging. Boosting. Algoritmos Random Forests y Ada Boost.Algoritmo XGboost

Unidad 3: Hipótesis estadísticas

Discriminante de Bayes, caso gaussiano, Discriminante de Fisher. Funciones discriminantes multicaso. Redes de creencias (Belief networks), Bayesiano ingenuo (Naive Bayes). Estimación paramétrica y bayesiana. Mezcla de gaussianas. Algoritmo Esperanza-Maximilización (Expectation Maximization).
Estimacion no paramétrica, algoritmo kNearest Neighbors y algortimo basado en kernel density estimation.

Unidad 4: PCA, LDA CC y otras A's.

Análisis de componentes principales y discriminantes, correlación canónica, análisis de componentes independientes y t SNE, Stochastic Embedding.

Unidad 5: Métodos lineales.

Métodos para problemas con clases linealmente separables. Perceptron. Algoritmos de optimización para cálculo de hiperplanos. Regresión logística, Máquinas de Vectores de Soporte. Algoritmos Kernel Support Vector Machine. Esquemas de discriminación multiclase.

Unidad 6: Aprendizaje no supervizado.

Algoritmo apriori. K-medias, métodos jerárquicos, mezcla de Gaussianas. Algoritmos Mean Shift , DBscan, Optics, y Birch.
Métodos de selección del número de clusters.
Visualización usando t-SNE

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Pattern Classification. R. Duda, P. Hart y D.Stork, Wiley 2006
- Python machine learning. Sl Rashka. Packt 2016.
- Machine Learning Tom M. Mitchell McGraw-Hill, 1997

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Tendrán dos instancias de evaluación parcial en el aula, con sus respectivos recuperatorios.
Habrá un coloquio consistente de un trabajo especial y la defensa oral del mismo.
El examen final para regulares consistirá en la resolución escrita de ejercicios. Los exámenes para alumnos libres tendrán ejercicios adicionales y un coloquio.

REGULARIDAD

1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas y de laboratorio.
2. aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.
3. aprobar el trabajo especial

PROMOCIÓN

1. cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).
3. aprobar el coloquio con nota mayor a 7 (siete).

La nota final será un promedio entre los parciales y la nota del coloquio.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Complementos de Álgebra Lineal	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 2° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Profesorado en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 105 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El Álgebra es una de las áreas básicas de la matemática, indispensable en la formación de un/a profesor/a. Su estudio ya se ha iniciado en los cursos de Álgebra I y II. En este curso se verán conceptos básicos de álgebra lineal que completarán lo ya visto en Álgebra II. Se profundizarán algunos de dichos conceptos y se introducirán algunos nuevos, teniendo en cuenta los contenidos requeridos por el plan de estudio.

El objetivo principal del curso es que el/la estudiante logre comprender los conocimientos detallados en la sección Contenidos, y ponga de manifiesto esta comprensión al aplicarlos para resolver problemas concretos. Para ello, deberá adquirir un manejo razonable de las herramientas y procedimientos que pondremos a su disposición.

CONTENIDO

Unidad I: Repaso

Revisión de conceptos básicos de Algebra Lineal.

Unidad II: Espacios con producto interno

Espacios vectoriales con producto interno. Proceso de ortogonalización de Gram Schmidt. Bases ortonormales. Complemento ortogonal de un subespacio. La adjunta de una transformación lineal. Relaciones entre los núcleos y las imágenes de una transformación lineal y su adjunta. Reflexiones y proyecciones. Proyección ortogonal.

Unidad III: Autovalores y autovectores

Polinomio característico y minimal de una transformación lineal. Diagonalización de matrices. El Teorema de Cayley-Hamilton.

Unidad IV: Operadores Lineales

Subespacios T-invariantes. Operadores autoadjuntos. Teorema Espectral. Operadores autoadjuntos no negativos y definidos positivos. Raíz cuadrada de un operador autoadjunto no negativo. Teorema de los valores singulares. Operadores ortogonales. Operadores antisimétricos. Operadores Normales.

Unidad V: Formas cuadráticas

Formas bilineales. Matriz de una forma bilineal y cambios de bases. Formas bilineales simétricas y antisimétricas. Formas cuadráticas. Matriz de una forma cuadrática. Formas cuadráticas positivas, negativas, no negativas, no positivas e indefinidas. Índice de una forma cuadrática. Ley de Inercia de Sylvester. El método de Lagrange. Cónicas y cuádricas. Clasificación y formas canónicas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Hoffman y Kunze, (2000). Algebra Lineal, ediciones del Castillo.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Elon Lages Lima, (1998), Álgebra Linear. 3ra. edición. IMPA, Brasil.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Se tomarán dos parciales, y sus respectivos recuperatorios, cada uno de ellos constará de una parte teórica y una parte práctica. El examen final constará de una parte teórica y una parte práctica que deberán ser aprobadas por separado.

REGULARIDAD

Para ser estudiante regular se deberán aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN

No corresponde

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Complementos de Análisis Matemático	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 2° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Profesorado en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 135 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Ampliar los conocimientos en diversas áreas de la matemática que son de utilidad para el planteo y la resolución de problemas de las ciencias físicas

CONTENIDO

UNIDAD 1

Sistemas de Coordenadas bi y tri-dimensionales. Vectores, producto punto y cruz. Funciones vectoriales. Curvas en el espacio. Longitud de arco. Integrales de línea. Coordenadas polares, cilíndricas y esféricas.

Unidad 2

Funciones de varias variables. Límite, continuidad y derivadas parciales. Planos tangentes y diferenciales. Derivadas direccionales y vector gradiente. Regla de la cadena.

Unidad 3

Campos vectoriales. Integrales de línea en el espacio. Teoremas de Green, Rotor y Divergencia. Superficies paramétricas y sus áreas. Flujo de un campo a través de una superficie. Teorema de Stokes y Teorema de la Divergencia. Aplicaciones a problemas de la mecánica y electromagnetísmo.

Unidad 4

Funciones de variable compleja. Funciones periódicas. Desarrollos en series de Fourier seno, coseno y compleja. Cálculo de los coeficientes de Fourier. Convergencia de las series.

Unidad 5

Ecuaciones diferenciales ordinarias. Orden y grado de una ecuación diferencial. Ecuaciones diferenciales lineales. Ecuaciones exactas. Ecuaciones lineales de segundo orden. Ecuaciones lineales no homogéneas. Oscilador armónico amortiguado.

Unidad 6

Ecuaciones diferenciales a derivadas parciales. Ecuaciones elípticas, hiperbólicas y parabólicas. Ecuación de Laplace. Ecuaciones de propagación de ondas en una dimensión. Ecuación de transporte de calor.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

-Cálculo Multivariable. J. Stewart 3° Edición. International Thomson Editors, 1999.
-Variable Compleja y Aplicaciones. R. Churchill y J. Brown. Editorial Mc Graw Gill. 1992.
-Ecuaciones Diferenciales y Problemas con Valores en la Frontera. W. Boyce y R. DiPrima. John Wiles & Sons, New York 1969.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

-Mathematical methods of Physics. J. Mathews y R. Walker. Second Edition. Addison-Wesley, Redwood City, 1970.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Se tomarán dos parciales escritos en el horario de cursado, con resolución de 3 ó 4 situaciones problemáticas similares a las desarrolladas en las clases prácticas o ejemplificadas en las clases teóricas. Ambos parciales tienen recuperatorio.
Evaluación continua conceptual y con preguntas durante el cursado que valoran el compromiso, interés e involucramiento del estudiante.

El examen final es oral y escrito para estudiantes regulares y libres.

REGULARIDAD

Aprobar las dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN

Aprobar las dos evaluaciones parciales (o sus correspondientes recuperatorios) con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Computación	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Profesorado en Matemática, Profesorado en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 135 horas (Prof. en Física) / 165 horas (Prof. en Matemática)

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La computación es una herramienta esencial en la construcción y difusión del conocimiento en las áreas de la matemática y la física. Esta herramienta se actualiza permanentemente, generando oportunidades y amenazas dentro de las posibilidades que brinda a quienes la tengan a su alcance. Por esto, en este curso, nos enfocaremos en las formas de aprender a utilizar las herramientas computacionales, la manera en que estas cambian continuamente y la forma de optimizar el flujo de trabajo a la hora de administrar el gran volumen de información disponible. Los objetivos del curso son: utilizar eficazmente las herramientas de software computacional, conocer cómo funcionan, cómo se crean y el soporte en que se encuentran (hardware) .

CONTENIDO

1 Herramientas computacionales

¿Cómo aprender computación? Inteligencia Artificiale. ¿Qué es y qué no es? Potenciales usos y contraindicaciones. ¿Quiénes, cómo y cuándo pueden usarlas? Preparar exámenes, clases y presentaciones con IA. TICs. Applets. Internet. Aulas virtuales (Moodle y Classroom)

2 Programas

Archivos: tipos y usos. Planillas de cálculo, editores de texto y presentaciones. Tabletas digitalizadoras (Idroo, Pencil, Xournal++, JamBoard, OpenBoard). Análisis de funciones. Representación gráfica de funciones (GeoGebra). Análisis gráfico de funciones.

3 Programación

Elementos básicos de un programa. Asignación de variables. Funciones. Bucles. Decisiones. Python. Programas interpretados

4 Resolución numérica

Cómo resuelve problemas matemáticos una computadora: breve análisis numérico. Ejemplos: resolver ecuaciones no lineales. Sistemas lineales. Integración.

5 Hardware y software

Qué es una computadora. Cómo aparecieron las computadoras. Hardware: partes físicas de una computadora, cómo reconocerlas y operarlas. Software: Sistema binario. Qué es un programa. BIOS (UEFI). Sistemas operativos: Windows, Linux, otros (Android, ChromeOS, MacOS). Programas de bajo, medio y alto nivel.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Numerical Analysis (10th Ed.), by R.L. Burden, J.D. Faires & A.M. Burden. Cengage Learning, Boston, USA, 2016
- Numerical analysis: mathematics of scientific computing, by D.R. Kincaid & E.W. Cheney. AMS, Rhode Island, USA, 2002.
- Introducción a la programación con Python3, por A. Marzal Varó, I. García Luengo & P. García Sevilla. Universitat Jaume, 2014. Distribuído gratuitamente para uso con fines académicos (http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/10234/102653/1/s93.pdf) y licencia Creative Commons.

- Python for everybody, exploring data using python 3, by C.R. Severance, 2016. Distribuído bajo Licencia Creative Commons.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- An introduction to numerical methods and analysis (2nd Ed.), by J. Epperson, J. Wiley & Sons ed., New Jersey, USA, 2013
- An introduction to numerical analysis, by E. Süli & D. Mayers, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 2003

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Los alumnos deberán completar un trabajo práctico grupal por unidad. Deberán corregir un trabajo práctico de sus pares por unidad. Ambos, el trabajo y la corrección, serán evaluados por los docentes.
Finalmente, cada alumno deberá preparar un trabajo integrador final, el cual deberá ser presentado al curso en una instancia de coloquio final.

REGULARIDAD

- Tener un 70% de asistencia.
- Aprobar el 80% de los trabajos prácticos.
- Haber realizado el trabajo final.

PROMOCIÓN

- Tener un 80% de asistencia
- Aprobar todos los trabajos prácticos
- Aprobar el coloquio referido al trabajo final.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Didáctica Especial y Taller de Física	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año (anual)
CARRERA: Profesorado en Física	
REGIMEN: Anual	**CARGA HORARIA:** 270 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Los/as estudiantes llegan a los cursos del profesorado con ideas previas (muchas de ellas implícitas) en relación a qué es enseñar física y qué es aprender física. Estas ideas se conciben intuitivamente a partir de las experiencias de estos futuros docentes durante sus trayectorias educativas previas. En Argentina, el primer momento de cuestionamiento y tensión entre esas ideas y las consensuadas en el campo de la didáctica de las ciencias, ocurre en los espacios curriculares de las didácticas específicas. En este sentido, podríamos decir que el Conocimiento Didáctico del Contenido (el conocimiento sobre cómo ayudar a otros/as a aprender un contenido) comienza a desarrollarse formalmente en los espacios destinados a las didácticas específicas (Melo Niño et al. 2016, Mellado et al. 2014, Magnusson et al. 1999).

El objetivo general de Didáctica Especial y Taller de Física es que los/as futuros/as docentes se apropien de las herramientas para enseñar a aprender física, es decir para comenzar a configurar su Conocimiento Didáctico del Contenido, en este caso, de la física. En el espacio curricular denominado Didáctica Especial y Taller de Física se trabajan los siguientes contenidos (más adelante se detallará cada uno de estos bloques): Las ideas previas sobre el mundo físico y su relación con el aprendizaje de la física, el trabajo experimental en física y en la enseñanza de la física, el uso de la historia de la física en la enseñanza, el discurso en el aula y su relación con el aprendizaje de la física, las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza de la física, la observación de la enseñanza de la física, los distintos niveles del currículo y la evaluación. Transversal a todos los bloques se sitúa otro contenido: la resolución de problemas, que es la actividad principal de toda la materia, y que refiere tanto a la física (resolución de problemas en física) como a la enseñanza (resolución de problemas en enseñanza de la física). En el primer caso, los/as futuros/as docentes adoptan el rol de estudiantes de física y en el segundo caso, el rol de docentes. Al finalizar la materia, y como parte del examen final, los/as futuros/as docentes deben elaborar una unidad didáctica sobre un conjunto de temas de física, utilizando lo aprendido durante el curso.

Para lograr el objetivo general antes mencionado, la metodología de enseñanza de todos los bloques, sigue el siguiente esquema: cada bloque de la materia comienza con un problema (situaciones problemáticas, preguntas, testimonios de clase), sigue con la socialización de las respuestas de los/as estudiantes, esas respuestas son tensionadas (por los/as otros/as estudiantes y/o por el/la docente) a fin de que las ideas del curso progresen, luego el/la docente aporta nuevo conocimiento, después se propone a los/as estudiantes resolver problemas integradores con aporte de esos nuevos conocimientos, y finalmente se los/as invita a comunicar los resultados del proceso de aprendizaje.

Esta metodología de enseñanza, fundamentada en resultados de la investigación en didáctica, invierte la lógica habitual de las clases teóricas seguidas de clases prácticas, en las que las clases teóricas se ofrecen sin problematizar el contenido y sin que esa problematización esté relacionada con el conocimiento previo del alumnado. Un consenso generalizado en el campo educativo es que las personas aprendemos en función de lo que ya sabemos (Gil Pérez, 1983), independientemente de que aquello ya sabido esté o no en sintonía con el canon de la física. Esto ha llevado a considerar al conocimiento previo como un aspecto fundamental en la problematización de los contenidos y, por lo tanto, en el proceso de enseñanza. El segundo y tercer paso en el proceso de enseñanza proponen socializar ese conocimiento previo, ponerlo en

discusión en la clase, y tensionarlo con el canon de la física, siempre a través de problemas preparados para tal fin sobre los que los/as estudiantes discuten. El/La docente en estos momentos sólo gestiona la clase, no interviene dando respuestas correctas o corrigiendo a los/as estudiantes, solo alentando la discusión y promoviendo la argumentación. Cuando la clase ha progresado en relación a sus ideas (Engle y Conant, 2002), recién allí el/la profesor/a aporta nueva información, que vuelve a ponerse a prueba en la resolución de nuevos problemas integradores. Hacia el final, los/as estudiantes exponen lo aprendido y el/la docente evalúa el proceso. En todo este proceso el trabajo colectivo, en grupos, es indispensable. Es un aprendizaje colectivo que se refleja en el aprendizaje individual (Crouch y Mazur, 2001). Bajo esta metodología de trabajo, los/as estudiantes están resolviendo situaciones problemáticas y discutiendo sobre ellas mucho más tiempo que los momentos dedicados a la exposición del/de la docente. Esta exposición, además, no se realiza en abstracto, sino retomando, completando y formalizando el contenido que ha estado siendo objeto de discusión en etapas previas. El/La docente expone para mejorar y completar argumentos y explicaciones que ya han sido dadas por los/as estudiantes, generando así un momento de gran interés para el alumnado.

CONTENIDO

BLOQUE 1: Las ideas previas de Física de los estudiantes y su relación con el proceso de conceptualización

Ideas previas en física. Cómo se explicitan. Distintas formas de recolección de ideas previas. Distintas formas de reutilización de ideas previas para el cambio conceptual. Evaluación del progreso de las ideas previas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Que los/as estudiantes reconozcan la existencia de ideas previas en relación a los fenómenos físicos

Que los/as estudiantes sean capaces de reconocer y reconstruir actividades problemáticas eficaces para relevar ideas previas

Que los/as estudiantes sean capaces de reconocer y reconstruir actividades problemáticas idóneas para tensionar las ideas previas

Que los/as estudiantes sean capaces de reconocer y reconstruir actividades para evaluar el progreso de las ideas iniciales de los estudiantes.

BLOQUE 2: El trabajo de laboratorio en el contexto de la Física y en el contexto de la enseñanza de la Física

El trabajo de laboratorio como práctica científica. El trabajo de laboratorio como actividad para aprender a modelar fenómenos físicos. La relación teoría – experimentación en la enseñanza de la física. El rol del trabajo de laboratorio para la enseñanza por indagación. El rol del laboratorio para tensionar las ideas previas de los estudiantes secundarios a través del ciclo POE (predicción-observación-explicación).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Que los/as estudiantes identifiquen los roles del trabajo experimental en el desarrollo de la física

Que los/as estudiantes logren reconstruir sus experiencias previas en relación a la actividad de laboratorio en sus trayectorias educativas

Que los/as estudiantes logren reconocer prácticas de laboratorio productivas e improductivas a los fines de reproducir, en el aula, las características del trabajo experimental en el desarrollo de la física

Que los/as estudiantes reconozcan el valor del trabajo experimental como herramienta didáctica para tensionar las ideas previas sobre fenómenos físicos del alumnado secundario.

BLOQUE 3: El uso de la Historia de la Física en la enseñanza. Relaciones CTSA

La historia de la física y las ideas previas de los estudiantes. La historia de la física como medio de reconstrucción didáctica. El rol de las controversias en física. Problemas sociales y tecnológicos actuales y su conexión con la enseñanza de la Física. La naturaleza de la Ciencia como contenido a enseñar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS
Que los/as estudiantes conozcan episodios históricos relevantes en el desarrollo de algunos conceptos en física
Que los/as estudiantes identifiquen que el desarrollo de la física no es lineal, no es acumulativo y es dependiente de factores históricos, culturales, económicos y políticos.
Que los/as futuros docentes puedan reconocer que enseñar sobre la actividad científica, es un aspecto fundamental para que los/as estudiantes secundarios/as puedan construir ciudadanía durante sus trayectos escolares.
Que los/as estudiantes puedan identificar y construir actividades para enseñar algunos aspectos sobre la actividad científica, en este caso, sobre la construcción del conocimiento físico.

BLOQUE 4: El discurso en el aula y su relación con el aprendizaje
Patrones de interacción discursiva en el aula. Las estructuras de participación productivas e improductivas. Las voces de los estudiantes y la re -pregunta del profesor como sostén de la dinámica discursiva. Abordajes comunicativos dialógicos, autoritativos, interactivos y no interactivos. Los momentos de la clase que se adecúan mejor a ciertos abordajes comunicativos para lograr aprendizaje.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS
Que los/as estudiantes puedan reconocer y comparar distintos abordajes comunicativos durante distintas clases de resolución de problemas
Que los/as estudiantes puedan asociar distintos abordajes comunicativos a distintos momentos de una clase para relacionarlos con momentos de aprendizaje
Que los/as estudiantes sean capaces de valorar el rol de distintos abordajes durante una clase de física.

BLOQUE 5: Las tecnologías de la información y la comunicación como herramienta de enseñanza
Tecnología, sociedad y educación: influencias. Tecnología y desarrollo humano. Las TICs y los nuevos marcos de socialización. La potencia de las TICs para la enseñanza y el aprendizaje. El uso de las tecnologías digitales para el aprendizaje y la enseñanza de la modelización. El rol de las tecnologías digitales para el aprendizaje de conceptos físicos. La inteligencia artificial en la enseñanza, nuevos escenarios y desafíos.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS
Que los/as estudiantes reconozcan las tecnologías digitales utilizadas hasta ese momento durante el curso de Didáctica y Taller de Física y los objetivos para los que se utilizaron
Que los/as estudiantes comparen y contrasten usos productivos e improductivos de distintas tecnologías digitales para trabajar algunos contenidos de los bloques 1, 2, 3 y 4 (ya desarrollados en la asignatura)
Que los/as estudiantes den sentido al uso de tecnologías digitales para planificar momentos específicos de una clase de física, justificando su uso.

BLOQUE 6: La evaluación de los aprendizajes ¿Para qué y para quién?
La evaluación para calificar al sujeto de aprendizaje (evaluación sumativa). La evaluación para monitorear el proceso de enseñanza y aprendizaje (evaluación formativa). Evaluación retrospectiva y evaluación prospectiva. Los distintos modelos de evaluación como modos distintos de ejercer el poder. Distintos formatos de evaluación. La coherencia entre los formatos de la evaluación y los objetivos de la evaluación.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS
Que los/as estudiantes puedan reconocer distintos formatos evaluativos utilizados durante las clases de Didáctica y Taller de Física y también de otras materias cursadas hasta el momento y les asignen objetivos a esas evaluaciones
Que los/as estudiantes experimenten nuevos formatos evaluativos a partir de producciones de sus compañeros/as de curso (por ejemplo, la reunión de evaluación o la co-evaluación)
Que los/as estudiantes reconozcan el valor de la evaluación formativa en el proceso de

aprendizaje, así como su impacto en los resultados de la evaluación sumativa (al final de un ciclo de aprendizaje)
Que los/as estudiantes puedan identificar que la evaluación no es únicamente para el aprendizaje del alumnado, sino que cumple también otras funciones.
Que los/as estudiantes puedan reconocer niveles de dificultad de evaluaciones específicas, utilizando la categorización de Kemmis (presente en el Documento sobre evaluación del Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba).

BLOQUE 7: Distintos niveles de concreción del currículum.
Documentos curriculares nacionales y provinciales. Proyecto educativo institucional. La planificación en el aula. Objetivos y/o competencias. El guión conjetural. Formatos curriculares.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS
Que los/as estudiantes puedan relacionar lo que sucede en el aula con los documentos oficiales curriculares de las escuelas y también vigentes a nivel nacional y provincial
Que los/as estudiantes interpreten las directivas oficiales para la enseñanza de la física en la provincia de Córdoba a la luz de los contenidos estudiados en Didáctica y Taller de Física.
Que los/as estudiantes puedan planificar una clase de física siguiendo las directivas oficiales y los contenidos estudiados en Didáctica y Taller de Física hasta ese momento.

BLOQUE 8: La observación en el aula.
La observación y su registro. La observación participante. La comunicación en el aula. La complejidad de la experiencia educativa. Distintos registros de observación.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

BLOQUE 1
Amin, T. & Levrini, O. (2017). Converging Perspectives on Conceptual Change: Mapping an Emerging Paradigm in the Learning Sciences. Routledge,
Amin, T., Smith, C & Wiser, M (2014) En Handbook of Research in Science Education (N. Lederman & S. Abell (Eds). Routledge, New York.
Carrascosa Alís, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. Coll, C. y Monereo, C. (2008). Psicología de la educación virtual. Ediciones Morata, España.
Carrascosa Alís, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas.
Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A (1992). Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Ed. Morata, España.
Levrini, O. (2014). Resultados de la investigación en educación en física como lentes para analiza libros de texto, reconocer detalles críticos y promover el pensamiento. El caso especial de la enseñanza y el aprendizaje de la relatividad especial. Revista de Enseñanza de la Física, 26(1), 7-21.
Mortimer, E. (2000). Lenguaje y formación de conceptos en la enseñanza de las ciencias. Capítulo 1 Ed. Antonio Machado Libros. España.

BLOQUE 2
Furió, C. y Valdés, P., (2005). ¿Cuál es el papel del trabajo experimental en la educación científica? MATERIAL UNESCO, Capítulo 4.
Niaz, M., Klassen, S., McMillan, B., & Metz, D. (2010). Reconstruction of the history of the photoelectric effect and its implications for general physics textbooks. Science Education, 94(5), 903-931.
López Rua, A., & Tamayo Alzate, Ó. (2012). Las Prácticas de Laboratorio en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), 8 (1), 145-166.
Mantyla T., Nousiainen M. (2013) Consolidating Pre-service Physics Teachers' Subject Matter Knowledge Using Didactical Reconstructions. Science & Education DOI

10.1007/s11191-013-9657-7.
Heudemann, L, Pereira, R. y Veit., E (2023). Nem provas, nem decobertas: que podemos producir no laboratorio didáctico de Física. En F. Osterman, I. Araujo y M. Nascimento (Eds), Pós-graduação em Ensino de Física da UFRGS (1ra ed., Vol. 1, pp. 15-56). Editorial: Pimenta Coltural.

BLOQUE 3

Acevedo Díaz, J. y García-Carmona, A. (2016). Una controversia de la historia de la tecnología para aprender sobre la naturaleza de la tecnología: Tesla vs. Edison- la guerra de las corrientes. Enseñanza de las Ciencias, 34(1), 193-209.
García Carmona, A. (2015). Noticias sobre temas de Astronomía en los diarios: un recurso para aprender sobre la naturaleza de la ciencia reflexivamente. Revista de Enseñanza de la Física, 27(1), 19-30.
Levrini, O., 2014. Resultados de la investigación en educación en física como lentes para analizar libros de texto, reconocer detalles críticos y promover el pensamiento. El caso especial de la enseñanza y el aprendizaje de la relatividad especial. Revista de Enseñanza de la Física, 26(1), 7-21.
Manassero-Mas, M. A., & Vázquez Alonso, Á. (2023). Enseñar y aprender a pensar sobre la naturaleza de la ciencia: un juego de cartas como recurso en educación primaria.
Moreno González, A. (2006). Atomismo vs Energetismo: Controversia Científica a finales del siglo XIX. Enseñanza de las Ciencias, 24(3), 416-428.
Perea, A. y Buteler, L. (2016). El uso de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física: una aplicación para el electromagnetismo. Góndola, Enseñ Aprend Cienc, 11(1), 12-25. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a1

BLOQUE 4

Aguiar, O., Mortimer, E. y Scott, P. (2010). Learning from and responding to students questions: The authoritative and dialogic tensión. Journal of Research in Science teaching, 47 (2), pp. 174-193
Fantini, P., Levin, M. Levrini, O. Tasquier, G., 2014. Pulling the rope and Letting it go. Analysing classroom dynamics that forster appropriation. Disponible en: https://www.esera.org/publications/esera-conference-proceedings/esera-2013#154-strand-7-discourse-and-argumentation-in-science-education classroom dynamics that forster appropriation.
O'Connor, M. y Michael, S. (1992). Aligning Academic Task and Participation. Status through Revoicing: Analysis of a Classroom Discourse Strategy. Anthropology and Education Quarterly 24(4):318-335.

BLOQUE 5

García Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., & Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 27(1), pp. 9-39. https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716
Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas.
Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las ciencias, 37(2), 5-24
Oliva, J. M.ª, Aragón Méndez, M. M., Soto Mancera, F., Vicente Martorell, J. J., Matos Delga-do, J., Marín Barrios, R. y Franco-Mariscal, R. (2021). ¿Varía la masa de la Tierra? Modelizan-do a partir de un experimento mental. Enseñanza de las Ciencias, 39(2), 25-43
Villarreal, M., Occelli, M., Romano, G., Valeiras, N., & Quintanilla, M. (2018). Pensar-con-tecnología y educar-con-tecnologías. Occelli, M.; García Romano, L.; Valeiras, N, 57-71.

BLOQUE 6
Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba. (2010). La evaluación de los aprendizajes en secundaria. Documento de apoyo curricular.
Gvirtz, S. y Palamidessi, M. (2012). El ABC de la tarea docente: curriculum y enseñanza. Ed. Aique.
Sanmartí, N. (2007). Diez ideas clave para Evaluar y Aprender. Ed. Grao

BLOQUE 7
Ministerio de Educación del Gobierno de la Provincia de Córdoba. Educación Secundaria: Encuadre General 2011-2015.
Ministerio de Educación del Gobierno de la Provincia de Córdoba. Diseño Curricular para el Ciclo Básico 2011-2015.
Ministerio de Educación del Gobierno de la Provincia de Córdoba. Diseño Curricular para el ciclo Orientado – documento de trabajo 2011.
Ministerio de Educación del Gobierno de la Provincia de Córdoba. Educación Secundaria: Encuadre Geeral-Tomo I 2011-2015. Opciones de Formatos curriculares y Pedagógicos.

BLOQUE 8
Turner, J. & otros, (2014). Enhancing students engagement. American Educational Rsearch Journal, 51 (6), 1195-1226.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Tenreiro-Vieira y Marques Vieira, 2006. Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. Revista Eureka, 3(3), 452-466.
Petrucci y otros, 2006. Cómo ven a los trabajos de laboratorio de física los estudiantes universitarios. Revista de Enseñanza de la Física, 19(1), 7-20.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación será continua, a lo largo de todo el curso para valorar los aprendizajes de los/as estudiantes y para reorientar la enseñanza en caso de ser necesario. La evaluación será formativa, para informar a docentes y estudiantes sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje. Se llevará a cabo durante las discusiones de clase y a partir de las entregas de trabajos solicitados por los/as docentes a los/as estudiantes. Estas evaluaciones no llevarán clasificación, sino una devolución personalizada a cada grupo de estudiantes. La idea de este tipo de evaluaciones es mejorar el proceso de aprendizaje. También se realizarán 6 (seis) evaluaciones sumativas. Estas evaluaciones tendrán distintos formatos a fin de que los/as estudiantes se vayan familiarizando con distintos formatos evaluativos. En algunos casos, estas evaluaciones consistirán en presentaciones orales individuales o grupales a partir de la consigna del/de la docente. En otros casos consistirá de un examen escrito donde resuelvan situaciones problemáticas concretas. La evaluación final de la materia consistirá en el desarrollo y la presentación de una planificación de una unidad didáctica (de al menos ocho clases) para la enseñanza de algún tópico de física presente en los diseños curriculares provinciales, que deberá ser expuesto oralmente ante el tribunal examinador de la asignatura. En ese mismo momento, el tribunal podrá realizar preguntas sobre el programa de la materia. Esta instancia final de evaluación es muy exigente y por ello requiere del acompañamiento docente durante todo el proceso de desarrollo. Los/as estudiantes comienzan a desarrollar esta unidad didáctica en el segundo cuatrimestre de la materia y se asignan dos de las ocho horas de clase a este acompañamiento.

REGULARIDAD

- Aprobar al menos 4 de las evaluaciones parciales
- Cumplir un mínimo de 70 % de asistencia a las clases.
- Aprobar el 60% de los Trabajos Prácticos.

PROMOCIÓN

1. cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).
3. aprobar todos los Trabajos Prácticos y el Informe Final con una nota no menor a 6 (seis).
4. Aprobar un coloquio

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Didáctica Especial y Taller de Matemática	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año (anual)
CARRERA: Profesorado en Matemática	
REGIMEN: Anual	**CARGA HORARIA:** 330 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La preocupación por la problemática de la difusión y producción de los conocimientos matemáticos en la sociedad, en particular la problemática de la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática en ámbitos escolares se encuentra en la base que fundamenta la presencia de esta disciplina en el plan de estudios. La búsqueda intencional y sistemática por la comprensión de los fenómenos asociados a la enseñanza y aprendizaje de la Matemática implica la consideración de actividades de investigación, de desarrollo y de enseñanza. El desarrollo de tales actividades permitirá a los/as futuros/as profesores/as contar con herramientas teóricas y de análisis necesarias para fundamentar sólidamente su práctica educativa, a través de propuestas elaboradas e implementadas sobre la base de tendencias actuales en Educación Matemática.
Tomando como referencia la distinción de situaciones que caracterizan la actividad docente realizada por Margolinas, la materia abordará saberes y propiciará espacios de reflexión que aportará a fortalecer la tarea futura de los profesores en cinco tareas: reelaborar concepciones de enseñanza y aprendizaje, construir proyectos de enseñanza globales, planificar clases, gestionar clases y observar la actividad de los estudiantes. En tal sentido, un supuesto sobre la que se tomarán decisiones es que la formación no solo se centre en aportes teóricos, sino que avance en el análisis y estudio de las prácticas de enseñanza y del alcance del estudio de los alumnos.

Objetivos:
- Caracterizar Educación Matemática/ Didáctica de la Matemática.
- Analizar diversos sentidos relacionados con la actividad matemática.
- Analizar trabajos de investigación, desarrollo y práctica en Educación Matemática con distintos abordajes y relacionarlos con la práctica educativa.
- Estudiar tendencias vigentes en Educación Matemática a fin de contar con herramientas para analizar y elaborar propuestas didácticas.
- Analizar críticamente los Diseños Curriculares vigentes en la Provincia de Córdoba.
- Producir colaborativamente proyectos didácticos o matemáticos.
- Realizar observaciones de clases reales y analizarlas con las herramientas desarrolladas en el curso.
- Desarrollar habilidades de lectura crítica y escritura fundamentada.

CONTENIDO

1. Educación Matemática – Didáctica de la Matemática

¿Qué se entiende por Educación Matemática/Didáctica de la Matemática? Identidad del campo y reconocimiento de actividades que se vinculan con él: investigación, desarrollo y práctica. Acepciones de la palabra “Didáctica”. Sistema didáctico. Tensión entre el carácter prescriptivo y el descriptivo. La investigación colaborativa como emergente.

2. La actividad matemática y sus sentidos

¿Qué es hacer matemática y por qué hablamos de sentidos de la actividad matemática? La matemática a través del tiempo. La matemática como actividad social y cultural. La matemática como ciencia de los patterns (modelos).
Actividades matemáticas en el ámbito escolar. La resolución de problemas: diferentes definiciones del significado de la actividad. Problemas rutinarios y problemas problemáticos. Problemas y

ejercicios. Pólya y la heurística. Fases de la resolución de problemas según Pólya. Críticas. Análisis y avances actuales en relación a la resolución de problemas.
Situaciones didácticas y situaciones a-didácticas como modelos de la producción de conocimiento, La posición del estudiante frente a la actividad matemática. La resolución de problemas y la producción de conocimiento. Prácticas escolares y su relación con la conceptualización de la matemática. Contrato didáctico. La noción de medio y variables didácticas. Análisis a priori.
Enculturación y cognición: aprendizaje de la matemática como actividad inherentemente social. Algunos estudios antropológicos. Comunidades de práctica. Epistemología, ontología y pedagogía. Ambientes de aprendizaje: paradigma del ejercicio y escenarios de investigación.

3. La definición de la matemática escolar: transposición didáctica y currículum
¿Qué es el currículum? Concepto de currículum desde y fuera de la Educación Matemática. Algunas referencias históricas: ámbito internacional y local. Currículum prescripto y currículum vivido. Currículum oculto. Currículum nulo. Componentes del currículum. Diseños Curriculares vigentes en la Provincia de Córdoba.
Los procesos de transposición didáctica. Relaciones institucionales con el saber. Transiciones institucionales.
Herramientas de gestión curricular.

4. Uso de tecnologías en educación matemática
Noción de tecnología. Noción de humanos-con-medios. Educación matemática con tecnologías: posibilidades, alcances, condiciones de uso. La tecnología como recurso didáctico. Resolución y análisis de actividades matemáticas desarrolladas con tecnologías. Tecnologías, el profesor y los estudiantes. Abordajes pedagógicos en resonancia con las tecnologías de la información y la comunicación.

5. La problematización de los objetos matemáticos escolares

De la aritmética al álgebra
El pasaje de la aritmética al álgebra. Los distintos sentidos de la noción de variable. El signo “igual” en aritmética y en álgebra. El papel de las formas de representación, sentido y denotación. El juego de marcos de Douady. Las ecuaciones: análisis didáctico y funcionamiento escolar. Alcances y límites de propuestas de abordaje en libros de texto y en diseños curriculares. Actividades que se desarrollan en la escuela primaria asociadas con prácticas algebraicas. Continuidades y rupturas con la entrada al álgebra en la escuela secundaria.

Las funciones como estudio de variaciones
Evolución histórica del concepto de función. La función como herramienta de modelización. Análisis del concepto de función en los libros de texto. Errores, dificultades y obstáculos asociados a la enseñanza del concepto de función. Vínculo álgebra-funciones. La relación entre la representación en gráficos cartesianos y la representación algebraica de una función.

La geometría y la medida
Estudio didáctico de la Geometría y la medida. La problemática de la Geometría escolar. Los diferentes registros en Geometría. Geometría y modelización del espacio físico. La generalización. Prueba, razonamiento y demostración. La dimensión ostensiva de la actividad matemática. Problemáticas de la Geometría Dinámica.

La numeración
El estudio de sistemas de numeración. Dificultades de los estudiantes en la escritura de números grandes. Diferentes registros de los números.

6. Proyectos de modelización matemática como estrategia pedagógica

Modelo. Modelo matemático. Etapas del proceso de modelización. Perspectivas asociadas con la modelización. Modelización y currículum. La matemática y su vínculo con otras disciplinas en la educación matemática. La modelización en la enseñanza. Ejemplos en el ámbito educativo. Modelización, el profesor y los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Alterman, N. (2008). Desarrollo Curricular Centrado en la Escuela y en el Aula. Aportes para Reflexionar sobre Nuestras Prácticas Docentes. Fortalecimiento Pedagógico de las Escuelas del Programa Integral para la Igualdad Educativa. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación.
Arcavi, A. & Isoda, M. (2007). Learning to listen: from historical sources to classroom practice. Educational Studies in Mathematics (2007) 66:111–129.
Azcárate, J. (1996). Funciones y Gráficas. Madrid: Editorial Síntesis.
Artigue, M. (2020). El desarrollo de la didáctica de las matemáticas, una mirada internacional. Revista Chilena de Educación Matemática, 12(3), 83-95.
Asinari, M. y Frassa, S. (2017). Experiencia de modelización matemática realizada en una escuela rural estatal con modalidad de pluricurso. En D. Fregona, S. Smith, M. Villarreal & F. Viola (Eds.) Formación de profesores que enseñan matemática y prácticas educativas en diferentes escenarios. Aportes para la Educación Matemática (pp. 161-186). FAMAF-UNC.
Balacheff, N. (1987) Procesos de prueba y situaciones de validación, Educational Studies in Mathematics 18, p.147-176
Blomhøj, M. (2004). Mathematical modelling - A theory for practice. En B. Clarke, D. Clarke, G. Emanuelsson, B. Johnansson, D. Lambdin, F. Lester, A. Walby & K. Walby (Eds.), International Perspectives on Learning and Teaching Mathematics, (pp. 145-159). Suecia: National Center for Mathematics Education. Existe traducción de este artículo en Revista de Educación Matemática, 23(2), 20-35. Córdoba.
Charlot, B. (1986). La epistemología implícita en las prácticas de enseñanza de las matemáticas. Conferencia dictada en Cannes.
D'Amore, B. (2018). El contrato didáctico en Educación Matemática. Magisterio.
Esteley, C.; Marguet, A. & Cristante, A. (2012). Explorando construcciones geométricas con GeoGebra. En J. Adrover & G. García, Serie “B” Trabajos de Matemática. XXXV Reunión de Educación Matemática Argentina. Notas de Cursos, (pp. 19-28). Córdoba: FAMAF.
Gascón, J., & Nicolás, P. (2017). Can didactics say how to teach? The beginning of a dialogue between the anthropological theory of the didactic and other approaches. For the learning of mathematics, 37(3), 9-13.
Itzcovich, H. (2005). Iniciación al estudio didáctico de la Geometría: de las construcciones a las demostraciones (Vol. 3). Libros del Zorzal.
Marguet, I., Esteley, C., Cristante, A. y Mina, M. (2007). Modelización como estrategia de enseñanza en un curso con orientación en Ciencias Naturales. En R. Abrate y M. Pochulu (Eds.), Experiencias, propuestas y reflexiones para la clase de Matemática (pp. 319-332). UNVM.
Mina, M. & Dipierri, I. (2017). Jóvenes diseñadores de rampas de acceso: aprendiendo matemática en un escenario de investigación con tecnologías. En D. Fregona, S. Smith, M. Villarreal & F. Viola (Eds.). Formación de profesores que enseñan matemática y prácticas educativas en diferentes escenarios. Aportes para la Educación Matemática (pp. 187-212). FAMAF-UNC.
Mina M.; Esteley, C.; Cristante, A. & Marguet, I. (2007). Experiencia de modelización matemática con alumnos de 12-13 años. En R. Abrate & M. Pochulu (Comp.), Experiencias, propuestas y reflexiones para la clase de Matemática, (pp. 295-304). UNVM.
Murillo Estepa, P. (s/f). Currículum Oculto. Disponible en Aula virtual de la materia.
Panizza, M.; Sadovsky, P. y Sessa, C. (1999). La ecuación lineal con dos variables, entre la unicidad y el infinito. En Revista Enseñanza de las Ciencias. España.
Polya, G. (1992). Cómo plantear y resolver problemas. México: Ed. Trillas. (Obra original publicada en 1945).
Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. En Grupo de Trabalho de Investigação (Ed.), O professor e o desenvolvimento curricular (pp. 11-34). Lisboa: APM.

Rojano, T. (2014). El futuro de las tecnologías digitales en la educación matemática: prospectiva a 30 años de la investigación en el campo. Educación Matemática, 25 años, marzo de 2014, 11-30.
Sadovsky, P. (2005). Enseñar matemática hoy. Miradas, sentidos y desafíos. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
Sadovsky, P. (2005). La Teoría de las Situaciones Didácticas: un marco para pensar y actuar la enseñanza de la matemática. En Humberto Alagia, Ana Bressan y Patricia Sadovsky (2005), Reflexiones teóricas para la Educación Matemática. (Vol. 1). Libros del Zorzal.
Sadovsky, P. (2010). Explicar na aula de matemática, um desafio que as crianças enfrentam com prazer. En ESCOLA DA VILA. Centro de Formação. 30 olhares para o futuro. São Paulo (versión en español).
Sadovsky, P. (2019). La Teoría de la Transposición Didáctica como marco para pensar la vida de los saberes en las instituciones. En AAVV, Bitácoras de la innovación educativa. Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe, Argentina.
Sadovsky, P. y Sessa, C. (2005). La interacción adidáctica con los procedimientos de los otros en la transición aritmética álgebra: un milieu para la emergencia de nuevas preguntas (original en inglés: Educational Studies in Mathematics Education 59, 1-3, pp.85-112.
Santos Guerra, M. A. (s/f). Currículum oculto y aprendizaje en valores. Disponible en aula virtual de la materia.
Sessa, C. (2005). Iniciación al estudio didáctico del álgebra: orígenes y perspectivas (Vol. 2). Libros del zorzal.
Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition and sense making in mathematics. En D. Grouws (Ed.), Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning, (pp. 334-370). New York: Macmillan. Existe una traducción parcial de este artículo disponible en el aula virtual.
Skovsmose, O. (2000). Escenarios de investigación. Revista EMA, 6(1), 3-26. Villarreal, M. (2013). Humanos-con-medios: un marco para comprender la producción matemática y repensar prácticas educativas. En E. Miranda y N. Bryan (Comp.), Formación de profesores, curriculum, sujetos y prácticas educativas. La perspectiva de la investigación en Argentina y Brasil, (pp. 85-122). Córdoba: UNC.
Terigi, F., & Wolman, S. (2007). Sistema de numeración: consideraciones acerca de su enseñanza. Revista iberoamericana de educación, 43, 59-83.
Vázquez, P. S., Rey, G., & Boubée, C. (2008). El concepto de función a través de la historia. Unión Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 4(16).
Villarreal, M. (2018). Pensar-con-tecnologías… y educar-con-tecnologías. En M. Occelli, L. García, N. Valeiras y M. Quintanilla (Eds.). Las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas mediadoras de los procesos educativos. Volumen I: Fundamentos y Reflexiones (pp. 56-71). Santiago de Chile: Editorial Bellaterra Ltda.
Villarreal, M & Esteley, C (2013). Escenarios de modelización y medios: acciones, actividades y diálogos En M. Borba & A. Chiari (Eds.), Tecnologias Digitais e Educação Matemática, (pp. 273-308). São Paulo: Livraria da Física.

Documentos curriculares y Webgrafía

Diseño Curricular Educación Secundaria. Encuadre General 2011-2020. Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba.
Diseño Curricular del Ciclo Básico de la Educación Secundaria 2011-2020. Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba.
Diseño Curricular del Ciclo Orientado de la Educación Secundaria – Ciencias Naturales/ Economía y Administración/ Ciencias Sociales y Humanidades… 2012-2020. Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba.
https://www.curriculumcordoba.ar/
https://www.igualdadycalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/publicaciones/DPCurriculares-v2.php

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Alagia, H. (2002). Problemas en Educación Matemática. Córdoba: UNC.
Arcavi, A. y Hadas, N. (2000). El computador como medio de aprendizaje: ejemplo de un enfoque. Paises Bajos: Kluwer Academic Publishers.
Artigue, M. (1998) Enseñanza y aprendizaje del análisis elemental: ¿qué se puede aprender delas investigaciones didácticas y de los cambios curriculares?, en Revista Latinoamericana de Matemática Educativa, Vol.1, Num.1.
Artigue, M. (2011) Tecnología y enseñanza de las matemáticas: desarrollo y aportes de la aproximación instrumental. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. Año 6. Número 8. pp 13-33. Costa Rica.
Artigue, M. (2013). La educación matemática como un campo de investigación y como un campo de práctica: Resultados, Desafíos.
Ascaso, M. &. Nuere, S. (2005). El currículum oculto visual: aprender a obedecer a través de la imagen. Arte, Individuo y Sociedad, 17, 205-218.
Ávila, A. (2001). El maestro y el contrato en la teoría brousseauniana. Educación Matemática, vol. 13, N° 3: 5-21. México DF, Ed. Iberoamérica.
Balacheff,N. (1987) Devolución de un problema y construcción de una conjetura. El caso de la suma de los ángulos de un triángulo. Traducción para uso didáctico. (Original: Cahier de didactique des mathematiques 39, IREM Paris VII, Febrero 1987, pp.1-68.)
Barallobres, G. (2023) La producción de pruebas intelectuales en el dominio del álgebra.
Biembengut, M. & Hein, N. (1999). Modelación matemática: estrategia para enseñar y aprender matemáticas. Educación Matemática, 11(1), 119-134.
Borasi, R. (1994) Capitalizing on errors as “springboard for inquiry”: a teaching experiment. Journal for Research in Mathematics Education, 25(2), 166-208Borasi, R. (1989). Students’ constructive uses of mathematical errors: a taxonomy. Artículo presentado en Annual Meeting of the American Educational Research Association.
Borba, M.; Souto, D. y Canedo, N. (2022). Vídeos na educação matemática. Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais. Autêntica Editora.
Borba, M. (2021). El futuro de la educación matemática a partir del COVID-19: humanos-con-medios o humanos-con-cosas-no-vivientes. Revista de Educación Matemática, 36(3), 7-27.
Borba, M. C.; Silva, R. S. R.; Gadanidis, G. (2014). Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática: Sala de Aula e Internet em Movimento. Belo Horizonte: Autêntica.
Borba, M. & Skovsmose, O. (2008). A ideologia da certeza em educação matemática. En Educação Matemática Crítica. A questão da democracia. 4° Edición (pp.127-148). São Paulo: Papirus.
Borromeo Ferri R. (2018). Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education. Cham: Springer.
Brousseau, G. (1993): “Fundamentos, y métodos de la didáctica de la matemática”, traducción FAMAF. UNC, 1993.
Brousseau, G. (2007). Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas. Colección El Zorzal: Buenos Aires.
Centeno, J. (1988) Números Decimales ¿Por qué? ¿Para qué? Editorial Síntesis, Madrid, España.
Chevallard, Y., Bosch, M. y Gascón, J.(1997). Estudiar matemáticas, el eslabón perdido entre enseñanza y aprendizaje. Barcelona: ICE Universidad Autónoma y Ed. Horsori.
Davis, P. & Hersh, D. (1989). Experiencia Matemática. Barcelona: Editorial Labor. Devlin, K. (1994). Mathematics the Science of Patterns. Scientific American Library.
Duarte, B. (coord.). (2023). Los números reales en la escuela secundaria. Una secuencia posible. UNIPE: Editorial Universitaria-OEI.
Ferragina, R. (Ed.) (2021). Cuatro estudios didácticos para la formación de docentes de matemática. Buenos Aires: UNSAM edita y Miño y Dávila.
Fioriti, G. (Ed.) (2017). Recursos tecnológicos para la enseñanza de matemática. Buenos Aires: Miño y Dávila-UNSAM Edita.
Fregona, D. y Orús Báguena, P. (2011). La noción de medio en la teoría de las situaciones didácticas. Colección El Zorzal: Buenos Aires.

Greer, B.; Verschaffel, L. & Mukhopadhyay, S. (2007). Modelling for life: mathematics and children's experience. En W. Blum, P. Galbraith, H. Henn & M. Niss (Ed.), Modelling and Applications in Mathematics Education – The 14th ICMI Study, (pp. 89-98). New York. Springer.
Grimaldi, V. (2007): Aspectos humanos de una ciencia exacta. Una mirada a la historia de la Matemática en busca de pistas sobre su naturaleza- En Revista Enseñar Matemática Nº1. Editorial 12ntes. Bs. ACuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática.
Itzcovich, H. & Broitman, C. (2001). Aportes didácticos para el trabajo con la calculadora en los tres ciclos de la EGB. Documento 6. Provincia de Buenos Aires. Dirección General de Cultura y Educación. Subsecretaría de Educación. Dirección de Educación General Básica. Gabinete Pedagógico Curricular – Matemática. Disponible en http://www.uepc.org.ar/conectate/wp-content/uploads/2012/06/Trabajo_con_calculadora.pdf
Kilpatrick, J. (1995). Investigación en educación matemática: su historia y algunos temas de actualidad. En J. Kilpatrick, P. Gómez & L. Rico (Eds.), Educación Matemática, (pp. 1-18). México: Grupo Editorial Iberoamérica.
Linares Ciscar, S. & Sánchez García, M. V. (1997). Fracciones. Editorial Síntesis, Madrid, España.
Luna, J. P. y Sessa, C. (coords). (2023). Figuras geométricas dinámicas para el abordaje de la noción de función: GeoGebra en el aula de la escuela secundaria. Editorial Universitaria UNIPE
Olmo, M. A.; Moreno, M. F. & Gil, F. (1993). Superficie y volumen. ¿Algo más que el trabajo con fórmulas? Editorial Síntesis, Madrid, España.
Papert, S. (1995). La máquina de los niños: replantearse la educación en la era de los ordenadores. Barcelona: Paidós
Papert, S. (2001). Education for the knowledge society. A Russia-oriented perspective on technology and school. IITE Newsletter, 1 (1-2). Disponible en: https://iite.unesco.org/pics/publications/en/files/3214592.pdf
Parra-Zapata, M. & Villa-Ochoa J. (2016). Interacciones y contribuciones. Forma de participación de estudiantes de quinto grado en ambientes de modelación matemática. Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación", 16(3), 1-27.
Pollak, H. (2007). Mathematical modeling – a conversation with Henry Pollak. In W. Blum, P. Galbraith, H. Henn & M. Niss (Eds.), Modelling and Applications in Mathematics Education - The 14th ICMI Study (pp.109-120). New York: Springer. Traducido al español.
Rico, L. (1995). Errores en el aprendizaje de las matemáticas. J. Kilpatrick, P. Gómez & L. Rico (Eds.), Educación Matemática. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
Rico, L. (1998). Concepto de currículo desde la Educación Matemática. En L. Rico (Ed.), Bases teóricas del currículo de matemáticas en educación secundaria, (pp. 211-263). Madrid: Editorial Síntesis.
Santos, L. (1992). Resolución de problemas; el trabajo de Alan Schoenfeld: una propuesta a considerar en el aprendizaje de las matemáticas. Educación Matemática 4 (2), 16-24.
Skovsmose, O. (1999). Hacia una Filosofía de la Educación Matemática Crítica. (P. Valero, trad.) Bogotá: Una Empresa Docente. (Obra original publicada en 1994).
Skovsmose, O. (2012). Porvenir y política de los obstáculos de aprendizaje. En P. Valero & O. Skovsmose (Eds.), Educación matemática crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, (pp. 131-147). Bogotá: una empresa docente.
Villarreal, M. (2012). Tecnologías y educación matemática: necesidad de nuevos abordajes para la enseñanza. Virtualidad, Educación y Ciencia, 3(5), 73-94. Disponible en https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/3014/2869
Villarreal, M.; Esteley, C. & Alagia, H. (2007). Sobregeneralización de modelos lineales: estrategias de resolución en contextos universitarios. Revista de Educación Matemática, 22(3), 3-15.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

(1) Trabajos prácticos periódicos, escritos u orales, sobre temáticas abordadas en la materia.

(2) Tres evaluaciones parciales escritas.

(3) Proyecto de modelización matemática que incluye la elaboración de un informe escrito y la presentación oral de los resultados. Este proyecto se desarrolla en forma grupal.

(4) Prácticas de observaciones en aula, elaboración de un informe escrito y presentación oral de las observaciones. Estas prácticas se desarrollan en pares y es obligatorio concurrir al 100% de las clases a observar.
Las prácticas de observación son obligatorias tanto para estudiantes que cursen la materia en condición de regular como de libre. Es requisito indispensable tener aprobadas estas prácticas para rendir la materia.
Importante: Las prácticas de observación se realizarán en dos etapas, una en cada cuatrimestre. Para poder realizar la segunda etapa, será condición necesaria haber asistido al 70% de las clases del primer cuatrimestre. Asimismo, para aprobarlas, será condición necesaria haber asistido al 70% de las clases del segundo cuatrimestre.

(5) Coloquio de promoción.

REGULARIDAD
Asistencia al 70% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas, en cada uno de los semestres.

Aprobación de las siguientes instancias evaluativas con al menos 4 (cuatro) puntos:

- Dos de las tres evaluaciones parciales.
- El proyecto de modelización.
- Las prácticas de observación.

PROMOCIÓN
Tener aprobadas, al comenzar el segundo cuatrimestre, las correlativas establecidas en el plan de estudio vigente.

Asistencia al 80% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas, en cada uno de los semestres.

Aprobación con una nota no menor a 6 (seis) y un promedio no menor a 7 (siete), de:
- El 100% de las evaluaciones parciales.
- El proyecto de modelización.
- Las prácticas de observación.

Aprobación de un coloquio final con una nota no menor a 7 (siete).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Ecuaciones Diferenciales I	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

ASIGNATURA: Ecuaciones Diferenciales I	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 Horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo central es introducir los conceptos e ideas básicas y los resultados fundamentales sobre las ecuaciones diferenciales ordinarias. También se espera ilustrar la teoría con aplicaciones.

CONTENIDO

UNIDAD 1: FUNDAMENTOS.

Conceptos básicos. Ejemplos de ecuaciones diferenciales.
Soluciones de algunas ecuaciones diferenciales. El campo de direcciones.
Clasificación de las ecuaciones diferenciales. Ecuaciones de primer orden.
Ecuaciones lineales con coeficientes variables. El factor integrante.
Ecuaciones separables. Ecuaciones exactas. El factor integrante.
Modelos que involucran ecuaciones de primer orden.
Dinámica de poblaciones, mecánica newtoniana.

UNIDAD 2: ECUACIONES LINEALES DE SEGUNDO ORDEN

Ecuaciones lineales homogéneas con coeficientes constantes.
El espacio de soluciones. Soluciones fundamentales. El problema de Cauchy.
Existencia y unicidad de soluciones.
El Wronskiano. Dependencia e independencia lineal de funciones.
Raíces complejas y raíces reales repetidas de la ecuación característica.
Reducción de orden. Ecuaciones no-homogéneas.
Método de coeficientes indeterminados y el método de variación de parámetros.

UNIDAD 3: EL TEOREMA DE EXISTENCIA Y UNICIDAD.

El problema de Cauchy o de valores iníciales. Aplicaciones contractivas, El Teorema del punto fijo. La condición de Lipschitz.
El Teorema de Picard sobre existencia y unicidad de soluciones del problema de Cauchy para un sistema de ecuaciones. Iteraciones de Picard y su convergencia. El problema de Cauchy para la ecuación lineal de orden n. Desigualdad de Gronwall. Soluciones maximales. Dependencia de la solución de las condiciones iniciales.

UNIDAD 4: SISTEMAS DE ECUACIONES DIFERENCIALES.

El espacio vectorial de soluciones de un sistema lineal homogéneo, bases. Sistemas matriciales. Matrices fundamentales y sus propiedades. La fórmula de Liouville. Sistemas no-homogeneos. El método de variación de parámetros.
Sistemas lineales de ecuaciones con coeficientes constantes. La ecuación lineal de orden n. La

exponencial matricial. El método autovalor-autovector para generar soluciones. Sistemas simples 2 x 2, clasificación, ejemplos. Sistemas n x n, comportamiento de las soluciones en términos del signo de los autovalores. Atractores y fuentes. Nodos propios e impropios.

UNIDAD 5: MÁS SOBRE ECUACIONES LINEALES DE SEGUNDO ORDEN

Soluciones en series de potencias. El método de Frobenius. Ecuaciones de Euler y Bessel. La transformada de Laplace. Propiedades. Transformada de Laplace Inversa y su aplicación a problemas de valores iniciales.
Aplicación a las vibraciones mecánicas y eléctricas. Teoría de Sturm-Liouville.

UNIDAD 6: SISTEMAS AUTÓNOMOS PLANOS.

El plano de fases. Sistemas lineales y no-lineales. Soluciones de equilibrio. Soluciones estables e inestables. El pendulo ideal y amortiguado. Método de Liapunov. Especies que compiten. Sistemas predador-presa. Sistemas de Lotka-Volterra. Soluciones periódicas y ciclos límite.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Notas de clase del aula virtual

Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems. Boyce-Di Prima. 7ma Ed. Wiley and Sons. 2001.
Ediciones posteriores tambien se podran usar

Licoes de Equacoes diferenciais ordinarias, Jorge Sotomayor. IMPA Proyecto Euclides. 1979.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Differential equations and their applications;, Martin Braun, 4th edition. Texts on Applied Mathematics. Springer Verlag. 1993.
Ediciones posteriores tambien se pueden usar.

Sturm-Liouville theory and its applications. Al-Gwaiz, M. A. (2008). London: Springer London.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Examen final teórico-práctico escrito posiblemente con una entrevista oral.

REGULARIDAD

Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Electromagnetismo I	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El curso tiene por objetivos la formalización de conceptos de electrostática y magnetostática. Dicha formalización tiene como eje principal el planteo y solución de los problemas de contorno asociados, como así también la aplicación de los métodos matemáticos correspondientes. También se estudian los conceptos iniciales derivados de las ecuaciones de Maxwell para campos dependientes del tiempo.

CONTENIDO

Unidad 1: Introducción a la Electrostática

Ley de Coulomb. Campo eléctrico. Distribuciones de carga eléctrica. Ley de Gauss. Ecuaciones de la electrostática.

Unidad 2: Problemas de contorno I

Ecuaciones de Poisson y Laplace, El problema electrostático, Problemas de contorno, Distintos tipos de condiciones. El método de la función de Green. Soluciones generales y particulares. Separación de variables. Solución de la ecuación de Laplace en coordenadas cartesianas.

Unidad 3: Problemas de contorno II

Método de las imágenes. Separación de variables en coordenadas esféricas. Polinomios y funciones de Lagrange. Armónicos esféricos. Problemas de aplicación. Cálculo de la función de Green en coordenadas esféricas. Separación de variables en coordenadas cilíndricas. Funciones especiales de Bessel. Función de Green en coordenadas cilíndricas.

Unidad 4: Desarrollo multipolar. Electrostática en dieléctricos

Expansión multipolar del potencial. Distribución de carga en campo externo. Modelo elemental de dieléctricos. Condiciones de contorno y de empalme. Energía electrostática en medios dieléctricos.

Unidad 5: Magnetostática

Campo magnético y campo de inducción magnética. Torque, Ley de Ampere, discusión. Problemas de contorno. Ejemplos de aplicación. Potencial escalar magnético y potencial vector.

Unidad 6: Campos dependientes del tiempo

Consecuencias de las ecuaciones de Maxwell. Energía del campo magnético. Ecuación de ondas. Leyes de conservación. Vector de Poynting. Discusión

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Classical Electrodynamics, John D. Jackson (segunda edición), Adison Wesley (1980)

Electrodynamics. D. Griffith,
Cambidge University Press, 1994.

Electrodinámica de los medios continuos.
Volumen 8 del curso de física teórica.
L. Landau and E. Lifshitz

Editorial Reverté, 1975.

Modern Electrodynamics.
Andrew Zangwill.
Cambidge University Press, 2012.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Habrá dos parciales y sus correspondientes recuperatorios.
-Examen final: consistirá de una parte escrita y de una parte oral.

REGULARIDAD

Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios. Ambos recuperatorios se toman en un mismo día y horario.

PROMOCIÓN

No tiene régimen de promoción

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Elementos de Funciones Reales	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Profesorado en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 105 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Los/as estudiantes del curso son futuros/as profesores de matemática que se insertarán mayoritariamente en escuelas de nivel medio. Este curso forma parte de un grupo de cuatro cursos más breves dentro de su currículo (álgebra lineal, topología, funciones de variable compleja, funciones de variable real), que pretenden brindar una visión más general de la naturaleza de la matemática y de los procesos de abstracción inherentes a la disciplina. Tiene entonces una intención informativa y formativa, buscando que el/la estudiante logre familiarizarse con ideas y conceptos novedosos, desarrollar alguna destreza técnica pero sin pretender lograr que adquiera habilidad de especialista o futuro/a investigador en dichas áreas. En el curso que nos interesa el objetivo se centra en el análisis real, esperando:

(i) Que el/la estudiante adquiera una visión más profunda de las ideas del análisis matemático, tratando de desarrollar objetivos formales de abstracción que completen el material trabajado en los tres primeros cursos de la carrera.

(ii) Que el/la estudiante pueda traspasar la noción de sucesión numérica a sucesión de funciones, y de convergencia numérica a convergencia de sucesiones de funciones.

(iii) Que el/la estudiante pueda generalizar la noción de densidad de subconjuntos de números reales a la noción más general de densidad de subconjuntos de funciones dentro de otros conjuntos más grandes de funciones.

(iv) Que el/la estudiante pueda construir el concepto de medida de subconjuntos de números reales a partir de la noción intuitiva de longitud de intervalos.

(v) Que el/la estudiante pueda aprender una construcción más general de integración de funciones, que incluya a la integral de Riemann, ya conocida por el/ella, sobre un conjunto más amplio de funciones.

CONTENIDO

1 Continuidad y continuidad uniforme

Continuidad y continuidad uniforme de funciones de una variable real. Definición. Relación entre continuidad y continuidad uniforme. Ejemplos. Ejercicios.

2 Sucesiones numéricas y de funciones

Revisión de sucesiones y subsucesiones numéricas. Convergencia. Límites superior e inferior. Sucesiones de funciones. Convergencia puntual y uniforme. Teoremas sobre las propiedades heredades por la función limite. Series de funciones. Ejemplos. Ejercicios.

3 Integral de Riemann

Revisión de la integral de Riemann. Definición. Criterios de integrabilidad. Propiedades de la integral de Riemann. Continuidad de la función integral. Primer teorema fundamental del cálculo. La integral de Riemann como límite de sumas. Ejemplos. Ejercicios.

4 Medida de Lebesgue

Definición de medida exterior sobre un conjunto E. Definición de medida exterior de Lebesgue. Propiedades generales. La noción de medida. Propiedades. Definición de subconjuntos medibles en R^n. La medida de Lebesgue en R^n. Propiedades generales. Existencia de conjuntos no medibles. Definición y propiedades de la sigma-álgebra de Borel. Ejemplos. Ejercicios.

5 Funciones medibles
Funciones medibles. Definición. Propiedades. Ejemplos. Teorema de Egoroff. Ejemplos. Ejercicios.

6 Integral de Lebesgue de funciones positivas
La integral de Lebesgue de funciones simples positivas. La integral de Lebesgue de funciones medibles positivas y sus propiedades. Lema de Fatou. Teorema de convergencia monótona y sus consecuencias. Ejemplos. Ejercicios.

7 Funciones integrables Lebesgue
Funciones integrables. El espacio de funciones integrables y sus propiedades. Teorema de convergencia dominada de Lebesgue. Ejemplos. Ejercicios.

8 Relación entre integral de Lebesgue y Riemann
Relación entre la integral de Riemann (propia e impropia) y la de Lebesgue. Caracterización de las funciones integrables Riemann. Ejemplos. Ejercicios.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
H. Royden, P. Fitzpatrick, Real Analysis, Fourth Edition, 2010.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
Fava, Norberto - Zo, Felipe. "Medida e integral de Lebesgue", 2013.
Rudin, Walter. "Análisis real y complejo", 2da Ed., 1991.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
- Dos (2) evaluaciones parciales, con una instancia de recuperación en cada una.
- Las evaluaciones parciales constan de contenidos teórico-prácticos.
- El examen final constará de una evaluación escrita sobre contenidos teóricos y prácticos.

REGULARIDAD
1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a las clases teóricas y prácticas.
2. Aprobar dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios, con calificación mayor o igual a 4 (cuatro).

PROMOCIÓN
1. Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas y prácticas.
2. Aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Elementos de Relatividad General	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 75 horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Fundamentación: La Relatividad General constituye el marco teórico indispensable para la astronomía contemporánea. Mientras que la mecánica clásica provee una aproximación suficiente para fenómenos de baja energía, el estudio de los escenarios más extremos y las escalas más grandes del Universo requiere un tratamiento relativista. Esta asignatura propone un cambio de paradigma fundamental: abandonar la concepción de la gravedad como una fuerza de acción a distancia para entenderla como una manifestación dinámica de la geometría del espacio-tiempo.

Objetivos: Proporcionar una formación sólida en los fundamentos teóricos y las aplicaciones astrofísicas de la Relatividad General, capacitando al estudiante para interpretar la estructura a gran escala del Universo y los procesos físicos en regímenes de campo gravitatorio fuerte.

CONTENIDO

Relatividad Especial

Sistemas inerciales y el principio de relatividad. Geometría de Minkowski. Transformaciones de Lorentz. Intervalos y conos de luz. Contracción en longitud y dilatación temporal. Líneas-mundo y tiempo propio. Efecto Doppler. Adición de velocidades en relatividad especial. Aceleración en relatividad especial. Cuadrivectores. Mecánica relativista.

Herramientas matemáticas

Concepto de variedad. Coordenadas. Transformaciones de coordenadas. Geometrías de Riemann. Campos escalares y vectoriales en variedades. Bases. Conexión afín. Derivada covariante. Transporte paralelo. Curvas nulas, no nulas y parámetros afines. Geodésicas. Cálculo tensorial en variedades.

Principio equivalencia y curvatura

Gravedad newtoniana. Principio de equivalencia. La gravedad como curvatura del espacio-tiempo. Campo débil y límite newtoniano. Curvatura intrínseca de una variedad. Tensor de curvatura. Tensor de Ricci. Escalar de curvatura. Curvatura y transporte paralelo. Curvatura y desviación de las geodésicas.

Ecuaciones de campo de Einstein

Tensor energía-momento. Tensor energía-momento para un fluído perfecto. Conservación de la energía. Ecuaciones de Einstein. Ecuaciones de campo en el vacío. Límite de campo débil. La constante cosmológica.

Geometría de Schwarzschild

Métrica de Schwarzschild. Corrimiento al rojo gravitacional. Geodésicas en la geometría de Schwarzschild. Trayectoria de partículas masivas. Trayectorias de fotones. Singularidades de la métrica de Schwarzschild. Coordenadas de Eddington-Finkelstein y de Kruskal.

Geometría de Friedmann-Robertson-Walker

Principio cosmológico. Homogeneidad e isotropía. Coordenadas sincrónicas comóviles. Métrica FRW. Corrimiento al rojo cosmológico. Distancias en la geometría FRW. Ecuaciones de campo

cosmológicas. Ecuaciones de movimiento del fluído. Componentes del fluído. Relación entre corrimiento al rojo, tiempo y distancias. Modelos de Friedmann. Modelo de de Sitter. Modelo estático de Einstein. Nuestro Universo.

Lentes gravitacionales
Ecuación de la Lente: geometría de la fuente, el deflector y el observador. Lentes fuertes. Lentes débiles. Microlentes. Aplicaciones Astrofísicas.

Ondas gravitacionales
Linealización de las ecuaciones de Einstein. Gauge. Naturaleza de las ondas. Polarización. Generación de ondas gravitacionales. Fuentes típicas. Detección y astronomía de mensajeros múltiples.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Hobson, M. P., Efstathiou, G. P., y Lasenby, A. N. (2006). General Relativity: An Introduction for Physicists. Cambridge University Press.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Misner, C. W., Thorne, K. S., y Wheeler, J. A. (2017). Gravitation. Princeton University Press.

Thorne, K. S., y Blandford, R. D. (2017). Relativity & Cosmology, Volume 5 of Modern Classical Physics. Princeton University Press.

Weinberg, S. (1972). Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity. John Wiley & Sons.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
Dos evaluaciones parciales y sus recuperatorios. Examen final.

REGULARIDAD
Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN
No promocionable

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Elementos de Topología	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Profesorado en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 105 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La topología es una materia básica y fundamental en la formación profesional de un/a matemático/a. Para los/as futuros/as profesores/as del nivel medio el contacto con la topología les presenta aspectos de la matemática novedosos. Entre ellos la manera de abstraer ideas y conceptos concretos, de diversas áreas, y plasmarlos de manera abstracta y unificada. Además es un ámbito natural para el trabajo riguroso con entes abstractos y con aplicaciones concretas.

Por un lado se espera que los/as estudiantes conozcan y adquieran familiaridad con los conceptos básicos de topología general y sepan aplicarlos a responder preguntas concretas de otras áreas, como la geometría euclideana, la estructura de los números reales y complejos, o el análisis real de una o varias variables.
Se espera que dominen los conceptos de conjuntos abiertos y cerrados, clausura e interior, y de función continua; que distingan entre espacios métricos y espacios topológicos generales; que comprendan los conceptos de conexidad y de compacidad; que entiendan el concepto de homeomorfismo entre espacios topológicos y de invariante topológico.

Por otro lado se espera que los/as estudiantes aprendan a trabajar de manera abstracta y a reconocer cómo la topología generaliza ideas, conceptos y teoremas de la geometría y del análisis.
Se espera que aprendan a justificar sus afirmaciones de manera correcta y aprendan a escribir y comunicar ideas y argumentos de manera clara, correcta y completa.

CONTENIDO

1 CONJUNTOS Y FUNCIONES (NUMERABILIDAD)

Conjuntos, funciones y relaciones. Biyecciones. Conjuntos de R y R^n. Funciones continuas de R^n en R^m. Numerabilidad.

2 METRICAS Y TOPOLOGIAS (CONTINUIDAD).

La métrica euclideana en R^n. Espacios métricos y funciones continuas. Topologías. Espacios topológicos y funciones continuas. Subespacios. Interior y clausura. Subespacios densos.

3 CONEXIDAD.

Espacios conexos y arcoconexos. Conexos en R. Separación y numerabilidad. Puntos límite y convergencia de sucesiones.

4 COMPACIDAD.

Espacios compactos. Compacidad de los intervalos cerrados de R. Compactos en R^n. Espacios métricos compactos y métricos completos.

5 PRODUCTOS Y COCIENTES.

Espacios producto. Teorema de Heine-Borel-Lebesgue. Topología cociente. Espacios cocientes. Cocientes del cuadrado unidad (cilindro, cinta de Möbius, toro y botella de Klein).

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

*) Walter Dal Lago - Alicia Garcia, Elementos de Topología, "Serie C", Famaf (2000)

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

*) James Munkres, Topology, Prentice Hall (2000)

*) María J. Druetta, Isabel Dotti, Topología, "Serie C", FaMAF (1992)

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Habrá 2 exámenes parciales con sus respectivos recuperatorios.

REGULARIDAD

Para regularizar habrá que aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios y asistir al menos al 70% de las clases.

PROMOCIÓN

Para promocionar el curso se deberá cumplir un mínimo de 80% de asistencia a las clases y aprobar los 2 parciales (o sus recuperatorios) con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Física del Estado Sólido	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Este curso está diseñado para estudiantes avanzados de la Licenciatura en Física y programas de Doctorado afines. Su propósito es abordar los conceptos fundamentales de la Física del Estado Sólido, funcionando a su vez como una introducción a la Física de la Materia Condensada.

La asignatura integra y profundiza conceptos de Mecánica Cuántica, Termodinámica y Mecánica Estadística para explicar el comportamiento de la materia desde una perspectiva contemporánea. A lo largo del programa, se analizará la estrecha relación entre las propiedades macroscópicas (electrónicas, térmicas, mecánicas y magnéticas) y las interacciones a escala atómica, destacando el impacto de estos fenómenos en el desarrollo tecnológico actual.

CONTENIDO

1. Modelos de Drude y Sommerfeld para metales

La Física del Estado Sólido y su relevancia. Teoría de Drude de los metales: aciertos y fracasos. Electrones libres, modelo de Drude-Sommerfeld. Expansión de Sommerfeld. Cálculo de propiedades térmicas.

2. Redes Cristalinas

Red de Bravais. La red recíproca. Zona de Brillouin. Definiciones y ejemplos. Formulaciones de Bragg y von Laue.

3. Electrones en un potencial periódico

Potencial periódico. Teorema de Bloch. Potencial periódico débil. Bandas de energía. Reflexión de Bragg. Densidad de estados. Singularidades de van Hove. Masa efectiva.

4. Combinación Lineal de Orbitales Atómicos (tight binding)

Electrones en átomos. Aproximación de Hartree y principio de exclusión. Campo cristalino y campo ligante. Ideas básicas de la Combinación Lineal de Orbitales Atómicos (LCAOs). El método tight-binding (enlace fuerte). Aplicaciones del método de enlaces fuertes (tight-binding o LCAO) al cálculo de la estructura electrónica de materiales basados en carbono: polímeros, nanotubos y grafeno.

5. Aproximación semiclásica

Dinámica de electrones y huecos en un cristal. Aproximación semiclásica. Oscilaciones de Bloch. Tunneling Zener. Efecto de las colisiones en la aproximación. Aplicación de la Regla de Oro de Fermi. Camino libre medio y vida media. Ecuación de Boltzmann, ejemplos de aplicaciones. Conductividad eléctrica en metales y semiconductores. Conductividad térmica. Efectos termoeléctricos.

6. Cristal armónico

Teoría clásica del cristal armónico. Introducción a la teoría cuántica del cristal armónico. Fonones: relaciones de dispersión. Calor especifico: Modelo de Debye, modelo de Einstein.

7. Semiconductores

Conceptos de la física de semiconductores; semiconductores intrínsecos, extrínsecos. Niveles de impureza, dopaje, transistor de efecto campo. Efecto Hall cuántico. Niveles de Landau.

8. Elementos de magnetismo

Origen cuántico del magnetismo en base a la estructura atómica y molecular. Diamagnetismo y paramagnetismo. Superintercambio de Anderson. Efectos colectivos en aproximación de campo medio. Interacciones de intercambio directo, indirecto, itinerante y súper intercambio. Ferromagnetismo. Ley de Curie-Weiss. Magnetorresistencia gigante. Ejemplos de aplicaciones.

9. Superconductores

Introducción y fenomenología. Termodinámica de la transición superconductora. Ecuaciones de London. Modelo de Ginzburg-Landau. Elementos de la teoría BCS.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- N. Ashcroft y N.D. Mermin, "Solid State Physics", Harcourt Inc. (1976).

- C. Kittel, "Introduction to Solid State Physics" (8va. ed.), John Wiley & Sons, Inc (2005).

- E. Kaxiras, "Atomic and Electronic Structure of Solids", Cambridge (2003).

- M.P. Marder, "Condensed Matter Physics" (2da. ed.), Willey (2010).

- S.H. Simon, "The Oxford Solid State Basics", Oxford University Press (2013).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- H. Ibach - H. Lüth, “Solid State Physics” (4ta. ed.), Springer (2009).

- E.N. Economou, "The Physics of Solids. Essentials and Beyond", Springer (2010).

- Y. Band y Y. Avishai, “Quantum Mechanics with applications to nanotechnology and information science”, Elsevier (2013).

- W.A. Harrison, "Applied Quantum Mechanics", World Scientific (2000).

- J.M. Ziman, "Principles of the theory of solids", Cambridge (1972).

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Se realizarán tres evaluaciones parciales escritas con sus respectivos recuperatorios.

El examen final consistirá de una evaluación escrita sobre contenidos teórico-prácticos, con una posible instancia oral complementaria.

REGULARIDAD

1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.

2. Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN

1. Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.

2. Aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Física Experimental I	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 2° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física, Profesorado en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 75 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Siendo la física una ciencia netamente fáctica, resulta esencial que los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Física aprendan a observar a la naturaleza a través de experimentos. Es importante, además, que comprendan que los modelos físicos se basan en suposiciones, las cuales, en algunas ocasiones, son imposibles de lograr experimentalmente. En este sentido, los cursos de Física Experimental constituyen espacios destinados específicamente al desarrollo de capacidades y habilidades para crear las competencias necesarias en la metodología del trabajo científico experimental. Esto demanda mantener necesariamente un hilo de continuidad entre estas asignaturas a lo largo de la carrera en lo referente a objetivos generales.

En los cursos de Física Experimental los estudiantes incorporarán conocimientos que lo formarán para un adecuado desempeño en un laboratorio de investigación. Esta formación incluye todos los aspectos relevantes de las distintas etapas que comprende una actividad de investigación en ciencia experimental, entre ellos, la planificación del experimento, la familiarización con el instrumental de medición y con las técnicas experimentales, el desarrollo de estrategias de medición y de habilidades experimentales, el procesamiento de los datos experimentales y el análisis, la interpretación y la comunicación de los resultados obtenidos. Con el fin de lograr esta meta, se desprende la necesidad ineludible de priorizar el tiempo disponible para que los estudiantes puedan llevar a cabo una correcta ejecución de cada uno de los trabajos experimentales propuestos, abarcando todas las etapas, desde una precisa planificación de los mismos hasta una clara y rigurosa comunicación de los resultados. Esto impone un cronograma de actividades que privilegie el tiempo destinado a la ejecución de cada práctica de laboratorio frente a la cantidad de prácticas. En sintonía con este requisito, los objetivos específicos de cada trabajo de laboratorio deben ser limitados en número, claros y precisos.

En el curso de Física Experimental I se desarrollarán trabajos de laboratorio en el área de la mecánica, que requerirán de la aplicación de los conceptos teóricos adquiridos en la asignatura Física General I y de los fundamentos sobre análisis de datos experimentales y expresión de incertidumbres de medición que se brindarán en el presente curso. Las prácticas de laboratorio involucrarán técnicas de medición de magnitudes físicas como longitudes, tiempos y masas, fundamentalmente.

CONTENIDO

CLASES TEÓRICAS

Unidad I: Introducción.

La importancia del experimento en las ciencias. Etapas de un experimento típico. El cuaderno de laboratorio.

Unidad II: Mediciones e incertidumbres.

Magnitud física y medición. Apreciación de un instrumento de medición. Apreciación del observador o estimación de la lectura. Mediciones directas. Mediciones indirectas. Cifras significativas y redondeo.

Unidad III: Tratamiento estadístico de datos experimentales.

La media y la desviación estándar. La desviación estándar de la media. Distribuciones límites. Distribución normal. Distribución normal estándar. Distribuciones normales no estándar Distribución de la media muestral. Estimación puntual e intervalos estadísticos basados en una

sola muestra. Comparación de valores determinados experimentalmente. Propiedades de las distribuciones t.

Unidad IV: Ajuste de una función lineal.
El método de cuadrados mínimos. Desviación estándar asociadas a los parámetros de ajustes. Coeficiente de determinación y de correlación lineal. Ajuste pesado. Transformación de funciones en funciones lineales

Seminarios:

Seminario sobre normas de seguridad en laboratorios. (A cargo del Responsable de la Oficina de Gestión, Higiene, Seguridad y Medio Ambiente Laboral de FAMAF).

Seminarios sobre aspectos históricos y actuales de los conceptos físicos desarrollados en la materia y/o sobre sus aplicaciones a la tecnología u otras disciplinas.

CLASES DE LABORATORIO

Los trabajos de laboratorio comprenderán los siguientes temas y actividades:

Densidad. Determinación de la densidad de cuerpos sólidos utilizando diferentes metodologías. Tratamiento de incertidumbres tipo B. Uso de instrumentos de medición de longitudes (calibre, micrómetro).

Péndulo. Determinación de la aceleración de la gravedad local con una incertidumbre relativa predeterminada. Medición reiterada del período de un péndulo. Tratamiento de incertidumbres tipo A. Uso de instrumentos de medición de tiempos (cronómetro, fotointerruptor).

Elasticidad. Determinación de la constante elástica de un resorte mediante los métodos estático y dinámico. Ajuste de funciones lineales usando el método de los cuadrados mínimos.

Volante. Movimiento de rotación. Medición del momento de inercia y de la cupla de rozamiento de un volante.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Silvina Pérez, Clemar Schurrer y Guillermo Stutz, "Análisis de Datos e Incertidumbres en Física Experimental", Trabajos de Física, Serie C 4/11 (FAMAF, Universidad Nacional de Córdoba, 2011).

- Seguridad en Laboratorios de Física Experimental. Apuntes de clase del Encargado del Área de Higiene y Seguridad de FAMAF.

- Reglamento de los Laboratorios de Ensenanza de la Física de FAMAF, Res. HCD 308/2013.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- John R. Taylor, "An Introduction to Error Analysls: The study of uncertainties in physical measurements" (University Science Book, 1997).

- Philip Bevington y D. Robinson, "Data Reduction and Error Analysis for the Physical Science" (Mc. Graw Hill, 2003).

- Les Kirkup y Bob Frenkel, "An Introduction to Uncerlainty in Mearuement" (Cambridege University Press, 2006).

- Alberto Maiztegui y Reinaldo Gleiser, "Introducción a las Mediciones de Laboratorio" (Editorial Kapeluz, 1980).

- Salvador Gil, "Experimentos de física de bajo costo, usando TIC's" (Universidad de San Martín, 2016).

- Barry Taylor y Chris Kuyatt, "NIST Technical Notes 1297: Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results" (National Institute of Standards and Technology, 1994).

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación considerará el desempeño de los estudiantes durante la ejecución de cada uno de los prácticos de laboratorio y el cuaderno de laboratorio, evaluando particularmente la aptitud de trabajo de forma individual e independiente.
Conforme al plan de estudios vigente (Res. HCS 341/2008), el curso debe ser aprobado exclusivamente por promoción. Los requisitos a cumplir para la aprobación son los siguientes:
- Asistencia al 80% de las clases.
- Realización y aprobación de todos los trabajos prácticos de laboratorio.
- Aprobación de una evaluación parcial sobre los contenidos teóricos de la asignaturao su respectivo recuperatorio.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Física Experimental III	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física, Profesorado en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 75 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Siendo la física una ciencia netamente fáctica, resulta esencial que los/as estudiantes aprendan a observar la naturaleza a través de experimentos. Es importante, además, que comprendan que los modelos físicos se basan en suposiciones, las cuales, en algunas ocasiones, son imposibles de lograr experimentalmente. En este sentido, las asignaturas Física Experimental constituyen el espacio destinado específicamente a la formación experimental de los/as estudiantes, debiendo mantener necesariamente estas asignaturas un hilo de continuidad entre ellas en lo referente a objetivos generales.

En los cursos de Física Experimental los/as estudiantes incorporarán conocimientos que lo formarán para un adecuado desempeño en un laboratorio de investigación. Esta formación incluye todos los aspectos relevantes de las distintas etapas que comprende una actividad de investigación en ciencia experimental, entre ellos, la planificación del experimento, la familiarización con el instrumental de medición y con las técnicas experimentales, el desarrollo de estrategias de medición y de habilidades experimentales, el procesamiento de los datos experimentales y el análisis, la interpretación y la comunicación de los resultados obtenidos. Con el fin de lograr esta meta, se desprende la necesidad ineludible de priorizar el tiempo disponible para que los/as estudiantes puedan llevar a cabo una correcta ejecución de cada uno de los trabajos experimentales propuestos, abarcando todas las etapas, desde una precisa planificación de los mismos hasta una clara y rigurosa comunicación de los resultados. Esto impone un cronograma de actividades que privilegie el tiempo destinado a la ejecución de cada práctica de laboratorio frente a la cantidad de prácticas. En sintonía con este requisito, los objetivos específicos de cada trabajo de laboratorio deben ser limitados en número, claros y precisos.

En el presente curso se desarrollarán trabajos de laboratorio en el área de la electricidad y el magnetismo, que requerirán de la aplicación de los conceptos teóricos adquiridos en la asignatura Física General III y de los fundamentos sobre análisis de datos experimentales y expresión de incertidumbres de medición adquiridos en las asignaturas Física Experimental I y II. Estas prácticas involucrarán técnicas de medición de diferentes magnitudes eléctricas y magnéticas que permitirán a los/as estudiantes familiarizarse con el uso de instrumental específico a lo largo del curso.

CONTENIDO

Clases teóricas

Las clases teóricas cubrirán los siguientes aspectos:

Normas de seguridad en Laboratorio. Medidas de seguridad y riesgos específicos en experimentos típicos que se realizan en el curso de Física Experimental III.

Conceptos teóricos nuevos, técnicas experimentales, metodologías de medición y análisis de datos involucrados en los experimentos de las prácticas de laboratorio a realizar.

Conceptos básicos de programación en Python

Pautas sobre el manejo del instrumental a utilizar durante las prácticas de laboratorio.

Informes de laboratorio. Pautas para elaborar un informe de laboratorio.

Seminarios sobre aspectos históricos y actuales de los conceptos físicos desarrollados en la materia y/o sobre aplicaciones relevantes de electricidad y magnetismo en la tecnología u otras disciplinas.

Laboratorio 1
Medición de resistividad. Puente de hilo
Medición de resistencias. Uso de Ohmímetro.
Medición de resistencias. Uso de amperímetro y voltímetro.

Laboratorio 2
Campo magnético generado por corrientes. Medición del campo magnético longitudinal generado por bobinas de Helmholtz.
Uso de sensores de campo magnético de efecto Hall.

Laboratorio 3
Respuesta transitoria en circuitos RC .
Medición de tiempos característicos.
Uso de osciloscopio y generador de ondas.

Laboratorio 4
Circuitos RLC. Medición de frecuencia de resonancia.

Laboratorio 5
Diodo y puente rectificador.
Medición de la curva de funcionamiento de un diodo.

Laboratorio 6
Actividad practica sobre temas de los laboratorios realizados

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Fenómenos Eléctricos y Magnéticos. R. Bürgesser, G. Farrher, E. Anoardo, M. Chesta. Trabajos de Física, Serie C 8/2015 (FAMAF-UNC, 2015).

- Experimentos de Física de bajo costo, usando TIC's. S. Gil (UNSAM, 2016).

- Cómo se Escribe un Informe de Laboratorio, E. Martínez (Eudeba, 2004).

- Manuales de instrumental científico (disponibles en el Aula Virtual de la asignatura).

- Física para Ciencias e Ingeniería. R.A. Serway y J.W. Jewett Jr. (Cengage Learning, 2018, o ediciones previas).

- Análisis de Datos e Incertidumbres en Física Experimental, S. Pérez, C. Schurrer y G. Stutz, Trabajos de Física, Serie C 4/11, 3ra. edición (FAMAF-UNC, 2015).

- Análisis de Datos e Incertidumbres en Física Experimental Parte II, S. Pérez, C. Schurrer y G. Stutz, Trabajos de Física, Serie C 9/15 (FAMAF-UNC, 2015).

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación considerará el desempeño de los/as estudiantes durante la ejecución de cada uno de los prácticos de laboratorio, el cuaderno de laboratorio y el informe de laboratorio, evaluando

particularmente la aptitud de trabajo en forma individual e independiente.

Conforme al plan de estudios vigente (Res. HCS 341/2008), el curso debe ser aprobado exclusivamente por promoción. Los requisitos a cumplir para la aprobación son los siguientes:
- Asistencia al 80% de las clases.
- Realización y aprobación de todos los trabajos prácticos de laboratorio.

PROMOCIÓN
1. cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.

3. aprobar todos los Trabajos Prácticos o de Laboratorio, o el Informe Final de la Práctica de la Enseñanza con una nota no menor a 6 (seis).

4. Aprobar un coloquio.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Física Experimental V	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Este curso de laboratorios avanzados está destinado a que los/as estudiantes tengan la oportunidad de conocer conceptos de la Física Moderna a través de experimentos que recorren varios campos de la Física.

Desde la radiación electromagnética, pasando por la emisión de electrones, la superconductividad, el magnetismo, se espera que los/as estudiantes se introduzcan en técnicas que son usadas para la investigación científica, y a su vez aprendan nuevos conceptos de física.

Los/as estudiantes tendrán la oportunidad de realizar experimentos que fueron pioneros en el inicio de la Física Moderna, haciendo mediciones cuidadosas con equipos de laboratorio sofisticados, y debiendo profundizar en los modelos y teorías que describen esos fenómenos físicos.

Asimismo, a través del curso se tratarán los aspectos históricos que llevaron al desarrollo de los conceptos físicos tratados en la materia, y se dará a los/as estudiantes la oportunidad de desarrollar sus aptitudes para la planificación y ejecución de mediciones y experimentos, incluyendo el tratamiento de los datos y la interpretación de los mismos.

Se plantean como objetivos que los/as estudiantes:

• Realicen algunos experimentos clásicos de la Física Moderna, fundamentándolos en un marco teórico basado en los modelos físicos correspondientes.

• Realicen experimentos que pongan de relieve aspectos de la cuantificación de la energía y la cantidad de movimiento angular de los electrones en el átomo, profundizando sobre los conceptos involucrados.

• Realicen experimentos básicos de reflexión, difracción, absorción, y transmisión de rayos X, indagando sobre aspectos fundamentales de la interacción de la radiación con la materia.

• Realicen experimentos que indaguen sobre aspectos de la conducción eléctrica en metales, y profundicen sobre los modelos involucrados.

• Desarrollen destrezas en el manejo de los instrumentos de medición.

• Interactuar con grupos de investigación y realizar experiencias que implique la utilización de equipamiento de investigación.

• Aprendan a redactar informes de laboratorio con la estructura de trabajos científicos.

CONTENIDO

Experimento 1: Rayos X

a.- Difracción de Bragg en cristales de NaCl o LiF.

Se trata de investigar la difracción de rayos X por un monocristal usando la emisión de un tubo de rayos X con anticátodo de molibdeno, determinando las longitudes de onda de las líneas K y K del molibdeno, y confirmando la ley de reflexión de Bragg.

b.- Cámara de Ionización.

Se trata de detectar radiación de rayos-X usando una cámara de ionización llena de aire y midiendo la corriente de ionización.

Investigar la corriente de saturación, y su relación con la corriente de emisión y con el voltaje del tubo de rayos-X

c.- Efecto Compton.

Se trata de encontrar el corrimiento Compton de la longitud de onda de los rayos-X dispersados por un cuerpo de aluminio, aprovechando la dependencia de la absorción con la longitud de onda de dichos rayos por parte de una lámina de cobre que se interpone en el haz antes y después de

la dispersión por el cuerpo de aluminio.
d.- Borde de absorción.
Comparando el espectro no filtrado de un tubo de rayos-X con el espectro filtrado por una lámina de zirconio, se registra la desaparición de una de las líneas características del tubo de rayos-X, que indica la presencia de un borde de absorción del zirconio.
e.- Ley de Duane Hunt.
En este experimento se trata de determinar la longitud de onda límite para la radiación continua de fondo (bremsstrahlung) en función del voltaje del tubo de rayos-X, y a través de ella, de determinar la constante de Planck.
f.- Ley de Moseley.
Midiendo los bordes de absorción en los espectros de transmisión de Zr, MO, Ag e In, se verifica la ley de Moseley y se determina la constante de Rydberg.
g.- Atenuación de Rayos X (1).
Se investiga la transmitancia y la absorción de rayos-X como una función del número atómico, fuera de la región de borde de absorción.
h.- Atenuación de Rayos X (2).
Se investiga la atenuación de rayos-X como función del espesor y del tipo de material absorbente. Se verifica la ley de Lambert.
i.- Atenuación de Rayos X (3).
Se mide la transmitancia de rayos-X para una lámina de cobre y una de zirconio para determinar la dependencia de la misma con la longitud de onda.

Experimento 2: Franck y Hertz
Registrar la corriente de placa en función de la tensión de aceleración del haz de electrones para ambas lámparas (Ne, Hg), e interpretar la forma de las gráficas en términos de los niveles discretos de energía de los electrones en los átomos.
Para el caso del mercurio hacer los análisis pertinentes variando la presión de vapor a través de la temperatura.

Experimento 3: Haz Filiforme
Se busca determinar la Determinación de la carga específica del electrón.

- Estudio de la desviación de los electrones dentro de un campo magnético en una órbita circular.
- Determinación del campo magnético B en función del potencial de aceleración U de los electrones a un radio
constante r.

Experimento 4: Velocidad de la Luz
En este Experimento se busca determinar la velocidad de la luz por métodos de modulación electrónica y determinar algunos índices de refracción utilizando la misma técnica.

Experimento 5: Caos
En este experimento, se analiza como sistemas muy simples pueden exhibir un comportamiento complejo bajo ciertas condiciones. Se observa cómo un cambio arbitrariamente pequeño en la entrada puede cambiar drásticamente la conducta a largo plazo de un sistema dinámico.

Experimento 6: Superconductividad
Determinación de la temperatura crítica de la transición superconductora enfriando un material superconductor hasta la temperatura de nitrógeno líquido, y registrando la resistividad en función de la temperatura.

Experimento 7: Millikan
Determinación del valor de la carga elemental a través del movimiento de pequeñas gotas de aceite en un campo eléctrico.

Experimento 8: Efecto hall
Detección del efecto Hall en plata y en tungsteno. Comprobación de la existencia de portadores positivos y negativos de carga.

Experimento 9: Efecto Zeeman
Observación del desdoblamiento en triplete de la línea roja del cadmio por efecto del campo magnético.
Determinación y análisis de los estados de polarización de las componentes del triplete con campo magnético longitudinal y transversal.
Determinación de la relación carga masa del electrón.

Experimento 10: Microondas
Se pretende realizar el estudio de fenómenos ópticos utilizando ondas de frecuencia de microondas. Estos experimentos abarcan desde investigaciones cuantitativas de reflexión y refracción hasta modelos de microondas de los Interferómetros de Michelson y Fabry- Perot

Experimento 11: Radiación Térmica
En este practico se busca Introducir experimentalmente el concepto de radiación térmica, comprobar la Ley de Stefan-Boltzmann para altas temperaturas y verificar la ley del cuadrado inverso para la radiación térmica.

Prácticos Especiales
Se realizan experiencias provistas por los docentes a desarrollarse utilizando equipamiento de investigación en el contexto de un grupo experimental de la facultad. Se pretende dar una primera aproximación al trabajo de investigación experimental, familiarizándose con equipamiento sofisticado e interactuando con los equipos de investigación experimental.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
1.- Solid State Physics. Neil W. Aschcroft and N. David Mermim. CBS Publishing Asia Ltd (1987).
2.- Introduction to Solid State Physics. Charles Kittel. Eight Edition. John Wiley& Sons, Inc.
3.- Atoms, Molecules and Photons. An itroduction to atomic, molecular, and quantum physics. Wolfgang Demtröder. Springer-Verlag Berlin Helidelberg (2006).
4.- Modern Physics. An introductory Text. Jeremy I. Pfeffer and Shlomo Nir. Imperial College Press, London (2000).
5.- Physics Laboratory Manual. David H. Loyd. Third Edition. Thomson Brooks/Cole (2008).
6.- Experiments in Modern Physics. A.C. Melissinos and J. Napolitan. Academic Press (2003).
7.- Manuales Pasco
8.- Manuales Leybold 9.- Manual de LabView

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
- Hanne G.F. Am J. Phys 56(8) 1988
- Rapior G., Sengstock K. and Baev V. American Journal of Physics 74, 423 (2006).
-Thomson J.J., Philos. Mag. 44, 293 (1897)
- Davis E. A. Philosophical Magazine Letters, 87:5, 293-301 (2007).
- Fleming et Al Phys Rev, D V53 (11), (1996)
- Rollins R. W. and Hunt E. R., Phys Rev. Letters V49 (1982)

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
METODOLOGÍA DE TRABAJO

Las clases de laboratorio consistirán en implementar cada uno de los experimentos propuestos y

llevarlos a cabo cumpliendo todas las exigencias. Los/as estudiantes trabajarán en grupos de dos (excepcionalmente, solo en caso de necesidad, tres estudiantes por mesa). La conformación de los grupos variará todos los prácticos para generar diferentes interacciones a la hora de trabajar en equipo. Esta rotación será generada por los/as docentes y puesta a disposición en el aula virtual al igual que la secuencia de prácticos a desarrollar.
Cada grupo deberá realizar 9 experimentos propuestos (que serán determinados el primer día de clases), más un práctico denominado “práctico especial” que desarrollarán en el ámbito de un laboratorio de investigación experimental de la Facultad. Deberán presentar el correspondiente informe de cada uno, redactado en forma de comunicación científica, con un adecuado tratamiento estadístico de los datos, siguiendo las pautas indicadas por los docentes.

EVALUACIÓN

Los/as estudiantes serán evaluados/as a través de los informes de laboratorio, que serán grupales y deberán ser entregados para su corrección al ingresar al practico siguiente.
Los informes serán evaluados con nota (escala numérica 1 a 10) y solo se admitirá una instancia de corrección.
Al finalizar el cursado habrá un coloquio de promoción.

PROMOCIÓN
1. Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. Aprobar todos los Trabajos Prácticos o de Laboratorio con una nota no menor a 6 (seis).
3. Aprobar un coloquio.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Física General	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 2° cuatrimestre / Redictado: 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

ASIGNATURA: Física General I	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 2° cuatrimestre / Redictado: 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física, Profesorado en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El conocimiento de la dinámica clásica es esencial para el progreso del/de la estudiante en su carrera científica. Se espera que el/la estudiante al finalizar el curso esté capacitado para:

- Relacionar los movimientos con sus causas generadoras sobre la base de las ecuaciones fundamentales de la Mecánica o Leyes de Newton, analizando tipos particulares de fuerzas: elásticas, gravitatorias, de rozamiento, etc.
- Comprender y utilizar los conceptos de momento lineal y angular, energía y trabajo, con un entendimiento cabal de los teoremas de conservación y de sus hipótesis de validez.
- Aplicar los conceptos mencionados a sistemas de puntos materiales, incluyendo las propiedades del movimiento del centro de masa.
- Aplicar estos conceptos y los de la cinemática y dinámica del punto material al estudio del cuerpo rígido, analizando los casos de cuerpos con simetría axial (en movimientos de rotación pura y rototraslación).

CONTENIDO

1- Leyes de Newton.

Consideraciones generales. Noción de fuerza. La fuerza como magnitud vectorial. Composición de fuerzas. Primera Ley de Newton. Sistemas inerciales. Segunda Ley de Newton. Masa de un cuerpo. Concepto de masa puntual. Ecuación de movimiento para una masa puntual. Tercera ley de Newton. Ejemplos: Fuerza nula. Fuerza constante. Peso de un cuerpo. Caída libre de los cuerpos y tiro en el vacío. Energías cinética, potencial y total del movimiento en caída libre. Concepto de constante del movimiento.

2- Ejemplos de las leyes de Newton.

Tensiones en hilos y fuerzas de contacto. Ejemplos. El Plano inclinado.
Movimiento circular y fuerza centrípeta.
Fuerzas de rozamiento estático y dinámico. Coeficientes de rozamiento. Fuerza límite de rozamiento estático. Ejemplos.

3- Gravitación.

Ley de Gravitación Universal. Masa inercial y gravitatoria. Tiro vertical a gran altura. Velocidad en función de la distancia al centro de la Tierra. Velocidad de escape. Satélite en órbita circular. Energías cinética, potencial y total. Variación del peso de los cuerpos con la altura. Leyes de Kepler.

4- Movimiento oscilatorio armónico

Ecuación de movimiento. Resolución de la ecuación de movimiento. Frecuencia angular. Período y frecuencia.
Constantes de integración: amplitud y fase inicial. Energía potencial y total para este movimiento. Cuerpo suspendido de un resorte. Ejemplos. Elasticidad. Módulo de Young. Péndulo ideal. Ecuación de movimiento para pequeñas amplitudes. Su solución. Función de movimiento de un péndulo ideal. Frecuencia angular. Período de oscilación. Energías potencial y total.

5- Momento Lineal
Interacción entre dos masas puntuales. Sistema aislado. Momento lineal de una partícula y de un sistema de partículas. Fuerzas interiores y exteriores al sistema. Teorema de conservación del momento lineal. Centro de masa. Vectores posición, velocidad y aceleración del centro de masa. Variación del momento lineal del sistema por acción de fuerzas exteriores.

6- Momento angular
Producto vectorial. Propiedades. Vector velocidad angular. Momento angular de una masa puntual. Torque o momento de una fuerza. Par de fuerzas. Momento angular de un par de masas puntuales en interacción. Fuerza central. Teorema de las áreas. Momento angular de un sistema de partículas. Variación del momento angular de un sistema de partículas por acción de torques externos.

7- Trabajo y Energía
Integrales de línea. Trabajo de una fuerza. Teorema del trabajo y la energía. Potencia. Campo de fuerzas. Algunos ejemplos. Campos conservativos: campo uniforme, gravitatorio y elástico. Trabajo de las fuerzas conservativas. Energía potencial. Fuerza derivada de un potencial. Trabajo de fuerzas no conservativas. Análisis cualitativo del movimiento de una partícula en un campo conservativo: caso unidimensional. Pozos y barreras de potencial. Puntos de equilibrio estable e inestable. Puntos de retorno. Movimiento finito e infinito.

8- Colisiones
Choque entre dos masas puntuales: caso unidimensional. Choque elástico, plástico y explosivo. Choque en dos y tres dimensiones. Ejemplos.

9- Cinemática del Cuerpo Rígido
Centro de masa del cuerpo rígido. Movimientos de traslación, rotación y rototraslación. Velocidad de los puntos del cuerpo rígido. Eje instantáneo de rotación pura. Aceleración de los puntos del cuerpo rígido. Rodadura.

10- Dinámica del Cuerpo Rígido
Momentos lineal y angular del cuerpo rígido. Momento angular intrínseco y orbital. Ecuaciones de movimiento del cuerpo rígido. Momento de inercia. Energía cinética rotacional. Ejes principales de inercia. Relación entre el momento angular y la velocidad angular del cuerpo rígido. Cálculo de algunos momentos de inercia. Teorema de Steiner. Ejemplos: movimiento del cuerpo rígido bajo la acción de su propio peso, péndulo físico, etc. Trabajo y energía de un cuerpo rígido. Energía Potencial. Ejemplos. Giróscopo y trompo simétrico. Precesión y nutación. Resolución de problemas de cinemática y dinámica de cuerpo rígido.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
"Introducción a la mecánica newtoniana", A. Wolfenson, J. Trincavelli, P. Serra
(Editorial de la UNC, 2025)
“Mecánica Elemental”, J. G. Roederer (2a ed. 2a reimp. - Eudeba, 2008).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

“Introducción al Estudio de la Mecánica, Materia y Ondas”, U. Ingard y W.L. Kraushaar (Reverté, 1966).
“Physics for Scientists and Engineers”, R.A. Serway and J.W. Jewett, (Volume 1, Seventh Edition - Brooks/Cole, 2008)
“Fundamentals of Physics”, D. Halliday, R. Resnick and J. Walker, (John Wiley and Sons , 2004)
“Física”, M. Alonso y E. J. Finn (Fondo Ed. Interamericano, 1970).
“The Feynman Lectures on Physics, Vol. I”, R.P. Feynman, R. Leighton y M. Sands (Addison Wesley, 1965).

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Habrá dos parciales a lo largo del cuatrimestre. En caso de no aprobar uno de estos parciales se podrá rendir el recuperatorio correspondiente. Los parciales consistirán en la resolución de dos o tres problemas con grado de dificultad similar al de los problemas de las guías.
Para quedar regular en la materia, el/la estudiante deberá aprobar los dos parciales (o un parcial y un recuperatorio).
El examen final consistirá en la resolución escrita de problemas con un grado de dificultad similar a los de las guías de trabajos prácticos.

REGULARIDAD

1. aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.
2. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Física General II	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 2° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física, Profesorado en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo de esta materia es que el/la estudiante se familiarice con los conceptos básicos y las leyes de la transferencia de calor entre los cuerpos, las características y propiedades de los cuerpos y sustancias al cambiar las variables termodinámicas (Temperatura, Volumen, Presión) incluyendo los cambios de fase, las máquinas térmicas y la mecánica de los fluidos.

Los/as estudiantes podrán entender y aplicar las leyes de la termodinámica, describir procesos en los diagramas PV y PT, tener en claro los conceptos de temperatura, de interacciones térmicas y de estados termodinámicos y conocer la fenomenología de los gases reales y las transformaciones de fase gas-líquido. Se pondrá énfasis en la aplicación de la teoría cinética a los gases ideales (que permite una consideración explícita del carácter atómico/molecular del gas) y en la descripción del transporte de calor (que permite la introducción de herramientas matemáticas útiles). Los conceptos de entropía y de energía interna serán discutidos extensamente, así como su evaluación para sistemas simples. El curso concluirá con una discusión comparativa del transporte difusivo del calor y el de partículas.

El estudio de la mecánica de fluidos implica un avance importante en el entendimiento de los fenómenos físicos y permite complementar el material presentado en Física General I, que incluye la mecánica de las masas puntuales y los cuerpos sólidos. Por su parte, el entendimiento cabal de los conceptos de temperatura y calor es esencial para el progreso del/de la estudiante en su carrera científica.

Finalmente, se pretende que este curso provea el conocimiento conceptual y de la fenomenología necesarios para aprovechar al máximo el curso de Termodinámica y Mecánica Estadística I.

CONTENIDO

Unidad 1. Dilatación, Termometría y Gas Ideal

Dilatación de sólidos, líquidos y gases. Ley de Boyle. Ley de Gay-Lussac. Termómetros y Escalas de temperaturas. Gas ideal. Ley de Dalton.

Unidad 2. Calorimetría

Calor como forma de energía. Medida de cantidad de calor. Calorímetros. Calor específico de sólidos y líquidos. Ley de Dulong-Petit. Calor específico de los gases. Calores latentes.

Unidad 3. Transferencia de calor

Transferencia de calor por conducción. Flujos de calor dependientes del tiempo. Ecuación de difusión. Transferencia de calor por convección. Enfriamiento de un cuerpo por convección no forzada. Distribución de temperatura de una barra delgada en estado estacionario. Transferencia de calor por radiación.

Unidad 4. Teoría cinética de los gases

Hipótesis. Relación de la energía cinética de las moléculas con P y T. Salida de gas por un orificio. Haces moleculares. Función distribución de Maxwell-Boltzman. Velocidad media y velocidad cuadrática media. Calor específico. Grados de libertad. Camino libre medio. Conducción de calor en un gas.

Unidad 5. Primera Ley de la Termodinámica

Equivalente mecánico del calor. Estados termodinámicos. Transformaciones. Primera ley de la termodinámica. Energía como función de estado. Transformaciones de un gas ideal: Isotérmicas, isobáricas, adiabáticas. Compresibilidad de un gas.

Unidad 6. Máquinas térmicas. Segunda Ley de la Termodinámica. Entropía

Ciclo de Carnot. Máquina frigorífica. Enunciados de la segunda ley de la termodinámica. Rendimiento de máquinas térmicas de Carnot reversibles. Transformaciones reversibles e irreversibles. Escala de temperatura termodinámica. Ciclo reversible arbitrario. Procesos irreversibles. dS y S. Enunciado de la segunda ley con la entropía. Entropía de un gas ideal. Segunda ley para sistemas compuestos. Segunda ley para transformaciones reversibles. Segunda ley para transformaciones irreversibles. Ley de incremento de la entropía. Cálculo de cambio de entropía en algunas transformaciones.

Unidad 7. Gases reales. Transformaciones de fase

Fuerzas intermoleculares. Comportamiento de un gas real. Gas de Van der Waals. Transformación de fase. Condensación-Evaporación. Temperatura de ebullición. Ecuación de Clausius-Clapeyron. Coexistencia agua-vapor. Humedad relativa. Punto de rocío. Coexistencia hielo-vapor. Coexistencia agua-hielo. Punto triple del agua. Enfriamiento por evaporación.

Unidad 8. Mecánica de los Fluidos

Hidrostática. Densidad. Presión. Pcipio Pascal y Arquímedes. Prensa hidráulica.
Tensión superficial. Capilaridad.
Hidrodinámica. Ecuación de continuidad. Caudal. Ecuación de Bernoulli.
Viscosidad. Ley de Poiseuille. Ley de Stokes.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

E. Ávila y J. Trincavelli, Elementos de termodinámica, Editorial de la UNC, en prensa.

U. Ingard y W. L. Kraushaar, Introducción al estudio de la mecánica, materia y ondas (Reverté, Barcelona, España, 1966).

T. Isnardi y J. Collo. Calor (Escuela Naval Militar, Río Santiago, Argentina, 1938).

F. Sears y M. Zemansky Volumen 1 (Addison Wesley, Reading, EEUU, 1964).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

D. Halliday, R. Resnick y J. Walker, Fundamentals of Physics (Wiley, 2021)

R.A. Serway y J.W. Jewett, Physics for Scientists and Engineers (Cengage Learning Editores, Santa Fe, México, 2008).

R.P Feynman, R. Leighton y M. Sands , The Feynman Lectures on Physics, Vol. I (Addison Wesley, 1964).

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Se tomarán 2 parciales durante el cursado de la materia y sus correspondientes recuperatorios. Para todos los/las estudiantes.

Examen final: escrito, que podrá continuar con un examen oral según decidan en cada caso los miembros del tribunal.

REGULARIDAD

1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas.

2. Aprobar las dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN
No hay régimen de promoción

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Física General IV	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física, Profesorado en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Esta materia integra el grupo básico de las Físicas Generales y centra su temática en los fundamentos de la física de ondas, los fenómenos de la Óptica y presenta una descripción elemental de los orígenes de la Física Moderna.
Los contenidos se presentan desde un punto de vista fenomenológico y la aproximación matemática a los mismos es constructiva.

Objetivos:
1. Proporcionar al estudiante el panorama general de la Óptica geométrica y física, desarrollando la destreza básica en la resolución de problemas y situaciones de interés práctico.
2. Presentar las motivaciones subyacentes que generaron las ideas de la Física Moderna.

CONTENIDO

Unidad 1. Ondas

Ondas mecánicas en una dimensión. Ondas armónicas. Frecuencia y longitud de onda. Fase y velocidad de fase. Ecuación de ondas unidimensional. Representación Compleja. Principio de superposición. Superposición de ondas de igual frecuencia. Coherencia. Ondas estacionarias. Ondas planas. Ecuación de onda tridimensional. Ondas esféricas y cilíndricas.

Unidad 2. Propagación de la Luz

Ecuaciones de Maxwell. Ondas electromagnéticas. Onda electromagnética plana.
El espectro electromagnético. Vector de Poynting. Irradiancia. Presión de radiación. Propagación en medios dieléctricos.
Índice de refracción. Principio de Huygens. Concepto de rayo.
Ley de Reflexión. Refracción y Ley de Snell. Reflexión total interna. Aplicaciones.
Principio de Fermat. Relaciones de Stokes Transmitancia y reflectancia.

Unidad 3. Óptica Geométrica

Espejos Planos. Espejos Esféricos cóncavos. Espejos Esféricos convexos. Métodos gráficos. Refracción en superficies esféricas. Refracción en superficies planas.
Lentes delgadas y fórmula del constructor. Lentes positivas y negativas.
Focos, plano focales y convención de signos.
Potencia de una lente, dioptría. Trazado de rayos. Formación de imágenes. Magnificación transversal. Objetos virtuales. Aberraciones. Combinación de lentes delgadas. Diafragmas. Cámara fotográfica. Número f/#. Instrumentos ópticos. Lupa. Microscopio. Telescopio. Prisma refractor. Ángulo de desviación mínimo.

Unidad 4. Polarización

Polarización lineal, circular y elíptica. Luz Natural. Dicroismo. Ley de Malus. Polarización por reflexión. Polarización por doble refracción: Birrefringencia. Polarización por dispersión. Retardadores.

Unidad 5. Interferencia

Superposición de ondas vectoriales. Condición de interferencia. Interferencia por división del frente de onda. Experimento de Young. Doble espejo de Fresnel. Biprisma de Fresnel. Espejo de Lloyd.

Interferencia por división de amplitud. Franjas de igual inclinación. Franjas de Haidinger. Franjas de igual espesor. Franjas de Fizeau. Anillos de Newton. Interferómetro de Michelson.

Unidad 6. Difracción

Principio de Huygens-Fresnel. Difracción de Fraunhofer. Arreglo lineal de osciladores coherentes. Densidad lineal de fuentes puntuales. Rendija simple. Rendija doble. Rendijas múltiples. Red de difracción. Poder de resolución cromático. Abertura rectangular. Abertura circular. Poder de resolución espacial.

Unidad 7. Física Moderna

Radiación de cuerpo negro. Ley de Rayleight-Jeans. Ley de Planck. Efecto fotoeléctrico. El fotón de Einstein. Espectros de líneas atómicos. Fórmula de Balmer. Modelo atómico de Bohr. Generación y espectro de rayos X. Efecto Compton. Dualidad partícula-onda. Ondas de materia. Difracción de partículas. Principio de incerteza.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Eugene Hecht, Optics, Pearson Education Inc.; 5th edition (2017)
Sears, Zemanky, Young, Freedman, Física Universitaria, Vol 2, Pearson Educ.; 12va ed. (2009)
Krane, Kenneth, Modern Physics, 3ª ed., John Wiley $ Sons, Inc. (2012)

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Eugene Hecht, Óptica, Fondo Educativo Interamericano (1977).
Eugene Hecht, Óptica, Teoría y Problemas de Óptica, McGraw-Hill (1976).
Francis A. Jenkins y Harvey E. White, Fundamentos de Óptica, Aguilar (1964).
Robert D. Guenther, Modern Optics, Wiley (1990).
Frank S. Crawford, Ondas, Berkeley Physics Course vol 3, Reverté (1971).
James William Rohlf, Modern Physics from α to Zo, John Wiley & Sons, Inc. (1994).

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Se tomarán 2 (dos) evaluaciones parciales durante el cursado de la materia.
Se podrá recuperar una de las evaluaciones parciales.
Para aprobar la materia, el/la estudiante deberá rendir una evaluación escrita y, en caso en que el tribunal considere necesario, un examen oral.

REGULARIDAD

Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
Aprobar 2 (dos) evaluaciones parciales, pudiendo el/la estudiante recuperar uno de ellos.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Física II	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 2° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 Horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La materia está orientada a proveer el conocimiento básico de fenómenos eléctricos y magnéticos, culminando con el concepto de onda electromagnética. Se da un enfoque conceptual y fenomenológico, a la vez que se proveen las herramientas básicas de cálculo vectorial que permitan el planteo de situaciones físicas elementales.

CONTENIDO

1. Carga eléctrica y campo eléctrico

Carga eléctrica. Ley de Coulomb. Campo eléctrico. Ejemplos de cálculo: carga puntual y dipolo eléctrico. Carga en movimiento en un campo eléctrico. Concepto de flujo de un campo vectorial e integral de superficie. Ley de Gauss. Aplicación al cálculo del campo de una carga puntual. Esfera uniformemente cargada. Conductores. El campo eléctrico en la cercanía de un conductor.

2. Potencial eléctrico

Potencial eléctrico de una carga puntual. Derivación del campo a partir del potencial. Potencial de una distribución de carga. Potencial de un hilo de carga infinito y disco cargado uniformemente. Divergencia de un campo vectorial. Teorema de Gauss.

3. Energía electrostática

Energía potencial eléctrica. Capacidad y condensadores. Energía almacenada en un campo eléctrico. Densidad de energía eléctrica. Materiales dieléctricos en condensadores. Vectores desplazamiento y polarización. Energía almacenada en un condensador.

4. Corriente eléctrica

Corriente y densidad de corriente. Corriente estacionaria y conservación de la carga. Conductividad eléctrica y resistencia. Ley de Ohm. Fuerza electromotriz. Ejemplos. Modelo simple de la conducción eléctrica. Superconductores. Potencia eléctrica. Corrientes de convección. Resistencias en serie y en paralelo. Reglas de Kirchhoff. Ejemplos. Circuitos RC. Descarga de un condensador.

5. Campo magnético

Definición del campo magnético. Unidades de medición. Fuerzas debidas a campos magnéticos. Fuerza de Lorentz. Fuerzas sobre conductores con corrientes. Torque sobre un lazo de corriente en un campo magnético uniforme. Movimiento de una carga en un campo magnético uniforme. Aplicaciones: el espectrómetro de masa. El ciclotrón. Efecto Hall. Ley de Ampere: campo magnético asociado con una corriente lineal. Campo de un solenoide. Fuerza de Lorentz. Inducción electromagnética. Ley de Faraday. Flujo del campo magnético y fuerza electromotriz inducida. Inductancia.

6. Energía magnética

Energía almacenada en un campo magnético. Densidad de energía magnética. Materiales magnéticos. Magnetización. Vectores densidad de flujo magnético, intensidad de campo magnético y magnetización. Ferromagnetismo. Histéresis Paramagnetismo y diamagnetismo. Susceptibilidad magnética. Ley de Curie. El campo magnético terrestre.

7. Inductancia y Circuitos de corriente alterna (CA).

Autoinductancia. Circuitos RL. Energía en el campo magnético. Inductancia mutua.
Oscilaciones en el circuito RL. Circuito RLC. Fuentes de CA. Resistencias, inductancias y condensadores en un circuito de CA. Reac
tancia e impedancia. El circuito RLC. Potencia y energía en un circuito de CA. Resonancia.
El transformador. Rectificadores y filtros. Representación compleja. Leyes de Kirchhoff.

8. Circuitos eléctricos básicos

Leyes de Kirchhoff. Circuitos RC y RL: transitorios. Circuitos LC y RLC: oscilaciones. Transferencia de energía eléctrica a magnética y vice versa.

8.Ecuaciones de Maxwell

Ecuaciones de Maxwell.Onda plana. Vector de pointing.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- D. Halliday, R. Resnick y J. Walker, Fundamentals of Physics, Wiley & Sons (2011).
- R. Resnick, D. Halliday y K. S. Krane, Física (vol. 2), Grupo Editorial Patria (2007).
- D. Halliday y R. Resnick, Física (parte 2), Compañía Editorial Continental (1984).
- R. A. Serway y J. W. Jewett, Física para Ciencias e Ingeniería, vol. II, 10a edición, Cengage (2019).
- R. A. Sears, M. Zemansky, H. D. Young y R. A. Freeman, Física Universitaria vol. 2, Pearson Education, 12a edición (2009).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- M. Alonso y E. J. Finn, Fisica vol II: Campos y Ondas, Addison-Wesley (1987).
- R. Feynman, R. B. Leighton y M. Sands, Lectures on Physics: The Electromagnetic Field, Addison-Wesley (1964).
- E.M. Purcell, Electricidad y Magnetismo, Berkeley Physics Course, Reverté (1990).

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Los/as estudiantes serán evaluados mediante exámenes parciales durante el cursado (dos parciales y un recuperatorio). El examen final consta de una evaluación escrita y, cuando se considere apropiado, de
un examen oral.

REGULARIDAD

La regularidad se define aprobando dos exámenes parciales o sus correspondientes recuperatorios con nota mayor o igual a 4 (cuatro).

PROMOCIÓN

Aprobar ambas evaluaciones parciales (sin recuperatorio) con una nota mayor o igual a 6 (seis), obteniendo un promedio entre ambas no menor a 7 (siete).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Física Moderna	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Profesorado en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 135 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

A fines del siglo XIX y principios del siglo XX se produjeron importantes descubrimientos y se formularon teorías innovadoras en la Física: relatividad y teoría cuántica. Estos descubrimientos y la reformulación de las leyes fundamentales con que describimos la naturaleza han tenido un fuerte impacto tanto en la concepción del mundo como en los aspectos tecnológicos presentes en la vida cotidiana.

Es importante que el/la Profesor/a de Física tome conocimiento de estas ideas y pueda discutirlas y valorarlas con vistas a su futura actuación profesional.

Se pretende que el/la asistente al curso alcance los siguientes objetivos:
• Conocer las ideas fundamentales en las nuevas teorías de la Física.
• Reconocer y valorar la evidencia experimental como la justificación última de las teorías científicas en general y físicas en particular.
• Adquirir autonomía para avanzar en el estudio de estas teorías y sus consecuencias.
• Reconocer la influencia de la Física Moderna en la tecnología presente.
• Presentar con claridad esta relación con la tecnología presente.

CONTENIDO

1- Inicios de la Relatividad.

Recorrido histórico de la física desde sus inicios. Experimento de Young. Ecuaciones de Maxwell. Ondas electromagnéticas. Experimento de Michelson. Postulados de la relatividad especial. Transformación de Lorenz. Dilatación temporal. Contracción de la distancia. Efecto Doppler

2-Energía Relativista y Relatividad General

Cantidad de movimiento relativista. Energía Relativista. La masa como una medida de la energía.Principios de la Relatividad General.

3- Teoría cuántica de la luz

Radiación térmica. Radiación de cuerpo negro. Emisividad y absortividad. Catástrofe del ultravioleta. Espectro de radiación. Ley de Wien. Ley de Rayleigh Jeans. Hipótesis de Planck. Cuantización de la luz y efecto fotoeléctrico. Efecto Compton.

4- Modelos atómicos

Modelo de Thomson para el átomo. Modelo de Rutherford. Núcleo atómico. Líneas espectrales. El espectro del hidrógeno. Modelo de Bohr. Ondas de de Broglie. Experimento de Davisson y Germer.

5- Ecuación de Schrödinger

Ondas y probabilidad: función de onda. Partícula en una caja. Superposición de ondas. Principio de incerteza de Heisenberg. La ecuación de Schrödinger. Partícula libre.

6- Estructura atómica

Ecuación de Schrödinger para el átomo de hidrógeno. Cuantización del momento angular. Experimento de Stern y Gerlach. Superposición de estados de espín. El átomo de hidrógeno. El

espín del electrón.

7- Átomos con muchos electrones
Aproximación de campo central. Átomos con muchos electrones. La tabla periódica. El principio de exclusión. Electrones en la capa externa

8- Estructura molecular.
La molécula de hidrógeno ionizada. Ligadura covalente. Ligadura iónica. Vibraciones moleculares. Rotaciones moleculares. Espectro de moléculas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

• Modern Physics (3rd Edition). Raymond A. Serway, Clement J. Moses, Curt A. Moyer. Cengage Learning (2004).
• Modern Physics, 4th Edition, Kenneth S. Krane, J. Wiley & sons (2019).
• Classical and Modern Physics, vol. 3, K. Ford, Lexington, Mass.: Xerox College, (1972-74).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

• The Feynman lectures on Physics, Vol. 1 y 3, R. Feynman, R. Leighton y M. Sands- Adisson Wesley (1963).
• Modern Physics, R. Serway, C. Moses y C. Moyer, Saunder College (1989).
• Física IA: De las galaxias a los quarks. Arturo López Dávalos, Hernán Asorey y Carola Graziosi. Editorial UNRN (2020).

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Se realizarán dos evaluaciones parciales con sus correspondientes recuperatorios.

Se prevén actividades prácticas en el laboratorio como contexto potenciador de aprendizajes.

Se solicitará un coloquio para la promoción sin examen.

Se requerirá la búsqueda bibliográfica sobre los temas centrales de la Física Moderna.

REGULARIDAD

Asistir al 70% de las clases.
Aprobar dos de los tres Trabajos Prácticos asignados.
Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN

Asistir al 80% de las clases.
Aprobar el 100% de los Trabajos Prácticos asignados.
Aprobar dos evaluaciones parciales o sus recuperatorios con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).
Aprobar un coloquio.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Funciones Reales	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

ASIGNATURA: Funciones Reales	**AÑO:** 2026
CARACTER: Optativa	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

En esta materia el/la estudiante accede al tratamiento y manejo de estructuras más complejas que están detrás de conceptos manejados hasta ese momento en los cursos de Análisis Real, como continuidad, derivación e integración. La noción de medida de conjuntos, generalizando la noción de longitud o volumen que trae incorporada el/la estudiante en los espacios euclídeos, es fundamental para poder desarrollar una teoría de integración más general y que incluye a la integral de Riemann conocida hasta ese momento. La materia enfatiza un mecanismo fundamental de la matemática que es abstraer y generalizar el contexto donde se enmarca un problema para encontrar soluciones a las preguntas de interés. Además, el aprendizaje de estos contenidos da un marco conceptual para hacer un desarrollo de fundamentos de la teoría de la probabilidad.
La materia consiste en una iniciación al estudio de la teoría de la medida, de la integral de Lebesgue y de ciertos espacios de funciones y sus topologías, tanto en Rn como en espacios abstractos, con vistas a sus aplicaciones: Probabilidad, Series e Integrales de Fourier, Ecuaciones Diferenciales, etc.
El objetivo es que el/la estudiante maneje con soltura y profundidad las técnicas básicas del análisis, estudiando las demostraciones rigurosas de los teoremas fundamentales del curso y aprendiendo a resolver problemas relacionados, y a realizar y a escribir correctamente sus propias demostraciones.

Metodología de trabajo: Las clases de teoría serán en general expositivas, siguiendo los libros de textos de referencia, y en ella se desarrollarán los contenidos de la asignatura con justificaciones rigurosas. Los ejemplos ayudarán a la comprensión y utilidad de las definiciones y propiedades probadas. Las clases prácticas de problemas consistirán en la resolución de ejercicios. Para las clases prácticas se proporcionará una colección de ejercicios adecuados a los contenidos y nivel de exigencia del curso. Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría y de resolución de problemas propuestos.

CONTENIDO

(1) Conjuntos y medida de Lebesgue

Numerabilidad. Medida exterior. Conjuntos medibles. Medida de Lebesgue. Conjuntos de medida nula. Conjuntos de Cantor. Conjuntos de clase G-delta y de clase F-sigma. Estructura de los conjuntos medibles. Algebras y sigma-álgebras. Conjuntos borelianos. Conjuntos no medibles. Funciones medibles, convergencia. Principios de Littlewood y Teoremas de Egoroff y Lusin.

(2) Integral de Lebesgue

Integral de funciones medibles, definiciones y propiedades, relación con la Integral de Riemann. Lema de Fatou, Teoremas de convergencia (monótona, dominada) y sus consecuencias. Espacios

de funciones integrables y sus propiedades básicas. Convergencia en medida. Lema de Vitali. Diferenciación, diferenciación vs integración. Cambio de variables. Derivabilidad de las funciones monótonas. Funciones de variación acotada. Funciones absolutamente continuas.

(3) Medidas abstractas y contrucción de medidas

Medidas e Integración en espacios abstractos. Medidas con signo. Teorema de Radon-Nikodym. Espacios Lp. Medidas en espacios producto.Teoremas de Fubini y Tonelli. Aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- R. Wheeden and A. Zygmund, Measure and integral, an introduction to Real Analysis. Marcel Dekker, 1977.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- N. Fava y F. Zó, Medida e integral de Lebesgue, Instituto argentino de matemática. Red Olímpica, 1996.

- H. L. Royden & P. M. Fitzpatrick, Real Analysis (fourth edition), Prentice Hall, 2010.

- M. Adams and V. Guillemin, Measure Theory and probability, Birkhauser,1996.

- W. Rudin, Real and Complex Analysis, Mc. GrawHill, 1966

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Habrá dos evaluaciones parciales más sus correspondientes recuperatorios.

La aprobación de la materia es a través de un examen final, que consistirá de una instancia escrita y una posible instancia oral si el jurado lo requiere.

REGULARIDAD

Los/as estudiantes deberán aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN

No hay promoción.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Geometría II	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Profesorado en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 165 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

- Adquirir una cultura general sobre la Geometría Euclidea en el Plano y en el Espacio.
- Valorar el papel desempeñado por la Geometría Euclidea en el desarrollo de la matemática a lo largo de la historia.
- Adquirir la capacidad de formular y resolver problemas de geometría plana y espacial.
- Adquirir herramientas y estrategias para que el/la estudiante disponga en sus prácticas y futuras clases de geometría.
- Adquirir un cómodo dominio de Geogebra.
- Adquirir conciencia de la presencia de la geometría en nuestra vida, desde diversos aspectos cotidianos hasta avanzados desarrollos tecnológicos.
- Reafirmar el valor de una demostración rigurosa en la matemática como ciencia.

CONTENIDO

Primera parte. El Plano.

Capítulo I.
Magnitudes. Isometrías, Teoremas de Tales y Pitágoras. Funciones trigonométricas. Coordenadas, axioma de completitud, R^2.

Capítulo II.
Circunferencia y posiciones relativas de rectas, ángulos, longitud de la circunferencia, aproximaciones de Pi, arco capaz.

Capítulo III.
Transformaciones conformes: homotecias, semejanzas, inversiones.

Capítulo IV.
Áreas. Figuras y disecciones. Buena definición de área, fórmulas.

Segunda parte. El Espacio.

Capítulo I.
Axiomas, perpendicularidad y paralelismo.

Capítulo II.
Transformaciones Rígidas, clasificación.

Capítulo III.
Poliedros. Ángulos diedros. Sólidos Platónicos, Teorema de Euler.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. Ferraris, C., Espacio, Geometría Métrica. UNComahue, 1991.
2. Tirao, J., El Plano Editorial Docencia. 1985.
3. Hartshorne, R., Geometry: Euclid and beyond, Springer, Berlin, 2000.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Dal Lago, W., Geometría del plano y el espacio, Apuntes de clase.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

CONDICIONES PARA APROBAR LA MATERIA

Examen final escrito y oral de los contenidos teóricos y prácticos.

REGULARIDAD

Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios. Ambas evaluaciones parciales pueden ser recuperadas.

PROMOCIÓN

No hay régimen de promoción en el cursado de la materia.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Geometría Superior	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

En esta asignatura se estudian las variedades diferenciables, que son espacios topológicos provistos de una estructura adicional que permite definir de manera intrínseca nociones de suavidad: tales como funciones y aplicaciones suaves, y desarrollar sobre estos espacios herramientas del cálculo diferencial.

Una variedad diferenciable puede identificarse localmente con conjuntos abiertos de un espacio euclídeo, aunque dicha identificación no necesariamente se extiende de manera global. Esta descripción local posibilita la extensión del análisis matemático en varias variables a un amplio conjunto de espacios geométricos.

A lo largo del curso se introducen y estudian las herramientas básicas de la geometría diferencial, culminando con la noción de volumen en variedades. Las variedades diferenciables desempeñan un papel central en la modelización matemática de fenómenos que pueden describirse de manera local, pero no global, mediante parámetros, y aparecen de forma natural en diversas áreas de la matemática y sus aplicaciones.

El objetivo de esta asignatura es que el/la estudiante adquiera los conceptos y técnicas básicas que le permitan abordar y resolver problemas geométricos. Asimismo, se busca fomentar el desarrollo de la intuición geométrica, junto con la comprensión de la necesidad de la precisión en el uso del lenguaje y del rigor en la justificación de las afirmaciones matemáticas. Al mismo tiempo, la materia tiene como propósito brindar una base sólida que prepare al/la estudiante para encarar cursos más especializados en geometría y para la lectura y comprensión de trabajos científicos en el área.

En particular, se espera que el/la estudiante logre:

-] Comprender y utilizar adecuadamente el lenguaje matemático propio de la asignatura.
-] Desarrollar destreza en la aplicación de las técnicas del cálculo diferencial.
-] Establecer relaciones entre los conceptos matemáticos introducidos y aplicarlos en distintos contextos.
-] Comprender en detalle los resultados fundamentales de la materia y ser capaz de reproducirlos y explicarlos de manera oral y escrita.
-] Adquirir familiaridad con el enfoque y las herramientas básicas de la geometría diferencial que resultan necesarias para estudios posteriores y para el acceso a literatura especializada.
-] Desarrollar la capacidad de razonamiento abstracto y de trabajo autónomo con definiciones, ejemplos y demostraciones.

CONTENIDO

Unidad 1: Variedades diferenciables y su fibrado tangente.

Variedades diferenciables (Ejemplos). Funciones diferenciables. Vectores tangentes. Espacio tangente de una variedad en un punto. Base de vectores coordenados. Velocidad de una curva. La diferencial de una función y su matriz respecto de bases de vectores coordenados. La regla de la cadena. Estructura diferenciable del espacio tangente. Particiones de la unidad.

Unidad 2: Subvariedades.
Subvariedades incrustadas (Ejemplos). Teorema de la Función Inversa. Funciones independientes en un punto de una variedad. Condiciones necesarias o suficientes para que funciones en un abierto de una variedad sean parte de un sistema coordenado, o para que algunas de ellas formen un sistema coordenado. Lema de factorización. Rebanadas. Forma local de una inmersión. Extensión de funciones diferenciables definidas en una subvariedad. Teorema de la subvariedad implícita. Submersiones.

Unidad 3: Campos vectoriales diferenciables
Extensión local de un campo a lo largo de una inmersión. Curvas integrales de un campo vectorial. Dependencia diferenciable de los valores iniciales. Flujo local y grupo local monoparamétrico asociado a un campo. Campos vectoriales completos. El corchete de Lie de campos vectoriales. La derivada de Lie de un campo vectorial. Condición para la existencia de un sistema de coordenadas cuyos campos asociados coincidan con campos vectoriales dados. Grupos de Lie (Ejemplos). Álgebra de Lie de un grupo de Lie.

Unidad 4: Formas diferenciables
Funciones multilineales alternantes. Producto exterior. Formas diferenciales. La derivada exterior de formas diferenciales. Formas diferenciales cerradas o exactas. Pull-back de formas diferenciales.

Unidad 5: Distribuciones Suaves
Distribuciones integrables. Distribuciones involutivas. Teorema de Frobenius local. Teorema de Frobenius global. Subvariedad integral maximal. Lema de factorización para subvariedades integrables. Subgrupos de Lie.

Unidad 6: Integración sobre variedades
Orientación de espacios vectoriales de dimensión finita. Variedades orientables u orientadas. Integración en variedades. Teorema de Stokes.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
-] John M. Lee: Introduction to Smooth Manifolds. Graduate Texts in Mathematics 218. Second Edition. Springer Science+Business Media New York (2012)

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
-] William M. Boothby: An Introduction to Differentiable Manifolds and Riemannian Geometry. Pure and Applied Mathematics 63. Second Edition. Academic Press (An imprint of Elsevier Science) USA (2003)
-] Claudio Gorodski: Smooth Manifolds. Compact Textbooks in Mathematics, Springer Nature Switzerland AG (2020)
-] Yozo Matsushima: Differentiable Manifolds. Pure and Applied Mathematics 9. Marcel Dekker New York (1972)
-] Michael Spivak: A Comprehensive Introduction to Differential Geometry. Volume 1. Third Edition. Publish or Perish inc. Texas (1999)
-] Loring W. Tu: An Introduction to Manifolds. Universitext. Second Edition. Springer-Verlag New York (2008)
-] Frank W. Warner: Foundations of differentiable manifolds and Lie groups. Graduate Texts in Mathematics 94. Springer New York (1983)

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
La asignatura contará con dos evaluaciones parciales, cada una de las cuales dispondrá de una instancia de recuperación.

El examen final constará de una evaluación escrita sobre contenidos teórico-prácticos y de una evaluación oral orientada a la exposición y discusión de los aspectos teóricos fundamentales de la materia.

REGULARIDAD

Para obtener la condición de regularidad, se deberán cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

-] Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
-] Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes instancias de recuperación.

Los/as estudiantes comprendidos/as en el "Régimen de Excepciones" (estudiantes trabajadores/as y/o con personas a cargo) podrán ser eximidos/as del requisito de asistencia, previa presentación de la certificación correspondiente expedida por la Secretaría de Asuntos Estudiantiles.

PROMOCIÓN

Esta materia no tiene Promoción

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Inferencia Estadística	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Las ciencias experimentales (sea a través de experimentos científicos, tecnológicos, industriales, financieros, económicos, sociológicos, etc), las encuestas de opiniones, los estudios observacionales y la acumulación de bases de información, en pequeña o gran escala, producen conjuntos de datos (valores numéricos, vectoriales, series cronológicas o temporales, valores cualitativos, etc) que resultan de la realización de variables asociadas al fenómeno que se esté midiendo u observando, y cuyo análisis es el objetivo del estudio. Muchos ejemplos más surgen hoy a partir de imágenes digitales o satelitales, datos genéticos, reconocimientos de patrones, que involucran procesamiento y análisis de conjuntos de datos.
Al encontrarnos con conjuntos de datos es muy importante la visualización de los mismos a través del uso de algunas técnicas de análisis exploratorio que permiten la obtención de información, esencialmente permiten exhibir la forma en que se distribuyen o acomodan dichos datos. Para extraer toda la información útil desde los datos, se suma a las técnicas exploratorias lo que se llaman procedimientos inferenciales, que ven los datos como el resultado de variables en experimentos aleatorios. Para poder plantear tales procedimientos se debe modelar, en forma aproximada, la experiencia aleatoria con modelos matemáticos o probabilísticos, y a partir de allí tratar de ganar en el conocimiento del fenómeno en estudio.

En este curso la metodología inferencial se aboca a modelos paramétricos para representar los fenómenos en consideración, por lo cual las distribuciones que se utilizan en la modelación dependen de parámetros desconocidos. Los objetivos entonces se pueden resumir en:
a) inferir el valor desconocido de funcionales de los parámetros desconocidos que corresponden a la distribución subyacente desconocida de los datos (lo que se denomina estimación puntual);
b) inferir un conjunto de valores posibles para un funcional de los parámetros desconocidos;
c) elegir entre dos conjuntos posibles disjuntos donde debería pertenecer el funcional de los parámetros desconocidos (test de hipótesis).
A veces podría ocurrir que no se pudiera ni siquiera especular sobre la forma de la densidad de la variable aleatoria bajo estudio, pero eso correspondería a un tipo de inferencia que no se tratará en este curso.

La formulación de un modelo ante un fenómeno bajo estudio en general surge del intercambio con los especialistas en la disciplina. A partir de modelos tentativos o aproximados al fenómeno bajo estudio, se busca
(a) conceptualizar la estructura de los datos y los objetivos de estudio en forma más precisa para el problema de interés;
(b) derivar métodos para extracción de información útil de los datos y en particular, dar métodos que evalúen la generalización de los resultados o efectos observados en el conjunto de datos a una población más general de la cual se considera es obtenida la muestra observada;
(c) evaluar la "efectividad" de la propuesta metodológica estadística;
(d) evaluar, en términos de los propósitos o preguntas que se desea estudiar en el conjunto de datos, la bondad de los modelos como aproximaciones al mecanismo que genera los datos;
(e) arribar a otras descripciones o modelos alternativos que provean un mejor ajuste.

Objetivos
(i) Manejar los conceptos de modelos estadísticos, muestra, población e inferencia estadística.

(ii) Comprender las herramientas probabilísticas necesarias para el desarrollo de las tres procedimientos inferenciales planteados: estimadores puntuales, intervalos o conjuntos de confianza y test de hipótesis.

CONTENIDO

1 Conceptos Probabilísticos

Repaso Variables aleatorias, distribuciones, esperanza y varianza. Correlación.
Convergencia Estocástica: Introducción. Convergencia Casi Segura, en Probabilidad, en Distribución y en Media Cuadrática. Ley de los Grandes Números. Distribución normal multivariada. Teorema Central del Límite univariado y multivariado. Método delta univariado y multivariado. Esperanza y probabilidad condicional dado sigma-álgebra. Esperanza condicional como mejor aproximante en norma cuadrática. Mejor aproximante lineal.

2 Modelos Estadísticos

Datos y Modelos. Parametrización y parámetros. Estadísticos como funciones sobre el espacio muestral. Predicción. Suficiencia. Suficiencia Minimal. Completitud. Teorema de Basu. Estimadores Insesgados de mínima varianza. Teorema de Lehmann-Scheffe. Familias Exponenciales Propiedades.

3 Métodos de estimación

Ecuaciones de estimación: principios de extensión y plug-in. Estimadores de los momentos. Estimadores de mínimos cuadrados.Estimación por máxima verosimilitud. Familias exponenciales multiparamétricas. Cuestiones algorítmicas: método de Newton-Raphson y algoritmo EM.

4 Médidas de performance

Sesgo y varianza. Estimación insesgada y desigualdades de riesgo. Desigualdad de Información. Desigualdad de Rao-Crámer.

5 Test de hipótesis y regiones de confianza

Elementos del test de hipótesis. Elección de un test de hipótesis: Lema de Neyman-Pearson. Tests uniformemente más potentes y modelos con cociente de verosimlitud monótono. Cotas de confianza, intervalos y regiones. Dualidad entre regiones de confianza y tests. Cotas de confianzas uniformemente más eficaces. Intervalos de predicción. Procedimientos de cociente de verosimilitud.

6 Aproximaciones asintóticas

Consistencia. Normalidad asintótica y eficiencia de estimadores de máxima verosimilitud. Test de hipótesis y regiones de confianza de nivel asintótico.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Bickel, P.J. and Doksum, K.A. (2015) Mathematical Statistics. Basic Ideas and Selected Topics. Vol I - Second Edition. CRC Press - Taylor & Francis Groupl Chapman and Hall.

Casella, G. and Berger, R. L. (2001) Statistical Inference. Duxbury . USA.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Ferguson, T.S. (1967) Mathematical Statistics - A decision theoretic approach. Academic Press, New York.

Lehmann, E.L. and Romano, J.P. (2006) Testing statistical hypothesis. Springer. New York.

Li, B, and Babu, G. J. (2019) A graduate course on statistical inference. Springer Texts in Statistics.

Schervish, M.J. (1995) Theory of Statistics. Springer. New York.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

- Aprobar los dos parciales con nota 4 (cuatro) o más. Uno de los parciales tiene una instancia de recuperación.

- Examen final integrador, práctico y teórico.

REGULARIDAD

Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN

No hay régimen de promoción.

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Ingeniería del Software II	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

El curso introduce metodologías y técnicas avanzadas para la construcción de software confiable y seguro. Los temas tratados a lo largo del curso brindan el conocimiento fundamental y las herramientas para asegurar que el software que será parte de sistemas de alta complejidad, del cual pueden depender vidas humanas o respondan a misiones críticas, brinde un servicio correcto y efectivo.

Objetivos:
Al finalizar la materia los/as estudiantes estarán en condiciones de:
• comprender la problemática de los sistemas críticos (incluyendo sistemas concurrentes y de tiempo real) y los requerimientos fundamentales que estos deben satisfacer;
• elaborar modelos operacionales de estos tipos de modelos en lenguajes formales;
• expresar formalmente los requerimientos de estos sistemas complejos;
• seleccionar y manipular las herramientas y técnicas adecuadas para hacer los distintos tipos de análisis y verificación de modelos y especificaciones;
• comprender los fundamentos matemáticos y algorítmicos detrás de las distintas herramientas de análisis y verificación.

CONTENIDO

1. El problema de la corrección del software

(1) Definición de sistemas críticos, (2) Limitaciones del testing y la simulación, (3) Discusiones sobre verificación.

2. Programación concurrente

(1) Definición de sistemas reactivos, (2) Interacción entre procesos, (3) Los problemas de la concurrencia, (4) Semántica de los programas concurrentes, (5) Interleaving y no determinismo, (6) Razonamiento sobre programas concurrentes, (7) La necesidad de abstraer para modelar, (8) El lenguaje de modelado FSP: sintaxis y semántica, (9) La herramienta LTSA.

3. Sincronización de procesos concurrentes

(1) Recursos compartidos: interferencia y exclusión mutua, (2) Detección de errores, (3) Monitores, sincronización condicional e invariantes del monitor, (4) Semáforos y su invariante, (5) Buffers acotados, (6) Bisimulación como equivalencia de procesos, (7) Comunicación mediante pasaje de mensajes, (8) Pasaje sincrónico de mensajes, (9) Recepción selectiva, (10) Pasaje asincrónico de mensajes, (11) Rendezvous. (12)

Transacciones distribuidas.

4. **Propiedades de los sistemas concurrentes**

(1) Categorías de propiedades: alcanzabilidad, safety, liveness, y fairness, (2) Necesidad de la categorización de propiedades, (3) Propiedades como conjuntos de trazas, (4) Lenguajes ω-regulares, (5) Formalización de las propiedades de safety y liveness, (6) Otras propiedades, (7) Análisis automatizado de propiedades usando FSP: deadlock, safety y liveness.

5. **Lógicas temporales**

(1) Limitaciones de los métodos previos y de las lógicas usuales, (2) Lógicas modales, (3) Introducción a las lógicas temporales, (4) La lógica temporal lineal LTL, (5) Sintaxis y semántica,(6) Operadores derivados y leyes, (7) Especificación de propiedades con LTL: Safety y Liveness, (8) Fairness: incondicional, débil y fuerte, (9) Otros tipos propiedades en LTL.

6. **Model checking**

(1) El modelo de un sistema, (2) Autómatas de Büchi: definición y uso para presentar programas y propiedades, (3) Model Checking de propiedades LTL con enfoque en la teoría de autómatas, (4) Herramientas de model checking, (5) El model checking de propiedades descritas en LTL Spin, (6) Promela: modelado y análisis, (7) El model checker de propiedades descritas en CTL (computational tree logic) SMV, (8) El model checker de propiedades de tiempo Uppaal, (9) Otros model checkers.

7. **Especificaciones de sistemas**

(1) Características de los lenguajes de especificación, (2) Las lógicas como lenguajes de especificación, (3) Lógica proposicional: Sintaxis, semántica y poder expresivo, (4) SAT solving en la lógica proposicional: ventajas y desventajas, (5) Lógica de primer orden: Sintaxis, semántica y poder expresivo, (6) SAT solving en la lógica de primer orden, (7) El álgebra relacional. Sintaxis, Semántica y Axiomas.

8. **El lenguaje de especificación Alloy**

(1) Sintaxis del lenguaje Alloy, (2) Características de Alloy, (3) Uso de Alloy para la resolución de problemas con restricciones (constraint solving), (4) Modelos de ejecuciones, (5) Uso de Alloy para verificar refinamientos, (6) Análisis de especificaciones en Alloy: Cotas, cuantificadores no acotados, axiomas de generación.

9. **Algoritmos para verificar satisfactibilidad en lógica proposicional**

(1) Algoritmos simples: Tablas de verdad y argumentos semánticos, (2) Algoritmos avanzados, (3) Tablas de verdad revisadas, (4) Conversión a forma normal conjuntiva, (5) Regla de resolución clausal, (6) Propagación de restricciones booleanas, (7) El algoritmo de Davis, Putnam, Logemann & Loveland, (8) Cláusulas de Horn, (9) Linealidad de la resolución en la lógica de Horn, (10) La lógica de Horn como base de la programación lógica y los demostradores automáticos de teoremas.

10. **Testing**

(1) Definición del testing basado en modelos, (2) Testing con modelos formales, (3) El proceso de testing formal, (4) Conformidad corrección y exhaustividad, (5) La teoría de conformidad de testing basada en entradas y salidas (ioco: Input/Output Conformance Testing), (6) Extensión con tiempo y canales de la teoría ioco, (7)

Definición de cubrimiento semántico.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

[1] J. Magee y J. Kramer. Concurrency: State Models & Java Programs, 2nd edition. Wiley 2006.
[2] C. Baier y J.-P. Katoen. Principles of Model Checking. MIT Press, 2008.
[3] D. Jackson. Software Abstractions: Logic, Language, and Analysis (Revised Edition). MIT Press, 2011.
[4] A.R. Bradley y Z. Manna. The Calculus of Computation: Decision Procedures with Applications to Verification. Springer, 2007.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

[5] A. Biere, M. Heule, H. van Maaren, y T. Walsh (eds.) Handbook of Satisfiability. 2nd ed. IOS Press, 2021.
[6] G. J. Holzmann. The SPIN Model Checker: Primer and Reference Manual. Addison-Wesley, 2003.
[7] B. Alpern y F. Scneider. Defining Liveness. Information Processing Letter 21:181-185. 1985
[8] B. Alpern y F. Scneider. Recognizing Safety and Liveness. Distributed Computing 2 (3): 117-126. 1987.
[9] B. Berard, M. Bidoit, A. Finkel, F. Laroussinie, A. Petit, L. Petrucci, P. Schnoebelen. Systems and Software Verification Model-Checking Techniques and Tools. Springer, 2001.
[10] E.M. Clarke, O. Grumberg, D. Peled. Model Checking. MIT Press, 1999.
[11] P. Jalote. An Integrated Approach to Software Engineering, Third Edition. Springer. 2005.
[12] M. Müller-Olm, D. Schmidt, B. Steffen. Model Checking: A Tutorial Introduction. En A. Cortesi, G. Filé (Eds.), Procs. Of SAS'99, LNCS 1694, pp. 330-354. Springer 1999.
[13] J. Tretmans. A formal Approach to Conformance Testing. PhD Thesis. Univeristeit Twente, The Netherlands, 1992.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La dependencia de las distintas unidades se organiza según la Fig. 1. Las líneas sólidas indican una dependencia necesaria entre las unidades dado que la mayoría de los temas que comprenden la unidad requieren conocimiento de los temas enseñados en las unidades de las cuales dependen. Las líneas de punto, en cambio señalan una dependencia recomendada, en el sentido de que la enseñanza de los temas de dicha unidad se verían facilitados si ciertos conceptos previos ya fueron expuestos.

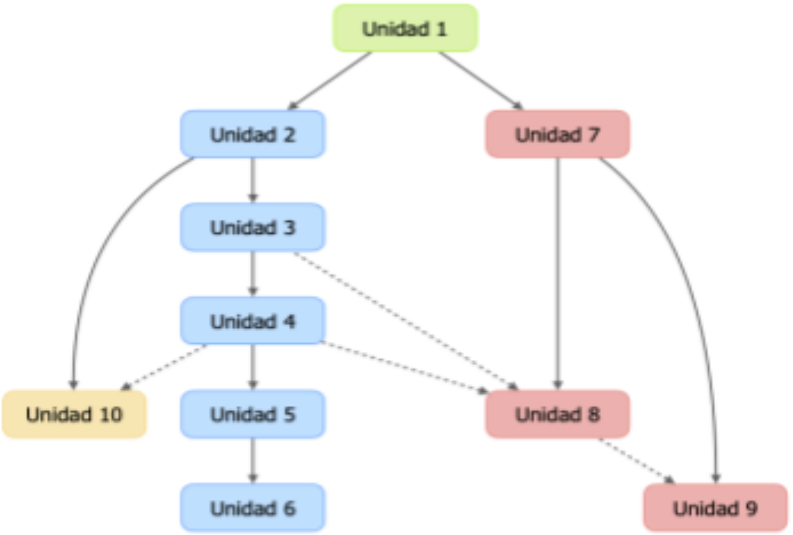

Fig. 1: Dependencia entre las distintas unidades de la materia

Los colores indican grupos temáticos. La primera unidad corresponde a los temas introductorios y es más bien descriptiva de lo que transcurrirá a lo largo del curso. Las Unidades 2 a 6 (en celeste) corresponden a la primera parte de la materia y agrupa lo que corresponde al modelado, análisis y fundamentos comprendiendo a los sistemas de forma operacional. Esta parte agrupa poco más de la mitad del contenido de la materia y es la que se evalúa en el primer parcial. Las Unidades 7 a 9 (en rosado) corresponden al modelado, análisis y fundamentos comprendiendo a los sistemas y sus requerimientos en forma declarativa, es la que se dicta en la segunda parte de la materia y normalmente se evalúa en el segundo parcial. La Unidad 10 (en amarillo) se enfoca en testing basado en modelos operacionales y es la unidad que usualmente queda excluida del dictado normal de la materia por cuestiones de tiempo. Esto no afecta a los contenidos de la carrera ya que esta unidad presenta una visión más específica de conceptos básicos que ya fueron expuestos en la materia de Ingeniería del Software I pero también se trabajaron de manera menos sistemática en casi todas las materias que incluyen un laboratorio.
El dictado de la materia se organiza en teóricos y prácticos, destinando aproximadamente 60 horas al primero y 60 horas al segundo. En cada clase, usualmente, se utilizan las dos primeras horas para el teórico y las dos horas restantes para el práctico. El teórico se dicta mayormente con un programa de presentación multimedia complementado con el uso del pizarrón. Se fomenta la interacción durante las clases buscando que los/as estudiantes puedan ir descubriendo, o al menos intuyendo por sí mismos/as las soluciones a las problemáticas que presentan los distintos temas. Por otro lado, los prácticos tienen como objetivo la consolidación de los temas aprendidos en el teórico a través de la resolución de problemas presentados en guías de ejercicios prácticos. Se espera que los/as estudiantes resuelvan los problemas mayormente de manera autónoma y utilicen el tiempo del práctico para resolver consultas. Estas consultas pueden ser respondidas personalmente o también a través de la elaboración de soluciones de ejercicios paradigmáticos en el pizarrón y con la colaboración de toda la clase.
El trabajo práctico de la materia se realiza en grupo y es un trabajo de investigación integral que comprende el desarrollo de un breve manuscrito asociado y una

presentación oral, que se complementa con las actividades de la materia y orientan a la consolidación de la elaboración y diseminación de trabajos de investigación y desarrollo en el área. Las consultas necesarias para la elaboración del trabajo práctico también se efectúan en el horario del práctico.
Destacamos que la materia hace uso del Aula Virtual, donde se encuentra disponible todo el material necesario para el desarrollo de la materia. Esto incluye: las presentaciones multimedia de cada unidad y las de presentación y explicación del trabajo práctico, las guías de ejercicios prácticos, la bibliografía utilizada incluyendo links en los casos que el material es de público acceso, las herramientas de software utilizadas (tanto LTSA y ALLOY, utilizadas respectivamente en la primera y segunda parte de la materia, como todas las herramientas de software que serán objeto de estudio en el trabajo práctico), las grabaciones de cada clase teórica para poder ser accedida por estudiantes en caso de ausencia a la clase, además de información administrativa, como el programa de la materia, cronograma con fechas importantes del curso (exámenes, entregas, etc) y las condiciones de promoción y regularidad.
Además, el aula virtual provee un foro para anuncios generales de la materia y otro foro para consultas e interacción entre estudiantes (para esto último también hay habilitado un canal de Zulip). Finalmente, el Aula Virtual también provee el marco para seguimientos y entregas del trabajo práctico. Por todo esto, es importante que los/as alumnos/as mantengan activos sus correos electrónicos dado que las comunicaciones de los foros se reenvían a través de email.
En la materia se alienta a que las consultas que corresponden a la resolución de problemas y a la comprensión de los distintos temas se haga de forma pública, sea esto en clases o a través de los foros de consulta. Esta metodología permite enriquecer el aprendizaje del grupo de estudiantes ya sea porque ellos/as mismos/as son quienes realizan las consultas o porque las consultas pueden despertar nuevas dudas que de otra manera no hubieran surgido a término.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

La materia consta de dos evaluaciones parciales y la elaboración de un trabajo práctico con múltiples instancias de evaluación.
El trabajo práctico, determinante para la obtención de la regularidad, es un trabajo de investigación integral que comprende el desarrollo de un breve manuscrito asociado y una presentación oral, que se complementa con las actividades de la materia y orientan a la consolidación de la elaboración y diseminación de trabajos de investigación y desarrollo en el área.
Las dos evaluaciones parciales complementan al trabajo práctico en lo que respecta a la promoción de la materia

REGULARIDAD

- Aprobar al menos el 60% de los trabajos prácticos o de laboratorio.

PROMOCIÓN

- Aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).
- Aprobar todos los trabajos prácticos.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Introducción a la Atmósfera	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Hidrometeorología	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 60 horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Introducir los conceptos físicos-químicos relacionados con la Atmósfera. Adquirir conocimientos de los fenómenos físicos que ocurren en la atmósfera terrestre, abarcando las distintas escalas espacio-temporales. Sentar las bases para posteriores estudios de los procesos dinámicos, termodinámicos, meteorológicos y radiativos que se producen en la atmósfera y su relación con el clima, pronóstico y sensado remoto.

CONTENIDO

Componentes del sistema Tierra

Los océanos. La criósfera. La biósfera terrestre. Corteza y manto terrestre.

Meteorología

Definición de Meteorología. Variables meteorológicas. Tiempo y Clima. Escalas de los fenómenos atmosféricos. Movimientos del planeta y Estaciones anuales. Sistema climático. Historia de la Meteorología.

Atmósfera terrestre

Conceptos de Presión y densidad. Presión y densidad del aire: comportamiento con la altura. Composición de la atmósfera. Gases permanentes. Gases variables. Origen de la atmósfera. Estructura vertical de la atmósfera. Descripción de las capas de la atmósfera. Celdas de circulación. Ozono Estratosférico.

Transferencia de energía

Mecanismos de transferencia de energía. Calor y temperatura. Calor específico. Calor Latente. Conducción y Convección. Radiación. Ondas y Espectro electromagnético. Comportamiento de los gases atmosféricos frente a la radiación solar y terrestre: absorción, transmisión y dispersión. Efecto invernadero. Balance radiativo: solar y terrestre. Variaciones de temperatura en el planeta.

El agua en la atmósfera

El agua en la atmósfera: vapor, líquido, sólido. Cambios de estado. Humedad: definición y medición. Formación y desarrollo de una nube. Clasificación de nubes. Balance de agua en la superficie terrestre, en la atmósfera, y en el sistema tierra-agua.

Masas de aire y frentes

Masas de aire, tormenta, definición. Clasificaciones de las masas de aire y tormentas. Considerando el mecanismo iniciador. Considerando la estructura interna. Tipos de frentes y características.

Clima

Definición de variabilidad climática, cambio climático y sus diferencias. Fenómeno del Niño. Comportamiento en atmósfera y océano.

Impacto de la actividad humana

Interacción nubes-aerosoles. Modificación de la atmósfera. Contaminación atmosférica.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

● Atmospheric Physics. J.V. Iribarne and H. R. Cho. 1980. D. Reidel Publishing Company.
● Termodinámica de la atmósfera. J.V. Iribarne. 1964. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
● A short course in cloud physics. A. A. Rogers and M. K. Yau. 1989. Pergamon Press.
● Salby M.L. Fundamentals of Atmospheric Physics. Academic Press. 1996
● Wallace J.M. – Hobbs P.V. Atmospheric Science an Introductory Survey. Academic Press. 2006.
● Martínez Herranz, Isidoro (2010). Termodinámica de la atmósfera. "IAA. Ingeniería aeronáutica y astronáutica". ISSN 0020-1006.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Dos evaluaciones parciales, teniendo una instancia recuperatoria para cualquiera de ellas.
El examen final es escrito sobre contenidos teórico-prácticos. La evaluación podrá será complementada por un examen oral.

REGULARIDAD

1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Introducción a la Física	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 1° cuatrimestre / Redictado: 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física, Profesorado en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas (Lic. en Astronomía, Lic. en Física y Lic. en Matemática) / 135 horas (Prof. en Física)

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El curso se orienta a iniciar al/a la estudiante en el método de abordaje de los problemas de la Física. El objeto de estudio es la cinemática de cuerpos puntuales, pero paralelamente se introducen herramientas elementales del cálculo vectorial y del cálculo diferencial e integral, necesarias para describir las magnitudes físicas posición, velocidad y aceleración. Se espera que el/la estudiante aprenda a resolver problemas sencillos de Cinemática, interpretando correctamente sus enunciados, trabajando con diferentes tipos de representaciones (verbal y gráfica, entre otras) de los datos y resultados y formalizando su descripción matemática. Se pretende que el/la estudiante aprenda a participar del diálogo pedagógico que se genera en cada clase y que obtenga la formación necesaria para abordar el curso de Mecánica elemental que se ofrece en el siguiente cuatrimestre.

CONTENIDO

1.- Funciones de movimiento

Relación entre posición y tiempo. Función de movimiento en una dimensión. Continuidad de la función de movimiento. Representación gráfica. Ejemplos de funciones de movimiento. Función constante, lineal y cuadrática. Funciones trigonométricas. Representación gráfica de funciones.

2.- Velocidad de un cuerpo

Caracterización de la rapidez del movimiento. Velocidad media entre dos instantes de tiempo. Análisis del movimiento para intervalos de tiempo "pequeños". Concepto de límite. Velocidad instantánea. Definición de derivada. Reglas de derivación. Derivadas de funciones simples. Ejemplos. La función derivada. Puntos críticos. Máximos; mínimos y puntos de inflexión. Ejemplos.

3.- Aceleración de un cuerpo

La velocidad en función del tiempo. Variación de la velocidad. Aceleración del movimiento. Derivada segunda. Ejemplos. Análisis de funciones de movimiento. Ejemplos de movimientos acelerados. Relación entre aceleración, velocidad y función de movimiento. Integración de las funciones de movimiento.

4.- Cinemática en dos dimensiones

Localización de un cuerpo puntual en el plano. Sistema de coordenadas cartesianas ortogonales. Distancia al origen. Distancia entre dos puntos. Funciones de movimiento. Trayectoria. Ejemplos. Interpretación de gráficos. Encuentro de móviles en el plano. Desplazamiento y camino recorrido

5.- Vectores

Vectores en el plano. Descomposición de vectores. Versores ortogonales. Bases en el plano. Componentes. Suma de vectores. Regla del paralelogramo.

6.- Vectores posición, velocidad y aceleración

Vector posición. Función vectorial del movimiento. Vector velocidad media. Velocidad vectorial instantánea. Derivada de un vector. Significado del módulo, dirección y sentido del vector

velocidad. Aceleración instantánea. Aceleración tangencial y normal. Ejemplos. Relación entre las funciones vectoriales aceleración, velocidad y vector posición de un cuerpo. Ejemplo de aplicación: trayectoria de un proyectil. Movimiento con aceleración constante. Alcance del proyectil.

7.- Movimiento circular

Sistema de coordenadas polares. Relación entre coordenadas cartesianas y polares. Distancia entre dos puntos del plano en coordenadas polares. Descripción de movimientos en coordenadas polares. Movimiento circular. Velocidad angular, aceleración angular. Descomposición de la aceleración en componentes normal y paralela a la trayectoria. Problemas de encuentro en movimiento circular.

8.- Transformaciones de Galileo

Cambio de coordenadas. Traslación del origen de coordenadas. Composición de movimientos. Transformaciones de Galileo. Teorema de adición de las velocidades. Velocidad relativa. Aceleración relativa.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

INTRODUCCION A LA MECÁNICA NEWTONIANA (Revisión Julio de 2022). Alberto Wolfenson, Jorge Trincavelli, Pablo Serra

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- FÍSICA: Resnick, R. Halliday, D. , Krane, K. Tomo 1. Compañía Editorial Continental, 2001.
- FÍSICA UNIVERSITARIA: Sear F. W. - Zemansky, M. W., Young Hugh D. Adisson - Wesley Iberoamericana, 6ta. Edición Wilmington, Delaware, E.U.A. 1988.
- FÍSICA: Seerway, Raymound A, Tomo 1. 3ra. Edición. Mc. Graw - Hill. México 1993.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

En el transcurso del cuatrimestre se tomarán 2 (dos) evaluaciones parciales. Se podrá recuperar una de las evaluaciones parciales.
Para aprobar la materia el/la estudiante deberá rendir un examen escrito. En caso en que el tribunal considere necesario el examen escrito se complementará con una instancia oral.

REGULARIDAD

1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Introducción a los Algoritmos	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 1° cuatrimestre / Redictado: 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

Introducción a los Algoritmos es la primera materia de la Licenciatura en Ciencias de la Computación directamente relacionada con la programación. Se busca que el/la estudiante pueda adquirir por un lado cierta familiaridad en la manipulación de un lenguaje formal, comenzando con la aritmética y continuando con un lenguaje de programación funcional, lógica proposicional y lógica de primer orden; y por el otro, comprender a los programas como un objeto formal, con una sintaxis y semántica bien definida, cuyo comportamiento puede describirse rigurosamente. Como paradigma de programación que atraviesa estos contenidos se elige el paradigma funcional, debido a la simplicidad de su sintaxis.

Los objetivos que se buscan en esta materia son que el/la estudiante adquiera:
- capacidad de análisis de problemas
- formalización a soluciones de problemas
- manipulación de expresiones formales
- pruebas de corrección de expresiones formales
- familiaridad con conceptos básicos de programación.

CONTENIDO

1. Introducción

Historia de la Computación. Software libre.
Introducción a la metodología de trabajo con expresiones aritméticas. Precedencia y tipado. Validez y satisfacibilidad. Funciones.

2. Introducción a la programación funcional

Formalismo básico. Números naturales.
Tuplas. Listas, constructores y operadores, propiedades. Modelo computacional. Diseño de programas recursivos. Demostraciones por inducción.

3. Semántica de la lógica proposicional

Operadores Booleanos. Tablas de Verdad. Equivalencia, disyunción, conjunción, implicación, negación, discrepancia. Representación del conocimiento en lógica proposicional. Introducción al análisis de razonamientos.

4. Cálculo proposicional

Estructura de las pruebas formales. Axioma y teoremas. Propiedades de la lógica proposicional. Demostraciones: Equivalencia, disyunción, conjunción, implicación,

negación, discrepancia.

5. **Cálculo de predicados**

Noción de predicado. Cuantificador universal. Cuantificador existencial. Enfoque semántico (interpretación) y enfoque sintáctico (leyes). Demostraciones.

6. **Especificaciones**

Representación del conocimiento en lógica de predicados. Concepto de especificación formal de un problema. Ejemplos y resolución de problemas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- *Cálculo de Programas*, J. Blanco, D. Barsotti, S. Smith, 2009.
- *Discrete Mathematics Using a Computer*, John O'Donnell, Cordelia Hall and Rex Page. 2nd Edition, Published by Springer, 2006. Versión traducida al español 2015.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Material de Estudio. Acosta, Cherini, Losano, Pagano, 2014.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Los contenidos del programa se presentan a los/as estudiantes organizados en cuatro guías de trabajo. Estos materiales didácticos contienen junto a los ejercicios y problemas, material de lectura relevante a los temas a trabajar que sirve como resumen y repaso de los contenidos que abordan. Los contenidos cubiertos en las dos primeras guías son evaluados en el primer parcial, mientras que los contenidos de las dos últimas guías son el foco del segundo parcial. De todas formas, por la naturaleza de los contenidos dados, cada guía construye sobre los contenidos de las anteriores. Los temas cubiertos en las diferentes guías son los siguientes:
Guía 1: noción de algoritmo, diferencias entre algoritmo e implementación, tipos de datos, funciones, composición de funciones, funciones por casos, tuplas.
Guía 2: listas, tipos de listas, tipos complejos, tipos polimórficos, recursión, funciones de tipo map, filter y fold, inducción, demostración de propiedades.
Guia 3: la lógica proposicional, satisfacción y validez, tablas de verdad, el tipo Bool, funciones booleanas, cálculo proposicional.
Guia 4: la lógica de predicados, cálculo de predicados, especificación de funciones, propiedades de listas, verificación.
La gran mayoría de las clases se desarrollan en formato teórico práctico, donde los contenidos son presentados gradualmente e inmediatamente ejemplificados con ejercicios y problemas. Los puntos de las guías están organizados de acuerdo a su complejidad, de forma que los/as alumnos/as pueden realizar fácilmente los primeros, que sirven como ejemplos de los contenidos presentados, para luego pasar a ejercicios y problemas más complejos. Se promueve el trabajo en grupo (e.g., de a dos estudiantes, trabajando en una computadora), y las soluciones obtenidas se comparten y discuten luego con toda la clase. Antes de los parciales se organizan clases puramente prácticas y de consulta, para afianzar los contenidos que serán evaluados. Nunca se presentan contenidos nuevos la clase anterior a la evaluación, que siempre se dedica a ejercitación y consultas.
La materia se desarrolla en comisiones presenciales y comisiones virtuales, de presencialidad remota sincrónica, de acuerdo a lo establecido por la OHCS 8/22.

La asignatura cuenta además con un Aula Virtual en la plataforma Moodle donde se pone a disposición del estudiantado los diferentes materiales didácticos (guías de trabajo, bibliografía y material de lectura adicional, que puede utilizarse para completar los temas presentados durante las clases). El Aula Virtual cuenta también con un foro de consultas abierto al estudiantado de todas las comisiones, es decir las consultas de los/as alumnos/as, y respuestas de los/as profesores/as son accesibles a todos/as. Finalmente, en la plataforma Moodle los/as docentes comparten videos con resolución de ejercicios puntuales, así como la grabación de las clases dictadas por las comisiones virtuales. Estos videos son utilizados por muchos/as estudiantes (tanto de presencialidad física como remotal) como material de repaso y afianzamiento de contenidos.
Las comisiones virtuales implementan, además, grupos de chat específicos por comisión, como vías de comunicación adicionales entre pares, y entre docentes y estudiantes. Se crean dos grupos por comisión. Uno de los grupos es de bajo tráfico, y es utilizado principalmente por docentes para realizar anuncios importantes (e.g., nuevas guías, fechas de exámenes, etc.). El otro grupo es de alto tráfico, los/as docentes promueven el uso de este canal como extensión áulica y estimulan a los/as estudiantes a usar este medio para comunicar dudas, hacer preguntas, y discutir entre pares. Aquí, las intervenciones docentes atienden principalmente a realizar aclaraciones, o corrección de errores en las soluciones propuestas. También se comunican por este medio noticias interesantes sobre temas generales de Ciencias de la Computación.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

- Dos exámenes parciales escritos, presenciales, con sus respectivos recuperatorios.
- Examen final escrito.

REGULARIDAD

- Aprobar las dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN

- Aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).
- Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Investigación de Operaciones	**AÑO:** 2026
CARACTER: Optativa	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas.

ASIGNATURA: Investigación de Operaciones	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 Horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Este curso busca proveer a sus estudiantes herramientas para tomar decisiones en sistemas empresariales complejos y cambiantes, en donde las técnicas de Investigación Operativa juegan un rol preponderante. Se espera que el/la estudiante desarrolle criterios de optimización, habilidades de modelización y capacidad de análisis de resultados. Particularmente, se persiguen los objetivos de introducir y familiarizar a los/as estudiantes en la metodología para la toma de decisiones empresariales, en la formulación de modelos decisorios lineales y de problemas con variables de decisión discretas.

CONTENIDO

Unidad 1. Programación lineal

Ejemplos de problemas de programación lineal. Forma standard. Soluciones básicas y soluciones factibles. Teorema fundamental de la programación lineal. Dualidad, teorema de la dualidad. Teorema de la holgura complementaria. Algoritmo simplex. Algoritmo dual. Algoritmo simplex revisado.

Unidad 2. Grafos y algoritmos

Grafos dirigidos y no dirigidos. Caminos y ciclos. Matriz de incidencia vértice-rama. Grafos bipartitos. Árboles y forestas. Grafos planares. Tabla de Adyacencia. Algoritmo search. Caminos dirigidos de mínimo costo, método de programación dinámica.

Unidad 3. Programación lineal entera

Ejemplos: el problema de la mochila el problema de la carga fija, variables discretas, el problema de recortar el stock, scheduling, el problema de los cuatro colores, el problema del viajante. El método branch and bound. Aplicación de branch and bound para la resolución del problema de programación lineal entera. Aplicación de branch and bound para la resolución del problema del viajante.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Bertsimas, D., Tsitsiklis, J., Introduction to Linear Programming Optimization, Dynamic Ideas & Athena Scientific, 1997.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Winston, W.L., Operations research : applications and algorithms, Belmont, California : Duxbury, 1994.

Gill,P.,Murray,W.,Wright,M., Numerical Linear Algebra and Optimization, Adisson Wesley, 1991.

Luemberger,D.,Linear and Nonlinear Programming, Adisson Wesley, 1984.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Las evaluaciones parciales constarán de contenidos teórico-prácticos. Se realizarán dos (2) evaluaciones parciales, pudiendo ser recuperada (1) una de ellas.
El trabajo práctico consistirá en la presentación de un proyecto, para el cual se deberá elaborar un informe y exponer el mismo durante la última semana de clase.
El examen final constará de una evaluación escrita y computacional con contenidos teóricos y prácticos.

REGULARIDAD

Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.
Aprobar el trabajo práctico.

PROMOCIÓN

Sin régimen de promoción.

CORRELATIVIDADES

Para Cursar:
REGULARIZADA: Análisis Numérico
APROBADA: Álgebra y Análisis Matemático II
Para rendir:
APROBADA: Análisis Numérico

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Laboratorio de Óptica Astronómica	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Esta materia de laboratorio orientada para futuros/as astrónomos/as tiene como objetivo proporcionar una formación experimental que permita a los/as estudiantes desarrollar habilidades en la manipulación de sistemas ópticos y en la interpretación de fenómenos físicos relacionados con la propagación de la luz. La óptica aplicada a la astronomía es fundamental para la comprensión y el diseño de los instrumentos ópticos utilizados en la observación del universo. La interacción de la luz con distintos materiales, las leyes de la reflexión y refracción, así como los efectos de difracción e interferencia, son esenciales para interpretar imágenes astronómicas y mejorar la calidad de los datos obtenidos con los nuevos avances tecnológicos en los instrumentos astronómicos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:
Comprender la naturaleza ondulatoria de la luz y su interacción con diferentes medios a través de experimentos de interferencia, difracción y polarización.
Explorar las propiedades de lentes y espejos, esenciales en el diseño de instrumentos astronómicos como telescopios y espectrómetros.
Aplicar principios de la óptica geométrica para la caracterización de sistemas ópticos, incluyendo la medición de distancias focales y aberraciones.
Fomentar el desarrollo de habilidades experimentales y analíticas, mediante la recolección, análisis e interpretación de datos ópticos.
Desarrollar competencias en la elaboración de informes científicos, preparando a los/as estudiantes para la comunicación efectiva de resultados en el ámbito académico y profesional.

CONTENIDO

Laboratorio 1: Calibración sensores de luz

La precisión en la detección de la luz es fundamental para descifrar los misterios del universo. En este laboratorio, aprenderemos a calibrar sensores de luz con la misma rigurosidad que un astrofísico ajustando los instrumentos de un telescopio espacial.
Objetivos:
Comprender el funcionamiento de los sensores de luz.
Evaluar la estabilidad de los sensores de luz y de la fuente láser.
Realizar la calibración precisa de los sensores de luz y la fuente láser.

Laboratorio 2: Onda estacionaria (tubo de Kundt y cuerda)

Comprender las ondas estacionarias es fundamental para múltiples áreas de la astronomía y astrofísica, desde la detección de exoplanetas hasta la observación de oscilaciones en estrellas de neutrones. En este laboratorio, exploraremos cómo se generan y comportan las ondas estacionarias en un medio mecánico controlado.
Objetivos:
Estudiar las ondas estacionarias en una cuerda tensa.
Calcular la densidad y la velocidad de propagación de una onda transversal en una cuerda tensa.
Verificar la relación entre la frecuencia de un modo de vibración, la tensión aplicada y la longitud de la cuerda.

Laboratorio 3: Índice de refracción, coeficientes de reflexión y transmisión, polarización y ángulo de Brewster.

La interacción de la luz con los materiales es clave para descifrar la información que nos llega del cosmos. En este laboratorio, exploraremos cómo la luz cambia de dirección al atravesar distintos medios, cómo se refleja y transmite, y cómo se polariza bajo ciertas condiciones.

Objetivos:

Determinar experimentalmente el índice de refracción relativo al aire (nA = 1) de sólidos transparentes mediante experimentos de refracción.

Medir el coeficiente de reflexión de intensidad del acrílico para luz linealmente polarizada, con estado de polarización paralelo y perpendicular al plano de reflexión.

Laboratorio 4: Polarización (Ley de Malus y Elipsometría)

En astronomía, podemos estudiar la luz reflejada en atmósferas de exoplanetas, donde la dispersión y absorción por moléculas generan patrones de polarización únicos. La radiación de discos de acreción alrededor de agujeros negros, cuya luz polarizada nos revela la dinámica extrema del entorno. La polarización de la luz es una herramienta clave para analizar estos misterios. En este laboratorio, estudiaremos cómo la interacción de la luz con distintos materiales nos permite obtener información crucial sobre la composición y propiedades de estos sistemas astrofísicos.

Objetivos:

Verificar experimentalmente la Ley de Malus.

Comprobar el efecto de retardadores sobre el estado de polarización.

Obtener propiedades ópticas de materiales birrefringentes.

Laboratorio 5: Óptica geométrica

Este laboratorio tiene como objetivo principal la caracterización experimental de los principios fundamentales de la óptica geométrica, específicamente la reflexión y refracción de la luz, y su aplicación en la construcción y análisis de instrumentos ópticos básicos utilizados en astronomía. Se busca que los estudiantes desarrollen habilidades en la medición precisa de parámetros ópticos, la aplicación de modelos teóricos y la interpretación de resultados experimentales.

Objetivos:

Determinar experimentalmente las distancias focales de lentes convergentes y divergentes utilizando métodos basados en la formación de imágenes y la aplicación de la fórmula de Gauss.

Analizar la validez del modelo de lentes delgadas y evaluar las incertidumbres asociadas a las mediciones

Construir y caracterizar experimentalmente instrumentos ópticos básicos como proyectores, lupas, telescopios y microscopios.

Analizar la formación de imágenes y determinar la magnificación transversal y angular de los instrumentos.

Evaluar la influencia de la distancia de acomodación del ojo en la observación con los instrumentos.

Caracterizar experimentalmente las aberraciones cromáticas, astigmatismo y distorsión en sistemas ópticos.

Laboratorio 6: Interferencia y difracción

En este laboratorio se tienen como objetivo principal la caracterización experimental de los fenómenos de interferencia y difracción de la luz, evidenciando su naturaleza ondulatoria y su relevancia en la instrumentación astronómica. Se busca que los/as estudiantes desarrollen habilidades en la medición precisa de parámetros ópticos, la aplicación de modelos teóricos y la interpretación de resultados experimentales.

Objetivos:

Replicar el experimento de Young utilizando una doble rendija y láseres de diferentes longitudes de onda.

Determinar experimentalmente la longitud de onda de los láseres mediante el análisis del patrón

de interferencia.
Analizar el patrón de difracción producido por rendijas múltiples y redes de difracción.
Determinar la densidad de líneas de las redes de difracción y el espesor de un cabello utilizando el fenómeno de difracción.
Explorar la aplicación de la difracción en la lectura de datos en CDs y DVDs.

Laboratorio 7: Interferómetro de Michelson - Efecto Fotoeléctrico - Microonda
Este laboratorio tiene como objetivo principal la exploración experimental de fenómenos fundamentales de la física moderna, incluyendo la interferencia de ondas de luz, la cuantización de la energía lumínica y las propiedades de las microondas. Se busca que los/as estudiantes desarrollen habilidades en la manipulación de instrumentos de precisión, la aplicación de modelos teóricos y la interpretación de resultados experimentales en el contexto de la astronomía.

Laboratorio 8: Laboratorios especiales Elección de un tema a investigar y desarrollar por el/la alumno/a
En este laboratorio representa una oportunidad para profundizar en el estudio de fenómenos ópticos avanzados, seleccionando un tema de investigación específico y desarrollando un proyecto experimental o teórico. Se busca que los/as estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos en laboratorios previos, desarrollen habilidades en la investigación independiente y comuniquen sus resultados de manera efectiva. Los temas propuestos abarcan una amplia gama de fenómenos ópticos, desde la formación de arcoíris hasta la interferometría de alta precisión, todos ellos con aplicaciones directas en la investigación astronómica.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
Hecht, E. (2017). Óptica. Pearson
Laboratory Experiments in Physics for Modern Astronomy . Leslie M. Golden 2013
Introduction to Aberrations in Optical Imaging Systems, Sasián, d. 2013, Cambridge University Press
Aberrations of Optical Systems, Welford, W. T. 1986, Taylor £ Francis.
Principles of Optics Born, M. y Wolf, E. 1991, Pergamon Press.
Light Ditehburn, R. W. 1976, Academic Press.
Introduction to Fourier Optics Goodman. 2004

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
Conforme al plan de estudios vigente, el curso debe ser aprobado exclusivamente por promoción. Los requisitos a cumplir para la aprobación son los siguientes:
- Asistencia al 80% de las clases.
- Realización y aprobación de todos los trabajos prácticos de laboratorio, con una nota no menor a 6 (seis) y un promedio de más de 7.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Lenguajes Formales y Computabilidad	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

Lograr que el/la estudiante maneje con madurez los siguientes conceptos:

• lenguajes libres de contexto
• máquinas de estado finito (autómatas a pila y máquinas de Turing)
• funciones recursivas, funciones computables y funciones Turing computables, y su equivalencia
• computabilidad efectiva y Tesis de Church
• conjuntos recursivamente enumerables y conjuntos recursivos
• el halting problem

Estos conceptos le permitirán acceder a ideas y habilidades fundamentales para el desempeño en la ciencia de la computación teórica.

CONTENIDO

1. **Gramáticas y Autómatas a pila**

Gramáticas libres de contexto. Lenguajes libres de contexto. Derivaciones lefmost. Autómatas a pila. Equivalencia de lenguajes aceptados por vaciamiento de pila y por alcance de estado final. Equivalencia entre los lenguajes libres de contexto y los lenguajes aceptados por autómatas a pila.

2. **Funciones Σ-recursivas**

Funciones Σ-mixtas. Identificación entre Σ* y ω para un orden total sobre Σ. Funciones Σ-recursivas y Σ-recursivas primitivas. Conjuntos Σ-recursivos y Σ-recursivos primitivos. Lema de división por casos. Iteración de funciones Σ-recursivas primitivas. Cuantificación acotada de predicados Σ-recursivos primitivos. Minimización acotada de predicados Σ-recursivos primitivos. Lema de independencia del alfabeto (sin demostración).

3. **Lenguaje S**

El lenguaje imperativo S asociado a un alfabeto finito Σ. Sintaxis y semántica. Macros. Funciones Σ-computables. Equivalencia entre funciones Σ-computables y Σ-recursivas. Forma normal de Kleene. El halting problem. Caracterización de los conjuntos Σ-recursivamente enumerables.

4. **Máquinas de Turing**

Máquinas de Turing. Lenguaje aceptado por una máquina de Turing (por detención y por alcance de estado final). Equivalencia entre funciones Σ-Turing computables y Σ-recursivas y entre lenguajes Σ-recursivamente enumerables y lenguajes aceptados

por máquinas de Turing.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Apunte de la materia por Diego Vaggione (2025)
- Hopcroft, John E., et al. Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, 3rd Edition. United Kingdom, Pearson/Addison Wesley, 2006.
- Soare, Robert I.. Turing Computability: Theory and Applications. Germany, Springer Berlin Heidelberg, 2016.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Las clases son teórico-prácticas. Se alterna entre la exposición, a cargo de docentes, de desarrollos teóricos, con momentos para la discusión y resolución ejercicios y problemas relevantes al tema. Los contenidos de la materia están desarrollados en una secuencia de 9 guías teórico-prácticas. Contienen definiciones, teoremas, ejercicios y problemas, de manera que la/el estudiante al seguir la secuencia va madurando y afianzando incrementalmente todos los conceptos de la materia. Paralelamente, está disponible el apunte de la cátedra, el cual es más abarcativo que las guías, si bien completamente compatible con éstas. Tanto el apunte como las guías están disponibles online en el Aula Virtual y son actualizados permanentemente.
Además de la resolución de ejercicios y problemas, como estrategia de aprendizaje, la/el estudiante cuenta con una tómbola de vofois disponible online. Un vofoi es un enunciado que puede ser Verdadero, Falso o Impreciso. En la tómbola es posible seleccionar al azar un número de vofois a resolver y luego le da como salida la lista de respuestas correctas y el porcentaje de aciertos que tuvo. De esta forma se entrena al alumnado en las definiciones y conceptos básicos de la materia. En particular, el hecho de que la/el alumna/o debe detectar si un enunciado es impreciso, hace el entrenamiento aún más efectivo.
Al margen de los recursos antes mencionados, el Aula Virtual de la materia cuenta con videos explicativos donde se desarrollan conceptos particulares y se discuten y proponen soluciones a problemas modélicos. Así como también un foro de consultas en el que estudiantes pueden plasmar inquietudes respecto tanto de aspectos teóricos como referentes a las dificultades que encuentran al enfrentarse a las tareas propuestas en las guías.

EVALUACIÓN

Se toman tres parciales de una duración aproximada de tres horas. Los exámenes finales consisten de una parte práctica y una teórica, en general tomadas por separado. La parte práctica se toma por medio de un escrito de cuatro horas aproximadamente y la parte teórica se toma ya sea por medio de un escrito de dos horas o por medio de un examen oral de duración aproximada de una hora.

REGULARIDAD

- Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes

recuperatorios.

PROMOCIÓN

- La materia no contempla régimen de promoción.

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Lenguajes y Compiladores	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

El establecer el significado de las frases de un lenguaje de programación es un problema de múltiples aristas en tanto puede tener variados objetivos, que van desde la necesidad de comprensión humana, hasta el imperativo de que una máquina los pueda interpretar o traducir a una secuencia de instrucciones ejecutables. Un manual de usuario/a, una estrategia de compilación, o alguna herramienta teórica destinada a desentrañar los principios básicos de su diseño, constituyen todas vertientes de significado que responden a distintos intereses y usos de los lenguajes de programación. En las últimas décadas variados desarrollos matemáticos y lógicos dieron forma a una teoría que se posicionó en un lugar privilegiado para el acceso a la comprensión profunda del significado de un lenguaje. La misma permite conectar la descripción intuitiva de un sentido finito y dinámico (un manual), con una modalidad estática del significado, vigente en la lógica formal y la matemática (denotación). A partir del desarrollo de la Teoría de Dominios la semántica denotacional adquiere una relevancia especial, no sólo por tratarse de objetos matemáticos perfectamente definidos en el contexto de una teoría particular, sino además porque comienza a ser utilizada como "la definición" del lenguaje y luego, si se proponen otras semánticas (operacional, axiomática), se las demuestra correctas con respecto a dicha definición.

El objetivo general de la asignatura es lograr que los/las estudiantes se apropien de las herramientas más importantes que actualmente se utilizan para definir sintácticamente y dar significado a las frases de un lenguaje de programación, poniendo énfasis en la utilidad de estas herramientas para comprender los principios básicos que subyacen en su diseño.

Dentro de los objetivos específicos, mencionamos como relevantes:
• apropiarse de conceptos fundamentales sobre la estructura gramatical de lenguajes de programación, tales como sintaxis abstracta, variables ligadas y alcance,
• tomar contacto con un lenguaje teórico basado en Standard ML, en tanto lenguaje que ha sido definido formalmente de manera completa, y cuyos principios básicos coinciden con los lenguajes más populares,
• acceder al uso de herramientas matemáticas apropiadas para el estudio de los lenguajes de programación,
• disponer de recursos para evaluar las características principales de lenguajes cercanos a lenguajes reales actualmente en uso,

• reconocer propiedades deseables en lenguajes de programación y las herramientas para garantizarlas,
• proveer de recursos para que el/la estudiante pueda diseñar e implementar lenguajes de programación.

CONTENIDO

1. Herramientas básicas para dar significado a los lenguajes de programación

• Nociones en relación a la sintaxis: gramática, gramática abstracta, sintaxis abstracta, lenguaje y metalenguaje.
• Distintas formas de dar significado a los lenguajes de programación. Semántica denotacional: las nociones de frase, dominio semántico y función semántica. Semántica operacional: las nociones de configuración, regla de transición y ejecución.
• Nociones en relación a la definición del significado: dirección por sintaxis, semántica composicional.
• Variables y ligadura (en la lógica de predicados). Sustitución y el problema de la captura. Propiedades de coincidencia y renombre.
• El problema de dar significado a ecuaciones recursivas. Dominios, función continua y teorema del menor punto fijo. Análisis de las soluciones de una ecuación recursiva a la luz del teorema del menor punto fijo.

2. Lenguajes imperativos.

• Conjunto de estados. Semántica denotacional de las construcciones básicas de un lenguaje imperativo.
• El problema de dar significado a la iteración. Significado de la iteración utilizando el teorema del menor punto fijo.
• Propiedades de coincidencia y renombre.
• Fallas y manejo de excepciones. Output. Input.
• Semántica operacional para el lenguaje imperativo.
• Corrección respecto de la semántica denotacional.

3. Lenguajes aplicativos

• Las nociones de reducción y evaluación en el Cálculo Lambda. El problema de la terminación. La noción de forma canónica. Modalidad de evaluación: Eager y Normal.
• El problema de la semántica denotacional: el modelo D infinito y sus variantes.
• Lenguaje aplicativo. Sintaxis. Semántica operacional eager y normal: la noción de evaluación, formas canónicas y reglas de evaluación. Tratamiento de errores.
• Semántica denotacional directa del lenguaje aplicativo. Sintaxis y semántica de la recursión en las modalidades eager y normal. Propiedades.

4. Lenguajes aplicativos con una componente imperativa.

• Los problemas de la combinación de paradigmas.
• Las nociones de estado, ambiente, identificador y variable.
• Un lenguaje que combina los paradigmas. Semántica denotacional y operacional.
• Construcciones imperativas como abreviaturas. Propiedades.
• Funciones y procedimientos. Pasaje de parámetros.

5. **Sistema de tipos simples para el cálculo lambda.**

• Tipos simples (atómicos y funcionales) y contextos de tipado.
• Juicios, reglas de inferencia; tipado explícito. Preservación.
• Semántica denotacional: extrínseca e intrínseca.
• Relación entre las dos semánticas mediante relaciones lógicas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Fridlender, Daniel y Gramaglia Héctor. Apuntes de Cátedra (basados en el libro de Reynolds), 2022.
- Reynolds, John. Theories of Programming Languages, Cambridge University Press, 1998.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Harper, Robert, Practical foundations for programming languages. Cambridge University Press, 2013.
- Tennet, Robert D., Semantic of Programming Languages, Prentice Hall, 1991.
- Hindley, J. Roger y Seldin, Johnatan P. Lambda-Calculus and Combinators, an Introduction, Cambridge University Press, 2008.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Cada unidad se desarrolla en clases teóricas expositivas donde se introducen los conceptos fundamentales de la unidad motivándolos con ejemplos de lenguajes de programación que las/os estudiantes han visto en la carrera y estableciendo vínculos con temas de otras asignaturas. Cada clase teórica tiene una duración de dos horas y habitualmente se hace una pausa de cinco minutos a la mitad. Se fomenta la participación a través de la discusión sobre los conceptos y cómo se aplican para la resolución de problemas concretos (por ejemplo, discutiendo posibles estrategias de prueba para un teorema, presentando un ejercicio y evaluando grupalmente posibles formas de encarar su solución).

A continuación de cada clase teórica sigue una clase de prácticos que también tiene una duración de dos horas. Hay una guía de prácticos por cada unidad. En las horas de práctico se espera que las/os estudiantes resuelvan los problemas de la guía que corresponde a la unidad que se está viendo; se invita a que este sea un trabajo grupal. Además, hay una o dos profesoras/es en el aula para consultas. Al final de cada clase práctica se presenta y discute en el pizarrón la solución de algún ejercicio que sea de interés para la clase (ya sea por su dificultad o porque el ejercicio es importante para comprender la unidad).

La materia incluye la presentación grupal (de hasta tres integrantes) de un tema a convenir entre el grupo y la cátedra. Además, de la presentación cada grupo debe realizar un breve informe escrito que es entregado con algunos días de anticipación. El objetivo de esta actividad es el desarrollo de habilidades para presentar un tema a una audiencia de pares; por ello, al estructurar el informe (y la presentación) se debe

incluir una introducción al tema incluyendo la vinculación con lo desarrollado en la materia. Si el tema es sobre un lenguaje de programación se deben resaltar los aspectos fundamentales del lenguaje; si el tema es más teórico, se deben presentar los teoremas más importantes junto con aplicaciones de esos resultados. La presentación es oral con soporte audiovisual y en ella los/as estudiantes responsables de la presentación deben responder preguntas tanto de sus pares como de la cátedra. La exposición oral es de 15 minutos y hay un tiempo adicional de 5 minutos de preguntas y respuestas. En la evaluación se tendrá en cuenta tanto el informe (estructura, escritura, contenido) como la claridad en la exposición de la presentación y la capacidad de responder preguntas.

Todos los materiales de estudio de la cátedra se ponen a disposición de los estudiantes a través del aula virtual (exceptuando libros con copyright). La materia habilita la consulta asincrónica virtual de dudas a través del foro del aula virtual.

La materia cuenta con un único trabajo de laboratorio que consiste en la implementación de un intérprete. Este taller es una actividad autónoma e individual con guía de la cátedra. Cada estudiante puede elegir el lenguaje a interpretar y también en qué lenguaje programar el intérprete; esta elección debe ser aprobada por la cátedra a fin de determinar la viabilidad del proyecto y que no sea trivial. Se da la posibilidad de realizar un intérprete en Haskell para un lenguaje imperativo simple (con input/output y fallas) a partir de una base de código que deben completar. La evaluación del taller es de aprobado o no aprobado. Las consultas que puedan surgir sobre la implementación del intérprete se atienden de manera asincrónica, vía foros del aula virtual y mails a docentes de la cátedra o personalmente, tanto en clases de teórico como de práctico.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

La materia cuenta con un Aula Virtual donde se encuentra información más detallada, como las fechas de las evaluaciones.

• Se tomarán 2 (dos) exámenes parciales. Las evaluaciones parciales serán sobre contenidos teórico-prácticos. El formato de estas evaluaciones consistirá en la resolución de actividades en el aula.

• Los/as estudiantes realizarán un taller (como parte de la carga horaria de práctico) que consiste en la elaboración de un intérprete de un lenguaje de programación pequeño.

• En las últimas tres semanas les estudiantes realizarán, en grupo de tres personas, un informe y una breve presentación sobre algún tema no presentado por la cátedra. El objetivo de esta actividad es la práctica de escritura académica y también de realizar una exposición oral.

• La aprobación de la materia se dará por promoción, o mediante la aprobación de un examen final en las fechas destinadas a exámenes en el calendario académico. El examen final constará de una evaluación escrita con un formato similar al de los parciales sobre contenidos teórico-prácticos; en caso que el tribunal lo considere necesario, puede complementarse el examen teórico con preguntas orales.

REGULARIDAD

- Aprobar las dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios. Se

podrá recuperar uno de los dos parciales en la última semana de dictado de la materia. Aprobar el taller.

PROMOCIÓN

- Aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete). Aprobar el taller. Aprobar el informe y la presentación oral.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Matemática Discreta I	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 1° cuatrimestre / Redictado: 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

ASIGNATURA: Matemática Discreta I	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 Horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

- Aplicar el principio de inducción a diversas situaciones.
- Enfrentar problemas de combinatoria y conteo.
- Entender los principios de divisibilidad básicos.
- Resolver ecuaciones de congruencias y problemas relacionados.
- Entender las nociones básicas de la teoría de grafos.

CONTENIDO

1. Números enteros

Números naturales y enteros. Aritmética. Principio de buena ordenación. Definiciones recursivas. El principio de inducción.

2. Conteo

Principios básicos. Selecciones ordenadas con repetición. Selecciones ordenadas sin repetición. Selecciones sin orden. El teorema del binomio.

3. Divisibilidad

Cociente y resto. Algoritmo de Euclides. Desarrollo en bases. Divisibilidad. El máximo común divisor y el mínimo común múltiplo. Números primos. Factorización en primos

4. Aritmética Modular

Congruencias. Ecuación lineal de congruencia. Teoremas de Fermat y Wilson. Algoritmo RSA.

5. Grafos

Grafos y sus representaciones. Isomorfismo de grafos. Valencias. Caminatas, recorridos, caminos y ciclos. Ciclos hamiltonianos, caminata elueriana y circuitos eulerianios, Árboles. Coloreando los vértices de un grafo. El algoritmo greedy para coloración de vértices.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Tiraboschi, Alejandro. Notas de Matemática Discreta. Para descarga: https://www.famaf.unc.edu.ar/~tirabo/Apunte_MD1_2023.pdf, 2023.
- Biggs, Norman. Matemática Discreta. Barcelona : Vives V., 1998.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Gentile, Enzo R. Notas de álgebra I. Buenos Aires : EUDEBA, 1988.
- Patricia Kisbye y Roberto Miatello. Álgebra I / Matemática Discreta I. (Publicaciones de la

FaMAF, Serie C).
- Ross, Kenneth A; Wright, Charles R. B. Matemáticas Discretas. México : Prentice-Hall, 1990.
- Ricardo Podestá y Paulo Tirao. Álgebra. Una introducción a la Aritmética y la Combinatoria.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

- Los/as estudiantes deberán rendir 2 parciales presenciales.
- Habrá una instancia de recuperar un solo parcial.
- La escala de notas de cada parcial será de 1 a 10 con un decimal y se aprueba cada parcial con 4 o más puntos, lo que corresponde a un 50% del parcial correcto.

REGULARIDAD

Para obtener la regularidad el/la estudiante deberá aprobar al menos 2 parciales. En caso de reprobar un parcial, lo podrá recuperar al final de la materia.

PROMOCIÓN

Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas y prácticas.
Aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Matemática Discreta II	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

ASIGNATURA: Matemática Discreta II	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

Esta materia aborda temas de Matemática Discreta, Teoría de Códigos de Corrección de Errores, Teoría de Complejidad y rudimentos de inteligencia artificial.

La parte principal de la materia es el estudio de algoritmos sobre grafos y networks, y especialmente el análisis de la corrección y las complejidades de los mismos.

El objetivo de esta parte es que los/as estudiantes comprendan que en muchas aplicaciones no basta dar un algoritmo sino que hay que demostrar su correctitud, dar una cota de su complejidad y demostrarla. Convergen el desarrollo de habilidades de algoritmia y matemática.

Además de esta parte central la materia brinda formación general sobre códigos de corrección de errores, el problema P-NP, especialmente pertinente al tratarse problemas, en la primera parte, para los que no se conocen algoritmos polinomiales. Por último, se abordan problemas de inteligencia artificial y se proponen algoritmos genéticos para ejemplificar posibles cursos de acción cuando no se cuenta con algoritmos polinomiales. También se dan algunos conceptos básicos de Machine Learning.

CONTENIDO

1. **Coloreo de Grafos**

Repaso de la noción de grafo. Notaciones. Coloreo de Grafos. Número cromático. Algoritmo de fuerza bruta. Problema k-Color. Definición de bipartito. Conectitud. Componentes conexas. Repaso de BFS y DFS. Algoritmo polinomial para determinar biparticidad. Propiedad: un grafo es bipartito si y solo si no tiene ciclo impares. Algoritmo Greedy de Coloreo. Ejemplos de aplicación. Ejemplo de que no siempre Greedy devuelve el número cromático.
Ejemplo de que tan mal puede dar.

Teorema importante (central para el proyecto):
Sea G=(V,E) un grafo cuyos vértices están coloreados con un coloreo propio c con r colores {0,1,...,r-1}. Sea P una permutación de los números 0,1,...,r-1. Sea V[i]={x en V tal que c(x)=i}, i=0,1,...,r-1. Ordenemos los vértices poniendo primero los vértices de V[P(0)], luego los de V[P(1)],etc, hasta $V[P(r-1)]. Entonces Greedy en ese orden coloreará G con r colores o menos. Propiedad: El número cromático es menor o igual que Delta +1. Ejemplos donde se alcanza la cota.
Teorema de Brooks. (prueba solo para el caso no regular).
Teorema de los cinco colores.

2. Fundamentos de inteligencia artificial

Algoritmos de Búsqueda. Hill Climbing. Simulated Annealing. Algoritmos Genéticos: Codificación del problema. Fitness. Reproducción de Población. Terminación. Selección, Crossover, Mutación, Reemplazo. Algunas posibilidades de Mutación. Algunas posibilidades de Crossover. Single point, double, multiple points o máscara. Crossover en el caso de permutation based codifications: crossover básico, Partial Mixing Crossover y Cíclico.
Algunas posibilidades de Selección: Ruleta, SUS, Rank-based selection. Sigma based selection. Otras posibilidades de estructura: catástrofes e islas. con migraciones.

3. Flujos Maximales

Grafos Dirigidos. Ejemplos. Networks (redes). Flujos sobre redes. Valor de un flujo. Flujos maximales. Diversos ejemplos. Algoritmo Greedy para encontrar flujo maximal. Ejemplo donde no necesariamente encuentra flujo maximal. Definición de corte y capacidad de un corte. Caminos aumentantes de Ford-Fulkerson. Algoritmo de Ford-Fulkerson.
Propiedad: Al aumentar el flujo a lo largo de un camino aumentante de Ford-Fulkerson lo que se obtiene sigue siendo flujo.
Max Flow Min Cut Theorem:
a) El valor de todo flujo es menor o igual que la capacidad de todo corte.
b) Si f es un flujo, las siguientes afirmaciones son equivalentes:
1) f es maximal.
2) Existe un corte S tal que v(f)=cap(S).
3) No existen f-caminos aumentantes.
Ejemplos de aplicación del algoritmo de Ford-Fulkerson. Debilidades del algoritmo de Ford-Fulkerson: Ejemplo donde la complejidad no depende del numero de vértices o lados. Ejemplo donde el algoritmo no termina.
Refinamientos: Algoritmos fuertemente polinomiales: Algoritmo de Edmonds-Karp. Complejidad. Algoritmo de Dinic (o Dinitz). Complejidad de sus 2 versiones. Algoritmos de pre-flow/push: algoritmo ``wave'' de Tarjan. Complejidad.

4. Matchings

Matchings en grafos bipartitos, Matchings perfectos y Matchings completos. Ejemplos.
Algoritmo para encontrar matchings como aplicación de los algoritmos para encontrar flujos maximales. Modificaciones. Uso de matrices.
Definición de Gamma (S). Condición de Hall. Teorema de Hall.
Teorema del Matrimonio. (Todo grafo bipartito regular tiene un matching perfecto).
Problemas de Matchings Óptimos en grafos bipartitos con pesos.
Resolución del ``bottleneck problem'': problema del asignamiento óptimo cuando se desea minimizar el máximo (o maximizar el mínimo) de los pesos.

Resolución del problema del asignamiento óptimo cuando se desea minimizar (o maximizar) la suma de los pesos: Algoritmo Húngaro.
Codificación de complejidad O(n al cubo) del algoritmo Húngaro.

5. **Códigos de corrección de errores.**

Códigos de corrección de errores. Definiciones básicas. Distancia de Hamming. Detección y Corrección de errores. Ejemplos de códigos. Chequeo de paridad. Códigos de repetición. Cota de Hamming.
Códigos Lineales. Propiedad: Si C lineal entonces delta(C) es igual al mínimo peso no nulo.
Matrices Generadoras. Códigos lineales como espacios filas de una matriz.
Códigos lineales como núcleos de matrices. Matrices de chequeo.
Equivalencia entre matrices generadoras y de chequeo. Propiedad: todo código lineal tiene una matriz de chequeo. Proposición: Si en la matriz de chequeo no hay columnas repetidas ni nulas entonces el código correspondiente corrige al menos un error. Generalización de esta propiedad a corrección de más errores: (Teorema:) Si H es una matriz de chequeo de C, entonces delta(C)=Min{j: existe un conjunto de j columnas linealmente dependientes de H}.
Algoritmo para corregir un error. Códigos de Hamming. Códigos perfectos. Propiedad: Hamming es perfecto. Singleton Bound. Códigos MDS
Códigos Cíclicos. Rotación de una palabra. Códigos cíclicos. Códigos cíclicos mirados como polinomios. Propiedad: todo código lineal binario tiene un único polinomio no nulo de menor grado. Definición de Polinomio generador de un código cíclico. Propiedades del polinomio generador. Uso del polinomio generador para codificación: dos métodos. Matrices generadoras asociadas a los dos métodos. Obtención en forma directa a partir del polinomio generador de una matriz de chequeo con la identidad a izquierda. Polinomio chequeador.
Corrección de errores: error trapping.
Códigos de Reed-Solomon.

6. **P-NP.**

Las clases P y NP. Ejemplos. El problema SAT. El problema k-COLOR. Reducción polinomial. Las clases de problemas NP-hard y NP-completo.
Teorema de Cook: SAT es NP-completo. Teorema: 3-SAT es NP-completo. Teorema: 3-COLOR es NP-completo.
Teorema: Matrimonio trisexual es NP-completo.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Matemática Discreta. N. Biggs,1989
- Applied Combinatorics. Roberts, 1989, Prentice-Hall.
- Data Structures and Network Algorithms. R.E. Tarjan, 1983, Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-completeness. Garey and Johnson, 1979, Bell Telephone Laboratories.
- Apuntes del docente de la materia, Daniel Penazzi.
- Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity. Papadimitriou-Steiglitz, 1998, Dover Publications.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Applied Combinatorics. A. Tucker, 2nd Ed., 1984
- Network Flows: Theory, Algorithms and Applications. Ahoja-Magnani-Orlin, 1993, Prentice-Hall

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Secuenciación de los contenidos:
Se empieza con la unidad 1: coloreo de grafos.
Esto permite que los estudiantes estén haciendo el práctico de coloreo, que es largo, mientras se dictan los temas de la siguiente parte en el teórico, que requiere una introducción teórica larga de ciertos temas antes de que puedan comenzar a hacer el práctico.
Ese tema es flujos maximales, donde se dan las definiciones de networks, se plantea el problema, y se muestran algoritmos iniciales que no funcionan pero sientan las bases para los algoritmos que sí funcionan (Edmonds-Karp, Dinitz, Wave) que se dan luego de desarrollar las bases teóricas necesarias.

Luego se usa lo aprendido en esta parte para facilitar pruebas del siguiente tema, que es matchings maximales en grafos bipartitos, con y sin pesos en los lados, con dos criterios distintos de minimizar peso, reduciendo el problema a uno de flujo maximal.

Luego se pasa al tema de códigos de corrección de errores, que requiere más matemática que los anteriores (álgebra lineal) y sobre el final se da el tema de P-NP, que se da después del último parcial pues es un tema teórico.
El tema de algoritmos genéticos se da en algún momento entre estos temas, dependiendo de la distribución temporal de los parciales que nos toque. Usualmente entre matchings y códigos, o entre códigos y P-NP o como último tema.

Como es usual en FAMAF el formato son dos clases a la semana de 4 horas cada una. (8hrs/semana) Las primeras dos horas son de dictado teórico y las siguientes dos horas son de ejercicios prácticos.

El/la docente de teórico expone la teoría, respondiendo dudas que vayan apareciendo. En el teórico se presentan también ejemplos de aplicación y resolución de algunos ejercicios prácticos similares a los que figuran en los prácticos. En el práctico los/as estudiantes trabajan en los ejercicios y problemas propuestos de manera autónoma y colaborativa con sus pares, consultando a los/as docentes cuando tienen una duda o encuentran dificultad para dar continuidad a su trabajo. Además, los/as docentes del práctico resuelven ejercicios al frente al final de la clase, eligiendo aquellos en los que detectaron mayores dificultades.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

- Habrá dos evaluaciones parciales con sus respectivos recuperatorios.
- La evaluación final constará de dos partes: una parte teórica, sobre demostraciones de resultados teóricos y una parte práctica sobre resolución de ejercicios (que no es necesaria si se aprobaron ambos parciales).

REGULARIDAD

- Para regularizar los/as estudiantes deberán aprobar aprobar los dos parciales o sus respectivos recuperatorios.

PROMOCIÓN

- La materia no se promociona.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Mecánica Celeste	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Fundamentación: El estudiante debe comprender la importancia de los problemas de 2 y 3 cuerpos como primera aproximación a sistemas más complejos, así como los efectos que sobre ellos causan fuerzas externas, tales como interacción tidal y migración planetaria. Será fundamental poder aplicar la teoría de perturbaciones, permitiendo deducir variaciones en las integrales de movimientos, y comprender su rol en la aparición de dinámica caótica. El estudiante debe ser capaz de manejar el formalismo Hamiltoniano y poder aplicar el proceso de media a diversos sistemas dinámicos.
Estos conocimientos le deberán permitir describir cómo la estructura del espacio de fase de sistemas oscilatorios ayuda a entender la estructura resonante y la estabilidad de sistemas planetarios. Finalmente gran parte de las herramientas matemáticas y conceptos provistos pueden ser aplicados a otro tipo de sistemas dinámicos no necesariamente relacionados con sistemas planetarios.

Objetivos: Al finalizar la materia los estudiantes estarán en condiciones de comprender la estructura dinámica, origen, evolución y estabilidad del Sistema Solar, así como de otros sistemas planetarios.

CONTENIDO

- Unidad I: Estructuras Dinámicas en Sistemas Planetarios

Breve historia de la Mecánica Celeste y el problema de N-cuerpos en la astronomía. La dicotomía entre origen y evolución. Estructuras dinámicas en el sistema Solar. Estructuras en otros sistemas planetarios. Formación in-situ versus migración planetaria.

- Unidad II: El Problema de Dos Cuerpos

Ecuaciones de Movimiento. Posición y Velocidad Orbital. La anomalías excéntrica y verdadera. Órbitas baricéntricas. La órbita en el espacio. Aplicaciones: órbitas de transferencia de Hohmann, rendezvous, satélites Molniya y geoestacionarios. Detección de planetas extrasolares.

- Unidad III: El Problema Restricto de Tres Cuerpos

Definición. Ecuaciones de movimiento. Integral de Jacobi. Curvas de velocidad cero. Los puntos Lagrangeanos: localización y estabilidad. Movimiento alrededor de L4 y L5. Criterio de Tisserand. Swing-by. Aplicaciones: Viaje a la Luna, satélites irregulares de los planetas Jovianos, órbitas Halo, lóbulo de Roche y los anillos de Saturno, asteroides Troyanos.

- Unidad IV: El Problema de Dos Cuerpos Perturbado

El concepto de perturbación. Pequeñas perturbaciones. Método de variación de las constantes. Ecuaciones planetarias de Gauss y de Euler-Lagrange. Aplicaciones: Efectos post-Newtonianos, achatamiento rotacional, fricción aerodinámica, migración planetaria, interacciones tidales.

- Unidad V: Teoría de Perturbaciones Hamiltonianas

Repaso de dinámica Hamiltoniana. Reducción de Routh. El Hamiltoniano del problema de tres cuerpos. Método de Hori. Elementos propios y frecuencias fundamentales. Teorema KAM.

- Unidad VI: Dinámica Secular

Aplicación de Von-Zeipel al problema restricto de tres cuerpos. Sistemas de ecuaciones seculares. Solución de Lagrange-Laplace. Elementos propios. Aplicación: familias de asteroides. Resonancias seculares.

- Unidad VII: Dinámica Resonante

El fenómeno de resonancia. Pequeños divisores y convergencia asintótica de las series perturbativas. Teorema de Poincaré-Birkhoff. Modelo del péndulo. Nociones básicas de caos. Mapas y Superficies de Sección. Mapa de Smale. Características del Movimiento Caótico. Caos Local y Global. Teorema de Poincaré. Aplicaciones: las lagunas de Kirkwood, los satélites Galileanos, planetas internos del Sistema Solar, sistemas planetarios extrasolares.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Murray, C.D. y Dermott, S.F. (2000). “Solar System Dynamics”, Cambridge University Press.
- Boccaletti, D. y Pucacco, G. (2004). ”Theory of Orbits”, Springer-Verlag.
- Tremaine, S. (2022). "Dynamics of Planretary Systems", Princeton Series in Astronomy.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Ferraz-Mello, S. (2006). “Canonical Theories of Perturbation, Degenerate Systems and Resonance”, Springer.
- Lichtenberg, A.J. y Lieberman, M.A. (1983). “Regular and Stochastic Motion”, Springer Verlag.
- Morbidelli, A. (2002). “Modern Celestial Mechanics; Aspects of Solar System Dynamics, Cambridge University Press.

- Artículos varios

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

• Dos (2) evaluaciones parciales.
• Entrega de un (1) trabajo práctico especial (monografia).

La evaluación final será oral para alumnos regulares y oral y escrita para alumnos libres.

REGULARIDAD

- Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
- Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.
- Aprobar el trabajo práctico (monografía).

PROMOCIÓN

La materia no considera régimen de promoción.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Mecánica Cuántica I	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La materia tiene por objeto presentar los fundamentos y principios básicos de la teoría cuántica no-relativista, así como su formalismo matemático y los métodos de cálculo más usuales. Luego de una introducción histórica acerca de las motivaciones que dieron origen a la teoría subyacente, el curso se estructura a partir de la resolución de la ecuación de Schrödinger para casos unidimensionales simples y la manipulación de los operadores asociados con los observables. Finalmente se espera desarrollar adecuadamente problemas tridimensionales de potencial central, abarcando átomos hidrogenoides.
Se espera que los alumnos consigan comprender los conceptos que conforman la teoría cuántica, y los significados de sus postulados.

CONTENIDO

1. Motivaciones de la Cuántica

Radiación de cuerpo negro. Efecto fotoeléctrico. Efecto Compton. Comportamiento ondulatorio de partículas. Principio de incertidumbre de Heisenberg. Modelos atómicos: el modelo de Bohr. Regla de cuantización de Wilson-Sommerfeld.

2. Paquetes de onda: ecuación de Schrödinger

Propagación de un paquete de ondas. El impulso como operador en el espacio de coordenadas. Ecuación de Schrödinger. Postulados de la Mecánica Cuántica.

3. Espacios de Hilbert y operadores

Espacios vectoriales lineales. Espacios de Hilbert. Operadores. Relación de incertidumbre entre dos operadores. Autovectores, transformaciones unitarias, representación matricial. Bases continuas. Evolución temporal. Teorema de Ehrenfest.

4. Problemas en una dimensión

La partícula libre. Potencial escalón. Barrera de potencial. Pozo de potencial (y algunas simetrías). Potencial periódico: modelo de Kronig-Penney.

5. El oscilador armónico unidimensional

Tratamiento analítico, espectro, funciones de Hermite, relaciones de incertidumbre, movimiento de un paquete de ondas. Solución algebraica, operadores de subida y bajada, autofunciones. Estados de incertidumbre mínima, coherencia.

6. Métodos aproximados

Perturbaciones independientes del tiempo. Método variacional (Rayleigh-Ritz). Método WKB (Wentzel-Kramers-Brillouin).

7. Momento angular

El operador momento angular en la cuántica. Operadores escalera. Momento angular orbital. Rotaciones y momento angular. Operadores escalares y vectoriales.

8. Potencial central

Movimiento en un potencial central. El átomo de hidrógeno. Efecto de campos magnéticos en un potencial central: efecto Zeeman normal.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

• R. Shankar: “Principles of Quantum Mechanics”, 2a. edición. Plenum Press, Nueva York y Londres, 1994.
• C. Cohen-Tannoudji, B. Diu y F. Laloë: “Quantum Mechanics I”. J. Wiley & Sons, Nueva York, 1977.
• E. Merzbacher: “Quantum Mechanics”, 3a. edición. J. Wiley & Sons, Nueva York, 1998.
• N. Zettili: “Quantum Mechanics. Concepts and Applications”, 2a. edición. J. Wiley & Sons, Chichester, 2009.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

• F. Schwabl: “Quantum Mechanics”, 2a. edición. Springer, Nueva York, 1995.
• D. Griffiths, "Introduction to Quantum Mechanics", 2a. edición. Pearson Prentice Hall, Nueva Jersey, 2005.
• J. J. Sakurai: "Modern quantum mechanics", Addison-Wesley Publishing, Massachusetts, 1994.
• S. Gasiorowicz: "Quantum Physics", 3a. edición. Wiley, Nueva Jersey, 2003.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Durante el cuatrimestre se efectuarán tres evaluaciones parciales escritas, sobre contenido teórico-práctico, en un nivel similar al alcanzado en el desarrollo de las clases prácticas.
La evaluación final se realizará mediante un examen escrito integrador de la materia, en un nivel similar al de los parciales. En caso de ser necesario para algunos casos particulares, se recurrirá a una instancia de evaluación oral.

REGULARIDAD

1) Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas o prácticas.
2) Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o la correspondiente instancia recuperatoria.

PROMOCIÓN

1) cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas o prácticas.
2) aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Metodología y Práctica de la Enseñanza (PF)	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año (anual)
CARRERA: Profesorado en Física	
REGIMEN: Anual	**CARGA HORARIA:** 270 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Enseñar física implica el manejo de elementos de la didáctica específica de la disciplina, así como también de aspectos inherentemente prácticos como la interacción con otros actores/as de la institución, estudiantes, materiales y actores/as curriculares. El aprendizaje de esos saberes, comúnmente llamado Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), implica confrontar, tensionar y resignificar conocimientos previos, a menudo implícitos, sobre qué es aprender y qué es enseñar. Si bien esa tensión y resignificación se inició en la asignatura Didáctica Especial y Taller de Física, en el año anterior, eso ocurrió en un escenario en el cual el foco central era la planificación, y no la práctica en sí misma.

MyPE apunta al aprendizaje del CDC, en un entorno vinculado de manera muy directa a la práctica profesional. El/la estudiante/practicante pondrá a jugar sus ideas sobre aprendizaje y enseñanza, los tensionará y resignificará a la luz de su eficacia al momento de ser usados para llevar adelante la tarea de enseñar. Las condiciones de contorno que impone la práctica de la docencia generan un escenario muy particular que lleva a que el aprendizaje del CDC, en el contexto de práctica, sea una tarea compleja y que deba atender a aspectos cognitivos, de construcción identitaria y también de aprendizaje emocional.

En este sentido, los objetivos generales de MyPE son que cada estudiante pueda concebirse a sí mismo/a como un agente de concreción del curriculum escolar, y que al hacerlo pueda identificar y explotar de la manera más eficiente posible sus propias potencialidades para tomar decisiones, ejecutar planes, improvisar cambios y revisar acciones de enseñanza.

Para tal fin se proponen bloques de contenido y ejes transversales. Los bloques de contenido son aquellos que recorren aspectos del CDC que se han de trabajar en relación con la tarea de su uso en la práctica. Los ejes transversales se trabajan a lo largo de todo el año, de manera progresiva e iterativa, para acompañar procesos de aprendizaje que, anclando en los saberes previos de los/as practicantes, permitan su resignificación y actualización.

Bloques de Contenido:
- Ideas sobre la enseñanza y el aprendizaje
- La observación
- La física que vamos a enseñar
- La Planificación
- Informe y presentación final de la práctica

Ejes Transversales
- La Práctica Docente
- La Tarea de Narrar

Los objetivos que se plantean a través de estos ejes y bloques son los siguientes:
- Que los estudiantes recuperen, como elemento esencial, las propias ideas (implícitas o explícitas) sobre qué significa enseñar, para tensionarlas y resignificarlas, logrando así capacidades más efectivas para enseñar.

- Que los estudiantes logren advertir el potencial utilitario de la observación para la propia práctica a través de revisitar el constructo en el contexto de la práctica.
- Que los estudiantes logren resignificar conceptos y definiciones mediante la tarea de revisitar contenidos de física con intenciones de enseñanza.
- Que los estudiantes puedan adecuar o producir planificaciones entre pares y conjeturar las puestas en prácticas de las mismas.
- Que los estudiantes logren valorar la tarea de escritura, tanto en su dimensión formal para la comunicación de resultados, como también como un dispositivo para la reflexión y el metaaprendizaje.
- Que los estudiantes logren autonomía para plantearse objetivos de enseñanza, seleccionar contenidos, diseñar estrategias instruccionales, implementarlas y evaluarlas.

CONTENIDO

Bloque de Contenido 1: Ideas sobre la Enseñanza y el Aprendizaje

En este módulo se recuperan, problematizan y sistematizan las ideas, concepciones y supuestos que los/as estudiantes poseen acerca de qué significa enseñar y aprender física. Se aborda la enseñanza como una práctica social, cultural e históricamente situada, y el aprendizaje como un proceso activo, mediado y situado, en diálogo con aportes de la didáctica de las ciencias y de la investigación en educación en física.

Se promueve la explicitación y análisis crítico de teorías implícitas de enseñanza y aprendizaje, así como su relación con las decisiones didácticas que los/as futuros/as profesores tomarán en sus planificaciones y prácticas. Este módulo busca generar un marco interpretativo que permita a los/as estudiantes comprender y revisar sus propias prácticas y concepciones, y fundamentar sus decisiones pedagógicas durante la práctica.

Bloque de Contenido 2: La Observación

Se problematiza y conceptualiza tanto los objetivos como la práctica de la observación. Se realiza una construcción ideosincrásica de un instrumento de observación y se realizan observaciones en los cursos en los que los/as practicantes harán luego sus prácticas docentes.

Bloque de Contenido 3: La Física que vamos a enseñar

Este bloque propone una revisita sistemática y profunda de los contenidos de física que los/as estudiantes deberán enseñar durante su práctica docente. Se concibe la re-visita de la física no como una mera repetición de contenidos disciplinares, sino como una reconstrucción conceptual orientada por la intención de enseñanza.

Se analizan los contenidos desde la perspectiva de los obstáculos epistemológicos, las dificultades de aprendizaje, las representaciones alternativas de los/as estudiantes y las estrategias didácticas posibles. Este espacio busca articular el conocimiento disciplinar con el conocimiento pedagógico del contenido, promoviendo una comprensión de la física que integre fundamentos conceptuales, modelos explicativos, experimentación y su transposición didáctica al aula escolar.

Bloque de Contenido 4: La Planificación

De manera sistemática y dirigida, se realiza la planificación de una Unidad Didáctica en la cual se despliegan saberes y estrategias provenientes de las asignaturas disciplinares y de la didáctica especifica.

En la primera parte se realiza una "revisita" explícita a los contenidos de física pertinentes, con una mirada guiada por la intención de enseñar, lo cual incorpora de manera central inquietudes sobre el aprendizaje.

Esta Unidad se aprueba con una exposición oral sobre el conunto de contenidos revisitados, la cual debe incluir preguntas sobre los mismos, consideraciones sobre los mismos que surgen a partir de la intención de enseñar, y del propio proceso de comprensión al re-estudiarlos. Es requisito indispensable aprobar esta unidad para poder iniciar las prácticas

Bloque de Contenido 5: Informe y presentación final de la práctica

Durante los últimos dos meses los/as practicantes redactan un informe completo del proceso de aprendizaje durante la Asignatura, y de las actividades que concurrieron para ello. Distintas versiones de ese informe son compartidas, revisadas y reescritas a lo largo de aproximadamente dos meses.
Al cabo de este proceso, los/as estudiantes hacen una presentación, dirigida al público general, en la cual sintetizan los aspectos más relevantes presentes en el informe.

Eje Transversal A: La Práctica Docente

La práctica docente se concibe como un eje transversal que articula todos los módulos de la asignatura. A lo largo del año, los/as estudiantes construyen, implementan, analizan y revisan prácticas de enseñanza en contextos reales, en interacción permanente con los espacios de observación, planificación, revisión de la física a enseñar y reflexión sobre las ideas de enseñanza y aprendizaje.
Los/as practicantes llevan a cabo la ejecución de su planificación en un curso real, acompañados/as por un/a docente tutor/a y por docentes de la asignatura. Las instancias consecutivas de práctica (estimativamente entre 8 y 10 clases) se retroalimentan con narrativas, guiones conjeturales y análisis reflexivos que permiten revisar y resignificar las decisiones didácticas adoptadas.

Eje Transversal B: la Tarea de Narrar

De manera transversal y progresiva a lo largo del año se trabaja la habilidad de los/as estudiantes de escribir textos de diferente naturaleza. Esto tiene como objetivo llegar a las prácticas contando con la posibilidad de hacer narrativas que permiten objetivar el propio proceso de aprendizaje y también vehiculizar aportes de pares y docentes.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Silvina Gvirtz y Mariano Palamidessi. El ABC de la tarea docente: curriculum y enseñanza. Buenos Aires, Aique Grupo Editor (2012), ISBN 978-950-701-497-0

Gustavo Bombini. Prácticas docentes y escritura: hipótesis y experiencias en torno a una relación productiva. I Jornadas Nacionales Prácticas y Residencias en la Formación de Docentes. 14, 15 y 16 de Noviembre de 2002. Córdoba, Argentina. En “Prácticas y Residencias. Memoria, Experiencias, Horizontes…” Ed. Brujas, 2004.

Gustavo Bombini y Paula Labeur. Escritura en la formación docente: los géneros de la práctica. Revista Enunciación Vol. 18, No. 1/ enero-junio de 2013 Bogotá, Colombia/ ISSN 0122-6339/ pp. 19 - 29

Formación Docente y Narración. Una mirada etnográfica sobre las prácticas. Carola Hermida, MArinela Pionetti y Claudia Segretin. Noveduc. Colección Universidad (2017)

Aguiar, Orlando & Mortimer, Eduardo & Scott, Phil. (2009). Learning From and Responding to Students' Questions: The Authoritative and Dialogic Tension. Journal of Research in Science Teaching. 47. 174 - 193. 10.1002/tea.20315. (se ofrece una traducción al castellano)

Rebeca Anijovich y Carlos González (2021). Evaluar para Aprender. Conceptos e instrumentos. Aique Grupo Editor (Bs. As.)

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

YOUNG, HUGH D. y ROGER A. FREEDMAN
Física universitaria volumen 1. Decimosegunda edición
PEARSON EDUCACIÓN, México, 2009
ISBN: 978-607-442-288-7

Thermodynamics. Enrico Fermi

Resnick, Halliday, Krane. Física Vol. 1. Continental, Mexico, 2001

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación formativa (aquella que provee información relevante para retroalimentar la enseñanza y el aprendizaje) ocurre de manera permanente.
Las instancias de acreditación se producen al finalizar los bloques de contenido. Al final de cada uno los/as estudiantes deben presentar un trabajo práctico integrador.
Al final de la práctica, los/as estudiantes realizarán un informe que engloba todas las unidades.

REGULARIDAD

Por Resolución HCD N° 256/05, la materia Metodología y Práctica de la Enseñanza debe ser aprobada por promoción.
No existe la posibilidad de rendir examen y por lo tanto no existen condiciones para regularizarla.

PROMOCIÓN

Aprobar todas las acreditaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).

Aprobar el Informe Final de la Práctica de la Enseñanza con una nota no menor a 6 (seis).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Metodología y Práctica de la Enseñanza (PM)	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año (anual)
CARRERA: Profesorado en Matemática	
REGIMEN: Anual	**CARGA HORARIA:** 330 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Metodología y Práctica de la Enseñanza (MyPE) se concibe como un espacio formativo cuyo objetivo es favorecer el desarrollo de un colectivo de futuros profesores y profesoras de matemática, a través de la integración entre la realización, por parte de los y las estudiantes, de actividades propias de la profesión docente en contextos de educación secundaria y/o superior y el estudio teórico de temas relacionados con la enseñanza. En este proceso, el análisis de la práctica docente y la reflexión sobre las decisiones pedagógicas y didácticas adoptadas ocupan un lugar central.

Este espacio de formación se fundamenta en una articulación de conocimientos didácticos, pedagógicos y matemáticos, provenientes de diversos marcos teóricos y se enmarca críticamente en políticas educativas y curriculares vigentes. La propuesta se basa en una forma de mirar la práctica docente, centrada en el reconocimiento de su complejidad: la naturaleza de la práctica docente implica que no se puede reducir a esquemas simplificadores, ni tampoco entenderla al margen de las condiciones y restricciones institucionales de ejercicio del trabajo docente (Ardoino, 1993). En la práctica docente, los conocimientos no se aplican de manera aislada, sino que se recomponen constantemente, integrando saberes disciplinares, pedagógicos y experienciales (Robert, 2008). Además, se comprende que es en el trabajo cotidiano escolar que los docentes se apropian de saberes de diverso origen, resignificando los conocimientos adquiridos durante su formación inicial o en otros momentos de su biografía personal (Rockwell, 2009).

En síntesis, estos fundamentos teóricos permiten situar a Metodología y Práctica de la Enseñanza como un espacio curricular en el que no se espera que los y las estudiantes simplemente "apliquen" conocimientos teóricos o técnicos, sino que se busca que desarrollen una disposición para problematizar y resignificar estos conocimientos, en diálogo con sus propias experiencias de prácticas efectivas.

A su vez, en este espacio de formación sobre la práctica docente, buscamos promover procesos de reflexión crítica por parte de los futuros docentes, es decir el desarrollo de una forma de reconstrucción crítica de la propia experiencia (individual y grupal) que ponga en tensión las situaciones vividas, los sujetos en ellas, sus acciones y decisiones, así como los supuestos implicados. Desde el punto de vista que asumimos, esto demanda un contraste intersubjetivo y plural, en un tiempo diferente de la acción (Edelstein, 2000). Es decir, consideramos como práctica reflexiva a la producción colectiva de conocimientos referentes a las prácticas de enseñanza, a partir del desarrollo de una disposición para incorporarse en instancias compartidas y permanentes de evaluación, antes, durante y a posteriori de la propia acción de enseñar. En este tipo de procesos, la incorporación de la escritura, en particular de narrativas pedagógicas, resulta un soporte favorable para su desarrollo.

Acorde a este ideario de formación, en MyPE se incluyen, entre otras actividades, elaboración de presentaciones públicas, narrativas e informes, simulación de situaciones de aula, análisis de

registros en video, acciones de planificación y seguimiento de clases, discusión en ateneos. En todas estas actividades, se espera que los futuros profesores y profesoras pongan en juego un proceso genuino de reflexión sobre el trabajo propio y el de compañeros y compañeras, tanto en el ámbito de las aulas de Profesorado como en las de las instituciones educativas involucradas, privilegiando el trabajo en pares y/o colectivo.

En función de estos aspectos que sustentan el trabajo en MyPE, se plantean los objetivos que se detallan a continuación.

Objetivos:
Se espera que los y las estudiantes, al finalizar MyPE, estén en condiciones de:
- Tomar conciencia de la responsabilidad que le cabe al docente en el desarrollo de los procesos educativos y de la formación del educando.
- Reconocer al trabajo docente como una actividad profesional en constante movimiento
- Valorar el trabajo y el estudio colaborativo como apoyo esencial para una actividad docente reflexiva.
- Apropiarse críticamente del proyecto social de enseñanza plasmado en los Diseños Curriculares del área matemática vigentes en la Provincia de Córdoba.
- Producir criterios de análisis didáctico que les permita tener una visión crítica hacia diversas propuestas de enseñanza de la matemática en el nivel secundario y/o superior.
- Construir herramientas metodológicas para planificar, observar y analizar el funcionamiento de la enseñanza de la matemática en clase.
- Diseñar e implementar actividades para la enseñanza de un saber matemático fundamentadas en desarrollos teóricos y tendencias del campo de la Educación Matemática, adecuándose a las condiciones de la institución educativa donde se van a desarrollar.
- Evaluar, validar y reflexionar críticamente las prácticas realizadas en aula, considerando las etapas de la práctica docente, las dificultades encontradas, los problemas y soluciones propuestas, la valoración personal de su propia experiencia.
- Reconocer el proceso de escritura como un instrumento de reflexión sobre la práctica profesional.
- Elaborar informes escritos fundamentados.

CONTENIDO

.1) ESTUDIO Y DISCUSIÓN DE HERRAMIENTAS Y FUNDAMENTOS PARA LA PRÁCTICA

.

.Introducción: MyPE como instancia de desarrollo profesional docente

La reflexión sobre las prácticas docentes y el docente como profesional reflexivo. El desarrollo profesional docente. Desafíos y potencialidades de la escritura en el desarrollo profesional docente. La narrativa como estrategia para el desarrollo profesional. La biografía de formación.

.Unidad I: La planificación de clases de matemática

Etapas de la práctica de enseñanza. Análisis y discusión de los condicionantes en una planificación. Distintos niveles de planificación. El carácter público, científico y práctico del diseño de la enseñanza. Variables a considerar en un modelo básico de planificación de la enseñanza. Análisis de planificaciones. Recursos para la enseñanza de la matemática y sus vínculos con la planificación.

.Unidad II: La gestión docente en clases de matemática

La organización de la clase. La gestión de instancias de discusión, debate y de recursos para la enseñanza. Procesos de devolución e institucionalización. La diversidad de relaciones con el saber matemático de los alumnos. Las interacciones en el aprendizaje de la matemática. El tratamiento del error. Análisis de registros de clases.

.Unidad III: La evaluación de los conocimientos escolares
La evaluación en el aula de matemática. Evaluación y acreditación. El proceso de evaluación. Instancias de decisiones en el proceso de evaluación. Propósitos de la evaluación. Aportes y recursos para evaluar. La evaluación en el contexto de una planificación. Análisis y diseño de propuestas de evaluación.

.Unidad IV: La enseñanza de ejes curriculares específicos
Análisis didáctico de ejes curriculares de enseñanza de la matemática. Estudio de diferentes aspectos del conocimiento en juego (históricos, epistemológicos, didácticos y cognitivos) en el estudio de estos ejes curriculares.
Análisis de propuestas de enseñanza en textos escolares y materiales didácticos disponibles a través de diferentes medios.

.2) PRÁCTICA PROFESIONAL EN AULA
El desarrollo de este bloque de la asignatura se lleva a cabo en equipos de trabajo colaborativo conformados por dos o tres estudiantes (en casos excepcionales puede ser un/a único/a estudiante), un/a profesor/a supervisor/a del equipo docente de MyPE y el/la profesor tutor/a de la institución del nivel secundario o superior. El trabajo se lleva a cabo en tres momentos (pre-activo, activo, post-activo), desarrolladas en cinco segmentos temporales:

.Segmento I) 1º Momento Pre-activo de la Práctica Profesional
Presentación de problemas matemáticos y gestión de la discusión de sus resoluciones utilizando tecnologías digitales.
Gestión de la actividad matemática colectiva en clases simuladas. Reflexión a partir de la propia práctica y de la práctica de otro a través de distintos registros.
Período: marzo-abril

.Segmento II) 1º Momento Activo de la Práctica Profesional
Reconocimiento e inserción en un aula de una institución educativa realizando observaciones participantes y consultas a distintos actores de la institución.
Participación en el diseño y gestión de un momento de una clase sobre el contenido planificado por el/la profesor/a tutor/a.
Período: mayo

.Segmento III) 2º Momento Pre-activo de la Práctica Profesional
Estudio y análisis del contenido matemático a desarrollar en la escuela, incluyendo su ubicación en el Diseño Curricular y en la planificación institucional.
Planificación de la unidad a desarrollar en la práctica, según lo acordado con todos los miembros del equipo de trabajo.
Período: mayo-junio-julio

.Segmento IV) 2º Momento Activo de la Práctica Profesional
Dictado de clases, ajuste de la planificación, elaboración de materiales, preparación y corrección de las evaluaciones del tema desarrollado.
Período: julio-agosto

.Segmento V) Momento Post-Activo de la Práctica Profesional
Reflexión colectiva sobre la práctica docente. Comunicación y análisis de las decisiones tomadas durante el desarrollo de las clases. Elaboración y presentación del Trabajo Final de Prácticas de Enseñanza, acorde a las indicaciones dadas por los profesores de MyPE.
Período: septiembre-octubre-noviembre

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Teniendo en cuenta la singularidad de este espacio curricular la bibliografía se desarrolla como recurso didáctico para el despliegue de los distintos bloques temáticos. Por ende la definición de su selección depende de decisiones apropiadas al desarrollo del proceso formativo y de los acuerdos con los actores institucionales en relación a las demandas sobre la experiencia de Práctica Profesional.

- Arcavi, Abraham; Hadas, Nurit. (2000). El computador como medio de aprendizaje: ejemplo de un enfoque. International Journal of Computers for Mathematical Learning, 5, 25-45.
- Bombini, G. (2002) “Prácticas docentes y escritura: hipótesis y experiencias en torno a una relación productiva”, ponencia presentada en las primeras Jornadas de Práctica y residencia en la formación docente, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba. Disponible en:
http://docshare01.docshare.tips/files/30609/306091668.pdf
- Bombini, G. & Labeur, P. (2013) Escritura en la formación docente: los géneros de la práctica. Enunciación, 18(1), 19-29. https://doi.org/10.14483/22486798.5715. Disponible en:
Borsani, V., Cedrón, M., Cicala, R., Di Rico, E., - Duarte, B., & Sessa, C. (2016). Modelización de relaciones entre magnitudes geométricas en un entorno enriquecido con TICs: actividades para la escuela secundaria, diseñadas en un grupo colaborativo. Yupana. Revista de Educación Matemática de la UNL, 10, 56-68.
- Edelstein, G. (2000). El análisis didáctico de las prácticas de la enseñanza. Una referencia disciplinar para la reflexión crítica sobre el trabajo docente. Revista del IICE, IX (17), Facultad de Filosofía y Letras, Buenos Aires, Miño y Dávila.
- Fernández de Tassara, A., Detzel, P., & Ruíz, M. E. (2004). El sentido de las funciones en la enseñanza. Revista de Educación Matemática, 19(2), 30-41.
- Gvirtz, S. & Palamidessi, M. (2008) El ABC de la tarea docente: currículum y enseñanza, Editorial Aique. Buenos Aires.
- Hitt, F. (2013). ¿Qué tecnología utilizar en el aula de matemáticas y por qué?. AMIUTEM, 1(1), 1-18.
- Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba (2011). La evaluación de los aprendizajes en educación secundaria. Documento de apoyo curricular.
- Novembre, A-; Escobar, M.; Grimaldi, V.; Ponce, H.; Sancha, I.; Brotiman, C. (2019). Evaluar en matemática. Un desafío de la enseñanza. Bs.As.: Ediciones Santillana S.A.
- Ponte, J. P. (1998) Da formação ao desenvolvimento profissional. Conferencia presentada en el Encontro Nacional de Prof. de Matemática ProfMat 98. Actas do ProfMat 98, (27-44). Lisboa.
- Sadovsky, P. (2005) Enseñar matemática hoy. Miradas, sentidos y desafíos. Libros del Zorzal. Buenos Aires.
- Sessa, C. y Fioriti, G. (coord., 2021) La incorporación de la computadora a la enseñanza de funciones cuadráticas. Bs.As.: UNIPE.
- Stein, M.K.; Engle, R.; Smith, M. & Hughes, E. (2008) Orchestrating Productive Mathematical Discussions: Five Practices for Helping Teachers Move Beyond Show and Tell, Mathematical Thinking and Learning, 10:4, 313-340

Documentos y páginas web:

- Ministerio de Educación del Gobierno de la Provincia de Córdoba. Educación Secundaria, Diseño Curricular para el Ciclo Básico 2011-2020 y Diseño Curricular para el ciclo Orientado 2012-2020. Todos estos documentos están disponibles en:
https://www.igualdadycalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/publicaciones/EducacionSecundaria/DisenosCurricSec-v2.php
- Documentos de actualización curricular: https://www.igualdadycalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/publicaciones/DyPCurriculares/DAC/2023/matematica-ac.pdf
- Documentos sobre materiales curriculares para las progresiones de aprendizaje: https://curriculumcordoba.ar/

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Sobre narrativas y desarrollo profesional

- Álvarez Méndez, J. M. (2005). Evaluar para conocer, examinar para excluir. Ediciones Morata. Madrid.
- Anijovich, R. (Comp.) (2010) La Evaluación Significativa. Editorial Paidós, Buenos Aires.
https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/enunc/article/view/5715/14089
- Freitas, M. & Fiorentini, D. (2007) As possibilidades formativas e investigativas da narrativa em educação matemática. Horizontes, 25 (1), 63-71.
- Freitas, M. & Fiorentini, D. (2008) Desafios e potencialidades da escrita na formação docente em matemática. Revista Brasileira de Educacao. 3 (37),138 – 149.
- Giménez Rodríguez, J. (1997) Evaluación en matemáticas. Una integración de perspectivas. Editorial Síntesis, Madrid, España.
- Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología – Organización de los Estados Americanos (2005) La documentación narrativa de experiencias pedagógicas. Una estrategia para la formación de docentes. D
- Ponte, J. P. (2005) Gestão curricular em Matemática. En Grupo de Trabalho de Investigação (Ed.), O professor e o desenvolvimento curricular (11-34). Lisboa: APM.
- Ponte, J. P. (2012) Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. En N. Planas (Ed.), Teoría, crítica y prática de la educación matemática (83-98). Barcelona: Graó.

Sobre enfoques generales en educación o en educación matemática

- Broitman, C., Escobar, M., Sancha, I., & Urretabizcaya, J. (2014). Interacciones entre alumnos de diversos niveles de conocimientos matemáticos. Un estudio en un aula plurigrado de escuela primaria. Yupana, (8), 11-30.
- Carraher, T.; Carraher, D y Schliemann, A. (1997, cuarta edición en español) En la vida diez, en la escuela cero, cap. 1 y 2, Siglo XXI Editores.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H., & Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: Instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. Educational Studies in Mathematics, 75(2), 213–234.
- Giménez. J. y otros (2007) Educación matemática y exclusión, Ed. Graó, Barcelona.
- Napp, C., Novembre, A., Sadovsky, P. &Sessa;, C. (2005) Apoyo a los alumnos de primer año en los inicios del nivel medio. Documento nº 2. La formación de los alumnos como estudiantes. Estudiar Matemática. Disponible en:
http://estatico.buenosaires.gov.ar/areas/educacion/curricula/d2web01.pdf
- Perrenaud, P. (1990). La Construcción del Éxito y el Fracaso Escolar. Madrid: Morata.
- Quaranta, M. E., Becerril, M. M., García, P., Pérez, M. P., & Sadovsky, P. (2021). Exploración de estrategias de enseñanza orientadas a la inclusión de todos los alumnos en la clase de matemática. Resultados de un trabajo colaborativo entre docentes e investigadores. Educación matemática, 33(2), 57-86.
- Sadovsky, P. (2005). La teoría de situaciones didácticas: un marco para pensar y actuar la enseñanza de la matemática. En H. Alagia; A. Bressan y P. Sadovsky, Reflexiones teóricas para la educación matemática, (pp.13-66). Libros del Zorzal. Buenos Aires.
- Schoenfeld, Alan (1992) Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics, in Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning, (Ed.) Grouws, Macmillan, New York. Se dispone de traducción al español.
- Skovsmose, O. (2000) Escenarios de investigación. Revista EMA, 6(1), 3-26.

Sobre didáctica de la matemática en temas específicos

- Agrasar, M. & Chemello, G. (2021). Entre docentes I: matemática para el aula de ciclo básico de secundaria. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: UNIPE Editorial Universitaria.
- Alsina, C.; Burgues, C. & Fortuny, J. (1997) Invitación a la Didáctica de la Geometría. Serie Matemáticas: Cultura y aprendizaje. Editorial Síntesis. Madrid.
- Azcárete, C. &Deulofeu;, J. (1996) Funciones y gráficas. Serie Matemáticas: Cultura y

aprendizaje. Editorial Síntesis. Madrid.
- Cambriglia, Verónica & Sessa, C.. (2013). Construcciones colectivas en torno a lo general. El caso de la divisibilidad y las descomposiciones multiplicativas. Revista Yupana.[n6. 11].
- Castro Martínez, E., Rico Romero, L, Castro Martínez, E. (1996). Números y operaciones. Editorial Síntesis. Madrid.
- Centeno, J. (1988) Números Decimales ¿Por qué? ¿Para qué? Editorial Síntesis, Madrid, España.
- del Olmo, M.; Moreno, M. y Gil, F. (1993) Superficie y volumen. ¿Algo más que el trabajo con fórmulas? Editorial Síntesis, Madrid, España.
- Fiol, M. & Fortuny, J. (1990) Proporcionalidad directa. La forma y el número. Editorial Síntesis, Madrid, España.
- Flores, P., Lupiáñez, J. L., Berenguer, L., Marín, A. & Molina, M. (2011) Materiales y recursos en el aula de matemáticas. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada. Disponible en:
http://funes.uniandes.edu.co/1946/1/libro_MATREC_2011.pdf
- Gonzalez, J.; Iriarte, M.; Jimeno, M.; Ortiz, A.; Ortiz, A. & Sanz. E. (Ed.) (1990) Números enteros. Editorial Síntesis, Madrid, España.
Itzcovich, Horacio (2005) Iniciación al estudio didáctico de la geometría. Libros del Zorzal, Buenos Aires.
- Lacasta, E. & Pascual, J. (1999) Las funciones en los gráficos cartesianos. Editorial Síntesis, Madrid, España.
- Lupinacci, L., Ferragina, R., & Ammann, S. (2015). Los primeros aprendizajes algebraicos en el contexto de los problemas de cálculo aritmético: un estudio experimental. Yupana. Revista de Educación Matemática de la UNL, 9, 11-24.
- Ministerio de Educación. Dirección General de Planeamiento. Dirección de Currícula. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires (2006) Números racionales. Aportes para la enseñanza. Nivel Medio. Disponible en:
http://estatico.buenosaires.gov.ar/areas/educacion/curricula/pdf/media/matematica_aportesmedia.pdf
- Neagoy, M. (2017). Unpacking Fractions. Classroom-Tested Strategies to Build Students´ Mathematical Understanding. ASCD. Virginia.
- Obando, G. (2003) La enseñanza de los números racionales a partir de la relación parte-todo. Revista EMA, 8(2), 157-182.
- Racca, B. & Scaglia, S. (2018). El papel de las interacciones en la construcción del sentido del trabajo aritmético. En Di Franco (comp.), Memorias REPEM. Santa Rosa: EdUNLPam.
- Sadovsky, P. (2003) Condiciones didácticas para un espacio de articulación entre prácticas aritméticas y prácticas algebraicas, tesis de doctorado, Especialidad: Educación-Didáctica de la Matemática, Facultad de Filosofía y Letras, UBA.
- Saiz, I., Gorostegui, E., & Vilotta, D. (2014). Sobre la complejidad de la gestión en una clase de matemática: entre lo planificado y la realidad del aula. Modelización algebraica de problemas planteados en Z. Educación matemática, 26(1), 41-72.
- Sastre, V., Rey, G., & Boubée, C. (2008). El concepto de función a través de la historia. UNIÓN. Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 16, 141-155.
- Sessa, C. (2005) Iniciación al estudio didáctico del álgebra. Libros del Zorzal, Buenos Aires.
- Sessa, C., & Cambriglia, V. (2007). La validación de procedimientos para resolver sistemas de ecuaciones. Yupana. Revista de Educación Matemática de la UNL, 4, 11-23.
- Sessa, C., Andrés, M., Coronel, M. T., Di Rico, E., & Luna, J. P. (2020). Diseño colaborativo de una propuesta para abordar la noción de función que coordina gráficos cartesianos con modelos geométricos dinámicos. Revista de Educación Matemática, 35(1), 45-60.
- Viola, F. & Nieto, E. (2016). Estudiando el cambio: una propuesta para la introducción del concepto de integral en el nivel secundario. En G. Astudillo, P. Willging & P. Dieser (comp.) Memorias REPEM.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación es continua, teniendo en cuenta los procesos de análisis, comprensión y comunicación de las temáticas abordadas a través de la participación en las clases y a través de producciones escritas de los y las estudiantes. Las participaciones orales o las producciones escritas se evalúan acorde a su pertinencia, coherencia y fundamentación.

Durante la planificación de la práctica, se considera especialmente: el cuestionamiento al objeto de enseñanza (en el sentido de develar la ilusión de transparencia que envuelve a los contenidos matemáticos escolares), la fundamentación de las decisiones tomadas, la disponibilidad al trabajo grupal, la capacidad de escuchar a pares y docentes (de FAMAF u otras instituciones), el grado de factibilidad de implementación de las propuestas al particular contexto escolar en que se desarrollen, así como la adecuada elaboración de las evaluaciones y su valoración.

Durante el desarrollo de la práctica se tiene particularmente en cuenta la adecuada interacción social del o de la estudiante con los actores de los establecimientos educativos y muy especialmente la responsabilidad con la cual asume su tarea como practicante.

Finalizada la etapa activa, el grupo de profesores/as de MYPE entregará a cada estudiante el Informe de evaluación de prácticas profesionales docentes, en el que se sintetizan las valoraciones sobre el desempeño de cada estudiante durante dicha etapa, en base a los siguientes criterios:

- Responsabilidad y compromiso (Asistencia a todos los encuentros. Puntualidad. Cumplimiento de los plazos que haya establecido el/la respectivo/a docente tutor/a para la entrega de la propuesta de práctica. Desarrollo del proyecto de práctica respetando los consensos acordados con el equipo. Preparación de cada clase. Corrección de las tareas de los alumnos en tiempo y forma, usando los recursos de comunicación disponibles y aprobados por la institución educativa. Responsabilidad para contar con los materiales necesarios para el dictado de las clases)

-Trabajo en colaboración. (Respeto hacia los miembros del equipo. Trabajo en colaboración con su par pedagógico. Disposición para asistir al compañero durante sus clases. Capacidad de escucha hacia: Los profesores tutor/a y orientador/a y el par pedagógico. Aceptación de las indicaciones de tutor/a y orientador/a. Pertinencia de las intervenciones durante el trabajo en equipo)

- Relación con el conocimiento matemático. (Predisposición y compromiso para estudiar el tema que es objeto de la práctica profesional. Ausencia/manifestación de errores conceptuales durante la etapa de planificación y/o durante la práctica profesional. Solvencia en el manejo de conceptos matemáticos. Adecuación de los recursos digitales disponibles al conocimiento matemático)

- Relación con el uso de las tecnologías digitales. (Predisposición y compromiso para interiorizarse del manejo de las diferentes plataformas, aplicaciones, programas, etcétera, utilizados por el/la docente orientador/a para el desarrollo de las clases. Disposición a incorporar recursos no utilizados por el/la docente tutor/a, siempre que la institución lo permita. Adecuación de las clases planificadas a las tecnologías digitales disponibles y/o sugeridas en los respectivos establecimientos. Consideración de recursos alternativos, tanto para el docente como para los estudiantes, en casos de falla o ausencia de algún recurso previsto)

- Elaboración e implementación de la propuesta de enseñanza. (Planificación y diseño de actividades fundamentadas en desarrollos teóricos y tendencias actuales de la educación matemática. Consideración y análisis crítico, para la elaboración de la planificación de las prácticas profesionales, de las condiciones de la institución educativa y de las características del curso (según la información recabada durante las observaciones). Adecuación de las prácticas y criterios de evaluación a las decisiones institucionales. Gestión general de las clases. Capacidad

de escucha hacia los estudiantes y pertinencia de las respuestas dadas. Capacidad de expresarse con claridad, fluidez y precisión)

En la etapa post-activa, la escritura del Trabajo Final de Prácticas de Enseñanza, y la defensa de tal trabajo a través de una exposición oral en un coloquio, constituyen las instancias finales de evaluación.

CONDICIONES PARA EL INICIO DE LAS PRÁCTICAS PROFESIONALES

Dada la responsabilidad institucional que nos cabe en la decisión de permitir que cada estudiante inicie sus prácticas profesionales docentes en las instituciones que los reciben para tal fin, consideramos necesario asegurar el cumplimiento de ciertos prerrequisitos básicos para autorizar el inicio de dichas prácticas.

Prerrequisitos que habilitan el inicio de las prácticas profesionales (2º momento activo de las Prácticas Profesionales):
- Contar con una evaluación de proceso favorable, que tendrá en cuenta los procesos de análisis, comprensión y comunicación de las temáticas abordadas a través de: el compromiso en la realización de actividades solicitadas y la participación en las clases, la disposición para la escucha atenta de los aportes y opiniones de compañeros y docentes, la capacidad de trabajar colaborativamente en producciones escritas y la habilidad de comunicación oral o escrita. Todas estas habilidades son consideradas esenciales para la tarea docente.
- Acreditar el 80% de asistencia a las clases dictadas durante el primer cuatrimestre.
- Entregar en término y aprobar tres trabajos prácticos que tienen lugar durante el primer cuatrimestre de clases.
- Tramitar y presentar el Certificado de No Inscripción al Registro Provincial de Personas Condenadas por Delitos contra la Integridad Sexual (Ley 9680) solicitado por las instituciones escolares al personal docente.

En caso de no cumplir alguno de los prerrequisitos mencionados, no estarían garantizadas las condiciones necesarias para asumir la responsabilidad de las prácticas profesionales y el estudiante no sería autorizado para iniciar dichas prácticas en el segundo cuatrimestre. En ese caso, el alumno perdería la posibilidad de promover MyPE y, por consiguiente, no podría continuar con el cursado de la asignatura, puesto que, según se establece en el artículo 1º de la Resolución HCD Nº 256/05, la materia “Metodología y Práctica de la Enseñanza” debe ser aprobada por promoción y para obtener dicha promoción es necesario realizar las prácticas.

CONDICIONES PARA LA CONTINUIDAD DE LAS PRÁCTICAS PROFESIONALES

Los/as docentes orientador/a y tutor/a pueden realizar sugerencias de modificaciones en las actividades inicialmente planificadas, que son discutidas y consensuadas con el grupo de practicantes.

En caso de observar deficiencias en las prácticas de un miembro del grupo, que de alguna manera perjudiquen a los alumnos, alumnas u otros actores de la institución que recibe al grupo, su práctica será suspendida, sin perjuicio de continuidad de las prácticas del resto de los miembros del grupo.

Las razones que motiven la suspensión de las prácticas pueden ser de diversa naturaleza: falta reiterada en el manejo, apropiación o tratamiento didáctico de los contenidos a ser enseñados, imposibilidad o serias dificultades para establecer una relación dialógica con el grupo de alumnos asignado, incapacidad o serias dificultades para respetar los acuerdos e indicaciones realizadas por el/la profesor orientador/a y/o tutor/a, falta de disposición para el trabajo colaborativo o de adaptación a las condiciones provenientes de la institución que recibe al grupo de practicantes,

tomar horas como profesor/a de uno o varios cursos de matemática en la institución que los recibe, llegar tarde al dictado de clases.

Asimismo, se podrán suspender las prácticas a partir de un requerimiento justificado de la propia institución.

REGULARIDAD

Por Resolución HCD N° 256/05, la materia Metodología y Práctica de la Enseñanza debe ser aprobada por promoción. No existe la posibilidad de rendir examen y por lo tanto no existen condiciones para regularizarla.

PROMOCIÓN

Para obtener la promoción es necesario cumplir con los siguientes requisitos (único modo de aprobar la asignatura):

1. Acreditar 80% de asistencia a las clases del primer cuatrimestre y 80% de asistencia a las clases o actividades colectivas del segundo cuatrimestre (con algunas excepciones en el período en que los estudiantes están desarrollando sus observaciones o prácticas en escuelas).
2. Entregar en tiempo y forma 3 (tres) trabajos prácticos escritos y aprobar cada uno de ellos.
3. Aprobar las siguientes actividades vinculadas a la práctica profesional docente:
- Realización de observaciones participantes previas a la práctica. Debe acreditarse el 100% de asistencia y el cumplimiento estricto del horario previsto o acordado con los profesores tutor y/o supervisor.
- Puesta en aula de la planificación elaborada. Debe acreditarse el 100% de asistencia y el cumplimiento estricto del horario de clases.
- Asistencia y colaboración en el 100% de las clases de práctica de otro alumno miembro del equipo, cumpliendo estrictamente el horario de clases.
4. Aprobar el Trabajo Final de Prácticas de Enseñanza. A tal fin, se tiene en cuenta:
- Entrega en tiempo y forma de los avances del Trabajo Final de Prácticas de Enseñanza, según sea requerido por los docentes de MyPE.
- Entrega de la versión definitiva (electrónica y en papel) del Trabajo Final de Prácticas de Enseñanza en el plazo establecido por los docentes de MyPE.
5. Aprobar un coloquio, que consiste en la presentación oral y defensa del Trabajo Final de Prácticas de Enseñanza. Dicho coloquio se realiza en fecha, horario y lugar indicado por los docentes de MyPE.

La nota final de promoción se constituye a partir de considerar las evaluaciones parciales en cada una de las instancias enumeradas anteriormente, particularmente el Informe de evaluación de prácticas profesionales docentes.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Métodos Matemáticos de la Física II	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Esta materia es continuación de Métodos Matemáticos de la Física I (MMI). Entre ambas materias se pretende que un/una estudiante adquiera los conocimientos de matemática necesarios para cursar la parte avanzada de la carrera (3o a 5o año).

El objetivo principal de esta materia es que, una vez aprobada, un/una estudiante maneje conceptos teóricos y técnicas de solución de problemas asociados a:
- Álgebra lineal, tensores y operadores en dimensión finita.
- Espacios de Banach y Hilbert (espacios funcionales y teoría de operadores necesaria en diversas ramas de la física).
- Distribuciones.
- Problemas de contorno en Ecuaciones diferenciales ordinarias (problema de Sturm-Liouville y funciones especiales).
- Distintos tipos de ecuaciones en derivadas parciales (EDP). Ecuaciones elípticas, parabólicas e hiperbólicas. Teoremas fundamentales. Técnica de separación de variables, y otras.

CONTENIDO

Algebra Lineal

Espacios vectoriales; dimensión; bases; componentes de un vector. Espacio dual; covectores; base dual. Tensores; espacio tensorial T(k,l); producto tensorial; base producto. Representación matricial de vectores y covectores. Cambios de base en V, V* y T(k,l); tensores simétricos y antisimétricos. Suma directa; Formas.

Normas y productos escalares. Equivalencia de normas en dimensión finita; topología fuerte.

Transformaciones lineales; operadores; series de potencias de vectores y operadores; representación matricial; cambios de base; transformaciones de semejanza; subespacios invariantes; operadores y matrices de proyección; autovalores y autovectores, propiedades; operadores adjuntos, normales; autoadjuntos y unitarios; forma de Schur; teorema espectral y forma de de Jordan.

Espacio Euclídeo; base coordenada o tangente. Formas diferenciales, base dual; Repaso de coordenadas curvilíneas ortogonales; Campos tensoriales en coordenadas cartesianas; cambios de coordenadas en general; el tensor métrico, ascenso y descenso de índices; derivada covariante y sus propiedades; conexión de Levi-Civita y su relación con la métrica.

Espacios de Hilbert

Sucesiones de Cauchy; espacios funcionales; completitud; espacios de Banach; bases; espacios separables. Base. Transformaciones lineales. Producto escalar; espacios de Hilbert. Espacio l2 y espacio L2; espacios de Hilbert separables. Espacio dual, teorema de representaciones de Riesz. Operadoresisométricos, compactos y normales; representación espectral.

Distribuciones

Funciones C-infinito de soporte compacto. Noción de convergencia. El espacio dual. Distribuciones regulares. Funciones generalizadas. La Delta de Dirac. Derivada de distribuciones. La distribución de Heaviside. Transformada de Fourier de una distribución.

Teoría de Sturm-Liouville

EDOs y problemas de valores de borde. El problema de Sturm-Liouville; autovalores y autofunciones. Completitud. El problema de Sturm-Liouville para funciones armónicas (series de Fourier), Legendre y Bessel.

Ecuaciones en Derivadas Parciales

Conceptos generales. La ecuación escalar de primer orden. Método de las características. Clasificación de ecuaciones cuasilineales de segundo orden.

Ecuaciones elípticas. Ecuación de Laplace y Ecuación de Poisson. Problema de Dirichlet; problema débil de Dirichlet. Existencia y unicidad para la ecuación de Poisson (y Laplace). Teorema espectral para el Laplaciano. Métodos de solución. Separación de variables. Funciones de Green. Problemas elípticos más generales.

Ecuaciones parabólicas. La ecuación del calor en una dimensión y en general. Existencia y unicidad de soluciones. Ecuaciones parabólicas en general.

Ecuaciones hiperbólicas. Superficies características y el problema de Cauchy. Caso 2-dimensional, la posibiliad de tener solución. Problema de Cauchy en R. Problema de valores iniciales con condiciones de contorno. Ondas entrantes y salientes a través de una frontera. Condiciones de borde. Separación de variables. Ondas en el espacio. Método de las medias esféricas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1) Material de estudio provisto por la cátedra.
2) Mattias Blennow, Mathematical Methods for Physics and Engineering. CRC Press, 2018
3) K.F. Riley, M.P. Hobson, S.J. Bence, Mathematical Methods for Physics and Engineering, Cambridge University Press.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1) George B. Arfken Hans J. Weber & Frank E. Harris, Mathematical Methods for Physicists, 7th edition. Elsevier, 2005.
2) Métodos Matemáticos de la Física, Oscar A. Reula, Editorial de la UNC
3) Bestiario de Álgebra Lineal (Notas del Prof. Guido Raggio)

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Habrá dos instancias de evaluación parcial y una de recuperación, escritas. Con posterioridad a cada evaluación se hará una devolución a los/as estudiantes.

El examen final consistirá en una evaluación escrita teórico-práctica de cuatro horas de duración, y eventualmente una instancia oral a criterio del tribunal.

REGULARIDAD

Las condiciones de regularidad son las siguientes:

aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN

Esta materia no implementa el régimen de promoción.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Métodos Numéricos	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 2° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El programa de la materia tiene por objetivo presentar todos los temas que figuran en los contenidos mínimos de la materia, complementándolos con temas que se consideran también esenciales en la formación de licenciados y licenciadas en Física.
La materia tiene dos partes bien diferenciadas. En la primera se enseñará a programar en lenguaje FORTRAN, como así también rudimentos básicos de Linux, ya que éste es el entorno más adecuado para la resolución de problemas numéricos de física. Se contempla también la enseñanza de algunos rudimentos de la graficación utilizando el programa gnuplot.
Esta primera parte tiene también por objeto introducir a los/as estudiantes en la idea de algoritmo; como método paradigmático de la ciencia moderna para la resolución de problemas matemáticos que no pueden resolverse en forma analítica. En la segunda parte de la materia, que ocupa la mayor parte del tiempo previsto, se enseñará a resolver numéricamente algunos de los principales problemas matemáticos que deberán enfrentar durante su carrera, como así también en la vida profesional y científica utilizando computadoras. El objetivo es que logren una visión integrada de cada una de las unidades, que incluya los fundamentos del problema, la justificación analítica y las implicancias de la aplicación de cada algoritmo.

CONTENIDO

1.- Algoritmos numéricos y su implementación en la computadora.

El concepto de algoritmo numérico, su definición y ejemplos. Su implementación en una computadora. Sistemas operativos, editores de texto y graficadores. Lenguajes con intérprete y compilados. Representación de números en la computadora, numeración binaria, representación de punto fijo, representación de punto flotante, matemática entera y matemática de punto flotante, aritmética de no-detención, el concepto de precisión en computación. Errores: distintas fuentes de error. El error absoluto y el error relativo. Redondeo y truncamiento. Propagación de errores en operaciones de punto flotante. Estabilidad numérica: algoritmos numéricamente estables e inestables, y problemas inestables. Lenguaje de programación: FORTRAN.

2.- Solución de ecuaciones no lineales

Introducción al problema de búsqueda de raíces. El Método de la bisección. El método de la secante. El método de regula-falsi. El método de Newton. El método de punto fijo. El método de Newton modificado (caso de raíces múltiples).

3.- Interpolación

Generalidades sobre el problema de interpolación. La interpolación polinomial: definición, existencia y unicidad. Formas de Newton y Lagrange. Comparación con polinomio de Taylor (no interpolante). El algoritmo de Horner. Análisis de errores, caso general y puntos equiespaciados. Splines lineales. Splines cúbicos.

4.- Ajuste de datos a modelos parametrizados por cuadrados mínimos

Enunciado del problema con un ejemplo lineal simple. Ajuste gráfico. Ajuste por menor distancia. Ajuste por resolución numérica. Estimación de los errores. Caso no lineal.
Uso de paquetes o librerías. Ejemplos.

5.- Diferenciación e integración

Generalidades sobre el problema de la diferenciación numérica. Algoritmos hacia adelante, hacia atrás y centrados. Algoritmo de 5 puntos. Algoritmo de 3 puntos para la derivada segunda. Derivación vs. interpolación polinómica. Evaluación de errores e incremento óptimo para algoritmos de 2 y 3 puntos. Generalidades sobre el problema de la integración numérica. Reglas simples y compuestas: rectángulo, punto medio, trapecio, Simpson, trapecio corregida. Reglas Gaussianas. Estimación de errores. Integrales en dos dimensiones.

6.- Ecuaciones diferenciales ordinarias

Algunas definiciones y generalidades. Reducción de una Ecuación Diferencial Ordinaria (EDO) de orden n a n EDO de primer orden. El problema de condiciones iniciales. El método de Euler. El método de Runge-Kutta y la deducción del algoritmo a orden n. El método de Runge-Kutta de segundo orden (RK2). El método de Euler mejorado. El método de Runge-Kutta estándar de cuarto orden (RK4). Aplicaciones a la física: utilización de cantidades conservadas.

7.- Álgebra lineal

Solución de sistemas de ecuaciones lineales. Generalidades. Métodos iterativos para resolver sistemas lineales. Los métodos de Jacobi y Gauss-Seidel. La forma matricial. La estimación de errores de algoritmos lineales iterativos.

8.-Método de Monte Carlo

Generación de números aleatorios. Método de aciertos y fallos. Muestreo simple.
Muestreo de importancia. Algoritmo de Metrópolis y colaboradores.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1) Los apuntes de clase.
2) S. J. Chapman, "Fortran 95/2003 for Scientist and Engineers", tercera edición, McGraw Hill (2007).
3) J. D. Faires y R. L. Burden, "Numerical Methods", cuarta edición., Brooks/Cole (2013).
4) Apunte: Representación de los números en la computadora. Pablo Santamaría. (2009)

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1) D. Kincaid y W. Cheney, "Análisis Numérico. Las matemáticas del cálculo científico", Addison-Wesley (1994).
2) R. H. Landau, M. J. Péez y C. C. Bordeianu, "A Survey of Computational Physics", Princeton University Press (2008).
3) Apuntes impresos y en línea de Linux, gnuplot y FORTRAN (que son de acceso abierto y estarán disponibles en la página de la materia).

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Se tomarán tres trabajos prácticos, con la posibilidad de recuperar uno de ellos. La materia se puede promocionar. El examen final para estudiantes que no promocionen será práctico computacional.

REGULARIDAD

- Asistencia de al menos el 70% de las clases teóricas y prácticas.
- Aprobar 2 (dos) trabajos prácticos (de tres) con calificación mayor o igual a 4 (cuatro).

PROMOCIÓN

- Asistencia de al menos el 80% de las clases teóricas y prácticas.
- Aprobar 3 (tres) trabajos prácticos con calificación mayor o igual a 6 (seis). El promedio de los tres trabajos prácticos aprobados deberá ser mayor o igual a 7 (siete). Se podrá recuperar uno.

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Modelos y Simulación	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

ASIGNATURA: Modelos y Simulación	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

La simulación es una herramienta importante utilizada en las Ciencias de la Computación para modelar sistemas y procesos complejos en un entorno virtual. El objetivo principal de la simulación es imitar escenarios del mundo real, de forma tal que sea posible explorar, probar y optimizar diferentes variables y parámetros sin los riesgos y costos asociados con la experimentación en el mundo físico.

En esta asignatura se presentan distintos modelos probabilísticos y se desarrollan variadas técnicas para la simulación de eventos y procesos estocásticos, continuos y discretos, y el análisis estadístico de datos simulados.

Son objetivos de esta asignatura que el/la estudiante logre:
- Relacionar conceptos de probabilidad y estadística con técnicas de modelado y simulación.
- Interpretar resultados obtenidos y tomar decisiones en base a ellos.
- Diseñar, desarrollar e implementar modelos adecuados a un sistema real.
- Seleccionar las técnicas adecuadas de acuerdo al tipo de sistema a simular.

Estos objetivos alcanzados permitirán que el/la estudiante adquiera una formación sólida de los conceptos y técnicas utilizados en la simulación de sistemas, a través del procesamiento digital de modelos matemáticos probabilísticos.

CONTENIDO

1. **Revisión de fundamentos de Probabilidad y Estadística.**

Axiomas de probabilidad, probabilidad condicional e independencia. Variables aleatorias. Valor esperado y varianza. Desigualdad de Chebyshev y Ley de los

grandes números.
Variables aleatorias discretas: Distribuciones binomial, Poisson, geométrica, binomial negativa, hipergeométrica.
Variables aleatorias continuas: Uniforme, normal, exponencial, gamma.

2. **Procesos de Poisson**

Procesos de Poisson homogéneos. Caracterización. Distribución del número de eventos. Distribución del tiempo entre arribos y de tiempos de arribo. Superposición y refinamiento de procesos de Poisson.
Procesos de Poisson no homogéneos. Función de intensidad y tasa media de arribos.

3. **Generación de números pseudoaleatorios**

Concepto y propiedades de un generador de números seudoaleatorios. Revisión histórica de generadores de números seudoaleatorios. Generadores congruenciales y combinaciones. Métodos actuales.

4. **Método de Monte Carlo**

El método de Monte Carlo. Aplicaciones del método de Monte Carlo para el cálculo de integrales: integración en el intervalo (0,1), en el intervalo (a, b) y en intervalos infinitos. Estimación del número pi.

5. **Generación de variables aleatorias discretas**

Método de la transformada inversa. Método de la transformada inversa. Simulación de variables uniformes discretas, Bernoulli, geométricas, de Poisson y binomial. Aplicaciones: cálculo de promedios y simulación de una permutación aleatoria. Método de composición. Métodos alternativos: el método del alias y métodos de la urna.

6. **Generación de variables aleatorias continuas.**

Método de la transformada inversa. Método de aceptación y rechazo. Simulación de variables exponenciales. Aplicación para simular variables aleatorias discretas de Poisson y variables Gamma(n, lambda). Métodos para simular variables aleatorias normales. Método polar. Simulación de procesos de Poisson homogéneos. Simulación de Procesos de Poisson no homogéneos. Método de refinamiento y mejora del método.

7. **Técnicas de validación estadística**

Tests de bondad de ajuste. El test chi-cuadrado para datos discretos. El test de Kolmogorov-Smirnov para datos continuos. Técnicas de bondad de ajuste con parámetros no especificados. El problema de dos muestras: test de rangos de Mann-Whitney o Wilcoxon.

8. **Cadenas de Markov**

Cadenas de Markov: Propiedad de Markov. Probabilidades de transición. Diagrama de transición. Estructura de clases. Clasificación de estados. Cadenas periódicas. Tiempos de alcance y probabilidades de absorción. Tiempo medio de retorno. Distribución estacionaria.

9. **Análisis estadístico de datos simulados**

Técnicas de inferencia estadística. Histogramas, distribución empírica. Estimación de parámetros de una distribución. Estimadores de máxima verosimilitud. Propiedades de un buen estimador. Error cuadrático medio y varianza de un estimador.
La media muestral y la varianza muestral. Fórmulas recursivas para el cálculo de la media muestral y la varianza muestral. Estimador de la proporción. Fórmula recursiva para el estimador de la proporción. Estimadores por intervalos del valor esperado y de una proporción.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Apuntes de Clase: Kisbye, Patricia, "Modelos y Simulación". Disponible en el aula virtual de la materia. (Última revisión: 2025)
- Sheldon M. Ross, Simulation, Academic Press, 6th. edition, (2022)
- Sheldon M. Ross, Simulación, Prentice Hall, 2da. edición, (1999).
- Averill M. Law, W. David Kelton, Simulation Modelling and Analysis, Mc. Graw Hill, 3ra. edición, 2000.
- Averill M. Law, W. David Kelton, Simulation Modelling and Analysis, Mc. Graw Hill, 5th. edition, 2015.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- George Marsaglia and Arif Zaman, Some portable very-long-period random number generators, Computers in Physics,(8)1, 117 (1994).
- Numerical Recipes: http://www.nr.com/oldverswitcher.html
- Donald Knuth: “Art of Computer Programming, The: Seminumerical Algorithms“, Volume 2. Addison Wesley (1997).

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Las clases se distribuyen en dos horas de clases teóricas y dos horas de clases prácticas en laboratorio. En las clases teóricas se utiliza una pizarra digital compartida, que permite que los/as estudiantes puedan tomar nota de las explicaciones del/de la docente y disponer de las anotaciones realizadas en clase. Los/as estudiantes tienen acceso con anticipación a la clase del material teórico que será desarrollado.
Las clases prácticas están coordinadas con los temas desarrollados en el teórico.
Los/as estudiantes disponen de guías de ejercicios y problemas, algunos de desarrollo en papel y otros de programación. Un subconjunto representativo de estos ejercicios y problemas son explicados al frente por los/as docentes de práctico recuperando las producción, dudas e inquietudes de estudiantes.
Los/as estudiantes disponen en el Aula Virtual del material de estudio, guías de ejercicios y problemas, repositorios con códigos específicos y material complementario. También un foro de novedades y el acceso a los enunciados de trabajos prácticos especiales. El lenguaje de programación utilizado para la resolución de ejercicios, problemas y trabajo especial es Python 3.
La comunicación con los/as estudiantes se complementa con el grupo de chat con las cuentas institucionales de docentes y estudiantes.

Además de las guías de problemas y ejercicios, los/as estudiantes realizan un

trabajo especial en base a un enunciado dado por los/as docentes. Este trabajo se realiza en grupos de a dos, o excepcionalmente tres estudiantes. Debe ser desarrollado en las últimas semanas de clase, aproximadamente, y culmina con la presentación de un informe y el código empleado para la obtención de resultados. Cada grupo cuenta con el seguimiento de un/a docente, desde el inicio hasta la evaluación final del proyecto.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Se prevén:

- Tres (3) evaluaciones parciales escritas. Los/as estudiantes podrán recuperar una sola evaluación parcial.
- Un (1) trabajo práctico especial, realizado en forma individual.
- Tres (3) actividades de seguimiento no obligatorias, previas a cada parcial. Su aprobación sumará puntaje al parcial siguiente.

REGULARIDAD

Para regularizar el/la estudiante deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Aprobar dos parciales, o un parcial y un recuperatorio.
- Aprobar el trabajo práctico especial.

PROMOCIÓN

Para promocionar el/la estudiante deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Aprobar los tres parciales, o dos parciales y un recuperatorio, con nota no menor a 6 (seis) y promedio no menor a 7 (siete).
- Aprobar el trabajo práctico especial con una nota no menor a 6(seis)

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Óptica Astronómica	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La ciencia astronómica se caracteriza por la inaccesibilidad física de los objetos que estudia; radiación electromagnética proveniente de los mismos es el único vehículo de información disponible para el/la astrónomo/a, quien debe detectarla y analizarla como paso previo a la elaboración de una interpretación física del fenómeno observado. En este contexto, la asignatura Óptica Astronómica adquiere una relevancia singular.

En efecto, la Óptica Astronómica describe los principios físicos que explican el comportamiento de los rayos luminosos cuando interactúan con espejos, lentes y prismas, elementos constitutivos de cualquier instrumental óptico, en particular el astronómico. Así se comprende en detalle la generación de las imágenes astronómicas que serán, posteriormente, objeto del análisis por parte del/de la astrónomo/a; se pone especial énfasis en los diversos “defectos” (aberraciones) propios de los sistemas ópticos reales, que afectan dichas imágenes y que, por lo tanto, deben ser tenidos en cuenta en el estudio de las mismas.

Además, la Óptica Astronómica trata de los fenómenos relacionados con la naturaleza ondulatoria de la luz llamados “difracción” e “interferencia”, de aplicación directa en el amplio campo de la espectroscopía astronómica. En particular, se estudian en forma detallada las llamadas “redes de difracción”, componente fundamental de cualquier espectrógrafo astronómico.

De esta manera, se espera que el/la futuro/a astrónomo/a se lleve una idea acabada de cómo y porqué se generan los distintos tipos de imágenes astronómicas, fundamento de la astronomía observacional en todas sus ramas.

CONTENIDO

Unidad 1: Reflexión y refracción de la luz

Concepto de rayo luminoso. Leyes de la reflexión y de la refracción (ley de Snell). Índice de refracción. Principio de reversíbilidad. Camino óptico. Principio de Fermat. Dispersión del color. Reflexión y refracción en superficies planas. Reflexión externa e interna, Ángulo límite y reflexión total. Lámina plano-paralela. Prismas: desviación mínima y potencia, Rellexión y refracción en superficies esféricas cóncavas y convexas. Focos, distancias y planos focales, Convenciones. Formación de imágenes reales y virtuales. Puntos y planos conjugados, Aumento lateral. Métodos gráficos del rayo paralelo y del rayo oblicuo.

Unidad 2: Lentes y espejos

Lentes delgadas. Focos y distancias focales. Formación de imágenes reales y virtuales. Puntos y planos conjugados. Fórmula de las lentes. Aumento lateral. Fórmula del constructor de lentes. Combinación de lentes delgadas. Potencia de una lente delgada. Lentes delgadas en contacto. Lentes gruesas. Método del rayo paralelo para dos superficies esféricas. Focos y puntos principales: su determinación con el método del rayo oblicuo. Fórmulas generales para las lentes gruesas. Puntos nodales y centro óptico. Combinación de lentes. Espejos esféricos cóncavos y convexos. Focos .y distancias focales. Construcciones gráficas. Convenciones. Fórmula del espejo. Potencia de un espejo. Aberración esférica. Astigmatismo de un espejo esférico.

Unidad 3: Diafragmas

Campo visual y brillo de imagen. Diafragma de campo y de apertura. Pupilas de entrada y salida. Rayos principal y marginal. Diafragma frontal, posterior, y entre lentes. Flujo, intensidad e iluminación. Leyes de Lambert. Iluminación de una imagen. Iluminación fuera del eje. Viñeteado

Unidad 4: Aberraciones
Rayos oblicuos. Aproximación del serio y teorías de primer y tercer orden. Las sumas de Seidel y las cinco aberraciones monocromáticas de tercer orden. Aberración de esfericidad de una superficie esférica y de una lente delgada. Factor de forma de una lente. Coma. Astigmatismo longitudinal y transversal. Curvatura de campo y superficie de Petzval. Distorsión. Aberración cromática longitudinal y lateral. Corrección de las aberraciones de tercer orden en lentes y espejos esféricos. Las ecuaciones de aberración de Seidel. El polinomio de aberración. Aberraciones de orden superior.

Unidad 5: Instrumentos ópticos
El ojo humano, objetivos fotográficos, microscopio, binocular, Telescopios refractores. Aumento y escala en el detector. Oculares. Ventajas y desventajas de los telescopios refractores. Telescopios reflectores: Newtoniano, Gregoriano, Cassegrain clásico y Ritchey-Chrétien. La cámara Schmidt. Telescopios catadióptricos. Ventajas y desventajas de los telescopios reflectores. Ejemplos.

Unidad 6: Teoría ondulatoria clásica de la luz
La ecuación de onda. Ondas planas y esféricas. Ondas sinusoidales moviéndose a velocidad constante. Amplitud y longitud de onda, período y frecuencia. Fase y velocidad de fase. Diferencia de fase y de camino. Frente de onda. Intensidad de la onda y densidad de energía. Ley de Bouguer. Electo Doppler. Paquete de ondas. Relaciones de Stokes. Principio de Young para la superposición de ondas. Composición en una misma dirección y con una misma frecuencia. Composición vectorial de amplitudes. Ondas estacionarias. Ondas complejas y análisis de Fourier. Velocidad de grupo. Composición de movimientos armónicos simples perpendiculares, Polarización.
La velocidad de la luz: métodos de Rómer y Bradley.

Unidad 7: Interferencia
Principio de Huygens. Experimento de Young. Interferencia constructiva y destructiva. Franjas de interferencia. Orden. Bisprisma de Fresnel. Fuentes coherentes. Interferómetro de Michelson. Interferencias por reflexiones múltiples. Método de las amplitudes complejas. Interferómetro de Fabry-Perot. Poder de resolución cromático. Filtros interferenciales. Arreglos de telescopios.

Unidad 8: Ditracción de Fraunhoter
Difracción por una rendija. Abertura rectangular. Criterio de Raylelgh. Poder separador cromático de un prisma. Abertura circular: derivación de la expresión de la intensidad. El patrón de Airy. Poder separador de un telescopio. Difracción con doble rendija: expresión de la intensidad, posiciones de los máximos y mínimos, órdenes desaparecidos. Interferómetro estelar de Michelson.

Unidad 9: La red de ditracción
Distribución de intensidad en una red ideal. Máximos principales. Máximos y mínimos secundarios. Formación de espectros. Líneas espectrales. La ecuación de la red. Dispersión angular y lineal. Superposición de órdenes. Poder separador. Red tipo échelle. Componentes esenciales de un espectrógrafo astronómico.

Unidad 10: Óptica de Fourier
Transformadas uni- y bi-dimensionales. Ejemplos. Aplicaciones ópticas. La lente como transformada de Fourier. Point-Spread Function. La integral de convolución. Correlaciones cruzadas y autocorrelación.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Fundamentos de Óptica. Jenkins, F. A. y White, H. E., 1964, Aguilar/McGraw-Hill.
- Óptica. Hecht, E., 2000,Addison Wesley.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Introduction to Aberrations in Optical Imaging Systems, Sasián, d. 2013, Cambridge University Press
- Aberrations of Optical Systems, Welford, W. T. 1986, Taylor £ Francis.
- Principles of Optics Born, M. y Wolf, E. 1991, Pergamon Press.
- Light Ditehburn, R. W. 1976, Academic Press.
- Introduction to Fourier Optics Goodman. 2004

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

A lo largo del cuatrimestre se tomarán dos exámenes parciales sobre los contenidos teórico-prácticos, con sus respectivos recuperatorios.
El examen final contará de una evaluación escrita sobre contenidos teórico-prácticos, y de una exposición oral sobre los contenidos teóricos de la materia. Los/as estudiantes regulares deberán rendir solamente el examen oral.

REGULARIDAD

Para lograr la regularidad en la materia se deberá aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN

No hay régimen de promoción en le cursado de la materia.

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Organización del Computador	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 2° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

El espacio curricular tiene como objeto de estudio la comprensión profunda de la organización, el funcionamiento y los principios de diseño de los sistemas computacionales modernos. Se estructura en cuatro ejes temáticos referidos a los sistemas de representación numérica, el procesador, el lenguaje ensamblador, y los sistemas de memoria

Objetivos específicos:
1- Aplicar los fundamentos del álgebra de Boole y los sistemas de numeración digital para el análisis y diseño de circuitos lógicos combinacionales básicos.
2- Analizar el funcionamiento de los circuitos lógicos secuenciales y los elementos de almacenamiento (Flip-Flops, Registros) para comprender los conceptos de estado, sincronismo y temporización en el hardware.
3- Describir los bloques funcionales de un sistema computacional para comprender su interacción y operación integral.
4- Explicar la organización de los sistemas de memoria semiconductora para optimizar el acceso y la gestión de datos.
5- Distinguir los criterios de diseño de microprocesadores para analizar las soluciones de compromiso tecnológicas en su desarrollo.
6- Detallar el funcionamiento de un procesador moderno para fundamentar el desarrollo de software en diversos niveles de abstracción.

CONTENIDO

1. Circuitos Lógicos Combinacionales

1.1-Sistemas binarios de numeración.
1.2-Representación de números negativos.
1.3-Puntos fijo y flotante.
1.4- Errores en la representación de los datos a nivel máquina.
1.5-Funciones lógicas. Postulados del álgebra de conmutación (Boole). Minimización.
1.6-Circuitos lógicos de bajo y medio nivel de integración.
1.7 Nociones de Lenguajes de Descripción de Hardware

2. Circuitos Lógicos Secuenciales

2.1-Celda básica de memoria (“Flip-Flop D”).
2.2-Circuitos lógicos secuenciales sincrónicos.
2.3-Autómatas de Moore y Mealy.

2.4-Introducción a los circuitos lógicos secuenciales programables.
2.5- “Latchs” y “Shift Registers”

3. Procesadores

3.1-Líneas de direccionamiento, datos y control.
3.2-Registros internos.
3.3-Modos de direccionamientos.
3.4-Instrucciones (Incluye conceptos sobre lenguaje ensamblador (“assembly”)).
3.5-Interrupciones.
3.6 Procesores Tipo Von Newman
3.7 Procesadores Tipo Harward

4. Memorias

4.1- Conceptos fundamentales sobre memorias “Read Only Memory” - ROM, “Programmable Read Only Memory” - PROM, “Erasable Programmable Only Memory” - EPROM y “Electricaly Erasable Programmable Read Only Memory” - EEPROM (Introducción a los “Programmable Logic Devices” - PLD). Memoria “FLASH”.
4.2-Conceptos fundamentales sobre memorias “Random Access Memory” - RAM estáticas (SRAM) y dinámicas (DRAM).
4.3-Estructuración o decodificado de bancos de memorias (“Memory Mapped”).
4.4- Otros tipos de Memorias. Ancho de banda. Jerarquía de memorias. Componentes principales de la jerarquía. Organización funcional.
4.5-Sistemas de detección de errores en datos almacenados en memoria

5. Puertos de Entrada/Salida

5.1-Puerto paralelo. Su estructuración y utilización.
5.2- Puerto serie. Su estructuración y utilización.

Trabajos Prácticos o Laboratorios

Laboratorio N°1 - Diseño e Implementación de una ALU de 4 bits
Esta actividad tiene como objetivo aplicar los fundamentos de la lógica combinacional en el diseño y la implementación de un componente esencial de la arquitectura de computadoras: la Unidad Aritmético-Lógica (ALU). Partiendo de celdas lógicas combinacionales básicas (sumadores, selectores, compuertas), el estudiante deberá realizar el modelado estructural de la ALU utilizando un Lenguaje de Descripción de Hardware (HDL). Finalmente, la funcionalidad del diseño será validada experimentalmente mediante su síntesis y prueba sobre una placa de Lógica Programable (FPGA), permitiendo observar su operación real en la ejecución de operaciones aritméticas y lógicas básicas.
Para la realización de este trabajo los alumnos disponen de laboratorios experimentales en la Facultad con comodidades suficientes para la tarea encomendada (Centro de cómputo con herramientas de software instaladas) y placas de desarrollo de FPGA. El tiempo presencial dedicado por los alumnos para este laboratorio es de 4 horas. En caso de necesidad se asignan distintos turnos para que todos los alumnos puedan realizar el laboratorio de manera cómoda y adecuada.

Laboratorio N°2 - Manejo de FrameBuffer en assembler sobre procesador ARMv8

Actividad propuesta de programación en assembler ARMv8 para la creación de una demostración gráfica en un entorno emulado. Se propone una consigna sencilla y abierta, para lograr un actividad con "piso bajo, techo alto y paredes anchas", donde la creatividad sea la fuerza principal de tracción hacia otros contenidos más profundos como la necesidad de modelado, modularización, parametrización y de optimización para un buen desempeño. Por ejemplo, se solicita a los alumnos que desarrollen una versión modificada de un juego de computadora, pero escribiendo el código en lenguaje ensamblador. Para la realización de este trabajo los alumnos disponen de laboratorios de computación en la Facultad con comodidades y computadoras suficientes para la tarea encomendada. El tiempo presencial dedicado por los alumnos para este laboratorio es de 8 horas. En caso de necesidad se asignan distintos turnos para que todos los alumnos puedan realizar el laboratorio de manera cómoda y adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Patterson, David y Hennesy, John. Computer Organization and Design. The Hardware and Software Interface. ARM Edition. Editorial Morgan Kaufman 2017.
- Morris Mano, M.: “Diseño Digital - Tercera Edición”. Pearson 2003.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Patterson, David y Hennesy, John. Estructura y diseño de computadores. La interfaz hardware/software. Editorial Reverté. 4ta. Edición. Año 2011.
- Stallings, William. Organización y arquitectura de computadores..Prentice Hall, 2007.
- - Tanenbaum, A. S.: “Organización de Computadoras, un enfoque estructurado”. Prentice Hall Hispanoamericana S. A., 2000.está y Paulo Tirao. Álgebra. Una introducción a la Aritmética y la Combinatoria.
- Morris Mano, “Logic and Computer Design Fundamentals”. Pearson, Fifth Edition, 2015.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La secuencia de contenidos arranca con la representación de los principales tipos de números conocidos por los estudiantes (naturales, enteros, reales) por medio de formatos digitales estándares utilizados normalmente en computación. Se aprovecha este punto para introducir conceptos tales como errores relativos y absolutos en la representación de dichos números. Como siguiente paso natural en la secuencia se analiza la forma de implementar operaciones básicas sobre este tipo de números tales como la suma y la resta. Para ello se presentan las nociones de circuitos básicos combinacionales y compuertas básicas haciendo un repaso del álgebra de Boole. Se aprovecha para presentar a los sistemas combinacionales de media escala de integración tales como multiplexores y decodificadores que son útiles como módulos constructivos básicos para los sistemas estudiados. También se van presentando nociones básicas de lenguajes de descripción de hardware a manera de refuerzo o vía alternativa para entender a los sistemas estudiados. Continuando

con la secuencia, se introducen los sistemas secuenciales para solucionar necesidades concretas de la computación tales como multiplicación y división de números de punto flotante. Se aprovecha para presentar módulos constructivos típicos tales como flip-flops, latchs, shift registers, etc., y se comienza a hablar de nociones de memorias tipo ROM y RAM aunque sin profundizar todavía en este punto. El siguiente paso es comenzar a describir la organización básica y elemental de un procesador muy simplificado mencionando las principales diferencias entre arquitecturas tipo Von-Newman y tipo Harvard. Se presentan conceptos y ejemplos de programación en lenguaje ensamblador. A continuación, se describen en más detalles los sistemas de memorias incluyendo conceptos de mapeo básico y nociones básicas de jerarquías de memorias. Finalmente, para completar la secuencia se presentan los sistemas de entrada y salida básicos (paralelo y serie) junto con los conceptos básicos asociados a sistemas de interrupciones.
En cuanto al formato utilizado para el dictado de clases teóricas, se recurre principalmente a exposiciones utilizando todos los recursos audiovisuales disponibles tales como proyectores, pizarrón, etc., pero siempre fomentando la activa participación e interacción con el/la estudiante. Asociados a las clases teóricas se dan clases prácticas donde se trabaja en la resolución de problemas, siguiendo lineamientos similares pero con mayor interacción e iniciativa del estudiantado, abriendo el espacio para que planteen sus dudas y consultas. Se pone a disposición de los/as estudiantes un Aula Virtual con contenidos, foros e incluso con links a videos, guías de problemas y guías de laboratorios. Los/as estudiantes pueden consultar tanto presencialmente en los horarios de clases y consultas, como así también mediante los foros en el Aula Virtual. Para el desarrollo de los laboratorios la Facultad dispone de Laboratorios de computación especiales dotados con suficientes computadoras y además de laboratorios experimentales donde los alumnos pueden realizar tareas manuales como por ejemplo desarmar y reparar computadoras (Ver Laboratorio 1). Para el Laboratorio 2 se utilizan simuladores apropiados para lenguaje ensamblador que permiten hacer compilaciones y ejecuciones cruzadas simulando el entorno del procesador estudiado en cualquier computadora, ya sean las disponibles en la Facultad o bien los dispositivos personales de los/as alumnos/as. Para el desarrollo del laboratorio 01 los alumnos emplean unas 4 horas presenciales en los laboratorios experimentales. Para el desarrollo del Laboratorio 02, los alumnos utilizan 8 horas presenciales en los laboratorios de computación. En todos los casos hay suficientes recursos y profesores/as para atender a los/as alumnos/as. En cuanto a la dinámica de interacción con los/as estudiantes, además del/de la profesor/a encargado/a del teórico existe un número suficiente y adecuado de docentes para el desarrollo de las clases de problemas y laboratorios.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Los/as estudiantes serán evaluados en instancias de evaluación formativas e instancias sumativas.
Instancias de evaluación formativas: Se refiere a dos trabajos prácticos o laboratorios donde los/as estudiantes resolverán dos proyectos asociados a la materia y se aprovechará para diagnosticar el estado de aprendizaje del/de la estudiante e identificar necesidades de ayuda pedagógica apropiados para el/la estudiante, en caso de detectarse la necesidad. Cada trabajo práctico tendrá dos niveles de complejidad. Uno para regularizar y uno para promocionar.

Respecto de instancias de evaluación sumativas: Serán dos parciales tomados en forma presencial.
Habrá dos parciales cada uno con su propio recuperatorio. La nota del recuperatorio reemplaza la nota del parcial recuperado.
- Examen final
Los/as estudiantes libres o regulares rendirán un examen final escrito similar a los parciales y además deberán tener presentados o presentar los trabajos prácticos del año en curso. Se les podrá tomar un examen oral de los mismos y de los temas del examen escrito, en función de los antecedentes registrados de la actuación previa del/de la estudiante en la materia.

REGULARIDAD
- Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios con nota mayor o igual a cuatro. (Se toman 2 parciales y 2 recuperatorios, uno para cada parcial).
- Aprobar al menos el 60% de los requerimientos para los trabajos prácticos o de laboratorio (Se desarrollan al menos dos trabajos prácticos o laboratorios).
Los trabajos prácticos o de laboratorio podrán ser tenidos en cuenta para la nota final de un parcial.

PROMOCIÓN
- Aprobar las dos evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete). Habrá dos parciales y dos recuperatorios. Cada parcial tiene su propio recuperatorio. La nota del recuperatorio reemplaza la nota recuperada.
- Aprobar todos los trabajos prácticos o de laboratorio con su correspondiente defensa oral. Los trabajos prácticos o de laboratorio podrán ser tenidos en cuenta para la nota final de promoción.

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Paradigmas de Programación	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

ASIGNATURA: Modelos de Programación	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

El objetivo de la materia es conocer e instrumentalizar conceptos fundamentales de los lenguajes de programación, poder identificar y explicar la semántica de los programas en diferentes lenguajes, identificar causas de comportamientos inesperados, conocer las semejanzas y diferencias entre los diferentes lenguajes de programación y las decisiones de diseño subyacentes a los diferentes paradigmas de programación.

CONTENIDO

1. Introducción, Historia y Alcance

Introducción a la materia. Historia de los lenguajes de programación. Alcance de los lenguajes de programación.

2. Sintaxis y Semántica

Distinción entre sintaxis y semántica.
Estructura y función de los compiladores.
Niveles de los compiladores.
Semántica denotacional, lambda cálculo y semántica operacional.
Fundamentos de semántica operacional.

3. Tipos

Concepto de tipo y subtipo.
Jerarquías de tipos.
Mecanismos de inferencia de tipos.

Tipado fuerte y tipados débiles.
Sobrecarga y polimorfismo.

4. **Conceptos Fundamentales Variables**

Lenguajes estructurados en Bloques.
Bloques nombrados, funciones.
Pasaje de parámetros.
Alcance estático y dinámico. Excepciones.
Recolección de basura.

5. **Programación Funcional**

Propiedades de las componentes de software declarativas.
Transparencia referencial.
Efectos secundarios.

6. **Programación Orientada a Objetos**

Abstracciones de la orientación a objetos.
Encapsulación, interfaz e implementación.
Herencia, herencia múltiple, mecanismos de herencia múltiple aproximada.
Niveles de visibilidad. Particularidades de diferentes lenguajes orientados a objetos: Simula, Smalltalk, C++, Java.

7. **Programación Concurrente y Distribuida**

Semántica de concurrencia. Abstracciones de concurrencia.
Frameworks de programación distribuida.
Concurrencia funcional.
Paradigma de actores.

8. **Programación Lógica**

Motor de inferencia, búsqueda.
Unificación.
Mundos cerrados.
Cut.

9. **Scripting**

Decisiones de diseño en los lenguajes de scripting. Lenguajes pegamento y lenguajes de dominio.

10. **Frameworks**

Concepto de boilerplate.
Hotspot y Frozen spot.
Inyección de dependencia.

11. **Seguridad en Lenguajes de Programación**

Vulnerabilidades por manipulación de bajo nivel.
Vulnerabilidades por debilidad en el sistema de tipos.
Programación defensiva y programación ofensiva.

12. Programación Asistida por Inteligencia Artificial

Introducción al aprendizaje automático y modelos de lenguaje.
Herramientas de asistencia a la programación basadas en Inteligencia Artificial.
Usos y limitaciones.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- John Mitchell. 2002. Concepts in programming languages. CUP. ISBN: 1139433482

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Michael L Scott. 2016. Programming Language Pragmatics. Morgan Kaufmann. ISBN: 9780124104099
- Benjamin Pierce. 2002. Types and Programming Languages. MIT Press. ISBN: 9780262162098
- Van Roy & Haridi. 2004. Concepts, Techniques, and Models of Computer Programming. MIT Press. ISBN: 9780262220699
- Norman Ramsey. 2022. Programming Languages: Build, Prove, and Compare. CUP. ISBN: 9781107180185
- Saverio Perugini. 2021. Programming Languages: Concepts and Implementation. O'Reilly. ISBN: 9781284222739

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La materia se dicta en modalidad híbrida: presencial en aulas de FAMAF con transmisión sincrónica a través de meet (según lo establecido por ORD HCS 8/22). La retransmisión queda grabada y disponible para los/as estudiantes de la materia, que la pueden consultar en cualquier momento. Se reciben y contestan preguntas de los/as estudiantes presentes en el aula presencial de FAMAF y también de estudiantes presentes en la videollamada de Meet, de forma oral y escrita (por chat de meet).

La parte teórica de la materia se aborda a través de las clases magistrales, pero también con una guía de lectura creada por la cátedra, que acompaña las lecturas obligatorias con comentarios y aclaraciones, además de ejercicios prácticos que cubren los diferentes contenidos presentados, y exámenes de años anteriores. Esta parte de la materia se desarrolla de forma individual, con resolución de ejercicios en común en la clase, y respuesta de dudas, especialmente en las horas dedicadas a ejercicios.

De forma asincrónica, se resuelven consultas a través del canal correspondiente de Zulip, la plataforma de chat organizado para las materias de la Sección Computación de FAMAF.

La mitad del tiempo de dictado se dedica a clases magistrales de contenido teórico-práctico, con un 80% del tiempo dedicado a la exposición secuencial de los

temas de la currícula, y el 20% del tiempo dedicado al planteo y resolución en el pizarrón de ejercicios prácticos. La otra mitad del tiempo de dictado se dedica al laboratorio de programación, con un 10% - 20% dedicado a clases magistrales sobre consignas, metodología, resolución de problemas y abordaje de los laboratorios en general, y el 80% dedicado a consultas sobre los 3 proyectos de programación propuestos. Las clases de laboratorio se llevan a cabo en formato híbrido, presencialmente en los laboratorios de computación de la FAMAF, que cuentan con más de 100 computadoras con el software necesario instalado, y también a través de meet sincrónicos para el seguimiento de grupos de trabajo con presencialidad remota. Las clases magistrales de laboratorio quedan grabadas para su posterior consulta.

El trabajo en el laboratorio se desarrolla en grupos de 3 o 4 personas (según la ratio docente-estudiante de cada año). Los estudiantes implementan 3 laboratorios según las consignas presentadas por los/as docentes, y a partir de un esqueleto de programa de partida. Cada uno de los laboratorios está orientado a desarrollar uno de los paradigmas de programación presentados en el teórico. A modo de evaluación, el grupo tiene que entregar el proyecto implementado, que es revisado por los/as docentes a cargo, y cada estudiante resuelve de forma individual, en instancia de examen presencial, un ejercicio de programación relacionado con cada uno de los proyectos.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

- Tres evaluaciones parciales de teórico y tres entregas de proyectos de laboratorio, con un recuperatorio de teórico y uno de laboratorio. Las evaluaciones de teórico consisten en un examen escrito, las de laboratorio en entregas de código y defensa oral.

REGULARIDAD

- Para que un/a estudiante pueda obtener la condición de estudiante regular deberá aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios y aprobar al menos dos de las tres entregas de laboratorio.

PROMOCIÓN

- Para adquirir la condición de estudiante promocional, un/a estudiante deberá aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), obteniendo un promedio no menor a 7 (siete), y aprobar todas las entregas de laboratorio con una nota no menor a 6 (seis).

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Redes y Sistemas Distribuídos	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

Las redes de computadoras y las aplicaciones basadas en redes de computadoras son fundamentales para el trabajo profesional y son recursos valiosos para quienes hacen investigación y docencia. Para la formación del/de la estudiante no solo se espera que sepan usar las redes de computadoras y las aplicaciones basadas en ellas, sino también comprender cómo se arman las redes, cuáles son sus componentes y los protocolos de software para las mismas; esto les ayudará a eventualmente poder construir y administrar redes de computadoras. Los/as estudiantes aprenderán los fundamentos sobre los sistemas operativos de redes; esto les podría servir en el futuro para participar en el desarrollo de protocolos de redes o de partes de sistemas operativos de redes. En el mundo moderno hay distintos paradigmas de desarrollo de software sobre redes: cliente-servidor, peer to peer, middlewares, etc. Los/as estudiantes adquirirán las primeras experiencias de desarrollo de aplicaciones de redes basándose en algunos de dichos paradigmas y en algunos protocolos de redes. En la materia seguimos el enfoque de organizar los sistemas operativos de redes como una arquitectura de capas donde cada capa tiene sus protocolos y se abstrae de ciertos problemas; esta forma de dar la materia ayuda a organizarla y a que los alumnos la comprendan (la capa de más abajo tiene que ver con el hardware de las redes y las dos capas de más arriba son necesarias para aprender a construir aplicaciones de redes). En cada capa hacemos énfasis en conceptos fundamentales, en cómo resolver los problemas asociados a ella, y en comprender y evaluar los protocolos más importantes usados hoy en día.

Objetivos:
Los/as estudiantes deberán alcanzar los siguientes:
Conocer el hardware de las redes y entender los límites teóricos de velocidad de transferencia.
Comprender los conceptos y problemas a resolver para las distintas capas de sistemas operativos de redes (SOR) arriba del hardware de las redes. Poder hacer razonamientos acerca de protocolos de red (mediante cálculos - usando recursos del álgebra, la aritmética, el análisis matemático, y la probabilidad y estadística – el uso de los conceptos en los que se basan los protocolos, y el empleo de las reglas de los protocolos).
Poder llevar a cabo evaluaciones de cómo se comporta un protocolo de acuerdo a las propiedades que importan para el mismo.
Poder evaluar la cantidad de los recursos que un protocolo de red consume y así como explicar bajo qué circunstancias un protocolo se comporta bien y en cuáles casos se comporta mal.

Poder comparar las alternativas de protocolos para una cierta capa de SOR entre sí desde distintos puntos de vista.
Poder programar aplicaciones distribuidas que usan APIs de comunicación de redes: aquí nuevamente los/as estudiantes deberán conocer los protocolos intervinientes y tener en cuenta las reglas por ellos definidas.

CONTENIDO

1. Introducción

Redes de computadoras. Servicios proporcionados por las redes de computadoras. Tipos de redes. Internet de las cosas. Sistemas operativos de red. Jerarquías de protocolos. Modelos de referencia. Protocolos de internet de las cosas. Cómputo en la nube.

2. La Capa de Aplicación

Enfoques para desarrollar aplicaciones de red. Estilos de arquitectura de aplicaciones de red: cliente-servidor y peer-peer. Protocolos de capa de aplicación. La web: panorama de la arquitectura, navegadores web, plug-ins y aplicaciones de ayuda, servidores web, protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP), documentos web estáticos (HTML), páginas dinámicas, generación de páginas web del lado del servidor usando PHP, Cookies, manejo de cookies con PHP.

3. La Capa de Transporte Primitivas y sockets

Elementos de los protocolos de transporte. Conceptos básicos de TCP, problemas elementales sobre envío y recepción de mensajes en TCP, encabezado de TCP. Direccionamiento. Direccionamiento en TCP. Protocolos para transferencia de datos confiable: parada y espera, retroceso N, y repetición selectiva. Control de flujo, protocolos de control de flujo, control de flujo en TCP. Control de congestión. Control de congestión en TCP: distintos protocolos. Establecimiento y fin de conexiones. Establecimiento y liberación de conexiones en TCP. Administración de temporizadores en TCP. Protocolo UDP.

4. La Capa de Red

Aspectos de diseño de la capa de red. Conmutación de paquetes de almacenamiento y reenvío. Servicios proporcionados a la capa de transporte. Servicio no orientado a la conexión. Servicio orientado a la conexión. Algoritmos de enrutamiento: principio de optimización, enrutamiento de ruta más corta, inundación, enrutamiento de vector de distancia, enrutamiento por estado del enlace, enrutamiento jerárquico. Control de congestión: principios generales del control de congestión, políticas de prevención de congestión, control de congestión en subredes de datagramas, desprendimiento de carga. Interconectividad: cómo difieren las redes, conectando redes, fragmentación. Capa de red de Internet: protocolo IP, formatos de direcciones IP, subredes, CIDR, traducción de dirección de red (NAT), Ipv6. Protocolo OSPF (abrir primero la ruta más corta). Protocolos de puerta de enlace exterior, BGP.

5. La Capa de Enlace de Datos

Funciones de la capa de enlace de datos. Tramas. Servicios provistos a la capa de red. El problema de la asignación del canal. Protocolos de acceso múltiple sin detección de portadora, protocolos de acceso múltiple con detección de portadora. Ethernet: cableado Ethernet, formato de trama, cálculo de tamaño de trama mínima, algoritmo de retroceso exponencial binario, Ethernet conmutada. Fast Ethernet.

Gigabit Ethernet. Redes inalámbricas: tipos de redes inalámbricas, problemas de las redes inalámbricas, protocolo CSMA/CA; protocolo 802.11 PCF.

6. **La Capa Física**

Bases teóricas de comunicación de datos. Análisis de Fourier. Resultados de Niquist y Shannon. Conversiones entre señales digitales y analógicas. Módems. Medios de transmisión guiados y no guiados. Multiplexión. Sistema telefónico público conmutado. DSL. Sistema telefónico móvil. Internet por cable. Fibra a la casa.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Andrew S. Tanenbaum and David J. Wetherhall. Computer Networks (6th Edition). Prentice Hall, 2021.
- Kurose, J. F. and Ross, K. W. Computer Networking – A Top Down Approach. Seventh Edition, Pearson, 2017.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Douglas E. Comer. Computer Networks and Internets. 5th edition, Prentice Hall, 2009.
- William Stallings. Data and Computer Communications. 8th edition, Prentice Hall, 2007.
- Larry L. Peterson and Bruce S. Davie. Computer Networks. 5th edition, Morgan Kaufmann, 2011.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Formatos empleados para el desarrollo de las clases

Se usan clases teórico-prácticas híbridas (i.e. con asistencia presencial y remota), donde se estudia la teoría de la materia y se desarrollan actividades prácticas bajo supervisión de los/as docentes.

El laboratorio de la materia combina explicaciones conceptuales con instancias de desarrollo de código y de experimentación guiada. Las clases se desarrollan tanto en modalidad presencial física como remota, con instancias sincrónicas para acompañamiento técnico y conceptual. Se pone a disposición además, distintos material (videos, guías y enunciados) a través del Aula Virtual. Cada laboratorio incluye demostraciones, sesiones de preguntas y ejercicios en vivo para afianzar los conceptos antes de la entrega.

Secuenciación de los contenidos

Para el teórico-práctico se comienza con la introducción de la materia; luego se usa enfoque top-down recorriendo las diferentes capas de red desde las más abstractas a las más concretas; estas son: capa de aplicación, capa de transporte, capa de red, capa de enlace de datos y capa física.

Los contenidos del laboratorio se organizan de manera incremental siguiendo el enfoque top-down de la materia. Se inicia con el desarrollo de aplicaciones de red en la capa de aplicación (Lab 1 y Lab 2), centradas en programación con sockets en

Python y protocolos estandarizados o diseñados ad hoc. Luego, se avanza hacia la experimentación en capas inferiores mediante simulaciones con OMNeT++ (Lab 3, Lab 4 y Lab 5), donde se analizan fenómenos de transporte, enrutamiento y acceso al medio. Esta secuencia permite que el/la estudiante transite desde la construcción de aplicaciones distribuidas hasta la modelización y evaluación de mecanismos internos de una red real, tal como se detalla en los enunciados de los laboratorios.

Tareas y actividades que realizan los estudiantes

Para clases teórico-prácticas: i) Derivar protocolos para las diferentes capas. Ii) Comparar protocolos que cumplen la misma función dentro de una capa. iii) Hacer cálculos de uso de recursos que involucran los protocolos (latencia, utilización de canal, ventanas, espacios de secuencia, temporizadores, representación interna de la red entre otros). iv) Simular secuencias de mensajes para protocolos bajo ciertas condiciones. v) Construcción de mensajes para ciertas necesidades. vi) Diseñar redes de distintos tipos para diferentes necesidades.

Para el laboratorio de la materia las actividades principales consisten en: (i) implementación de aplicaciones cliente/servidor con sockets (Labs 1 y 2), (ii) desarrollo y extensión de modelos en OMNeT++ para estudiar control de flujo y congestión (Lab 3), enrutamiento estático y dinámico (Lab 4), y protocolos de enlace como ALOHA (Lab 5), (iii) análisis cuantitativo de resultados mediante métricas obtenidas de simulaciones (.sca, .vec), (iv) elaboración de informes técnicos y presentaciones orales grupales de hasta 10 minutos, según lo solicitado en los enunciados. Además, los/las estudiantes realizan lecturas guiadas y resuelven ejercicios de modelización, depuración de código y discusión conceptual sobre el comportamiento observado en sus implementaciones.

Materiales y recursos didácticos usados para la enseñanza y aprendizaje de la materia

Para el teórico práctico: usamos un Aula Virtual en Moodle que contiene: presentaciones audiovisuales de los temas de la materia, videos de clases grabadas, parciales de ejemplo y su resolución, listas de ejercicios y problemas de los capítulos de la materia, ejercicios y problemas resueltos

El laboratorio utiliza: Python 3 para programación con sockets (Labs 1 y 2), OMNeT++ para simulación en capas inferiores (Labs 3 a 5), repositorios Git provistos por la Facultad para entregas, presentaciones multimedia, videos tutoriales y ejemplos de código. El Aula Virtual contiene cuestionarios, foros de consulta, cronogramas, enunciados y material complementario. También se emplean herramientas de línea de comando, Wireshark, contenedores Docker en talleres prácticos y APIs específicas presentadas por la cátedra.

Asimismo, en el entorno Moodle, los/as estudiantes disponen de un foro de consultas a donde pueden hacer preguntas de los temas desarrollados en las clases teórico-prácticas, así como en los laboratorios.

Dinámicas de trabajo propuestas a los estudiantes

Para el teórico-práctico: En las clases se intercalan presentación de contenido teórico con actividades de ejercitación. Estas actividades son supervisadas por el/la docente. Algunas clases son solo de ejercitación donde hay actividades de resolución de guías de ejercicios y problemas. Antes de los parciales siempre hay una clase donde se resuelve un parcial modelo y se atienden consultas sobre los

contenidos a evaluar. Los/as estudiantes pueden usar el canal de Zulip de la materia para hacer consultas sobre la materia o plantear inquietudes.

Para la parte de laboratorio las actividades se realizan en grupos de tres estudiantes, promoviendo la interacción entre pares mediante el diseño colaborativo de código, la discusión de decisiones de ingeniería y el co-análisis de resultados. Las consultas se canalizan a través de foros (Moodle y Zulip) y de sesiones sincrónicas con docentes y ayudantes. En las evaluaciones orales, la interacción es individual, lo que permite verificar la comprensión conceptual y la capacidad de justificar las decisiones de implementación. La dinámica fomenta el aprendizaje activo y el razonamiento crítico sobre el funcionamiento real de las redes de computadoras.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

REGULARIDAD
- Aprobación de los 2 parciales, o de 1 parcial y de 1 recuperatorio.
- Aprobar al menos el 60% de los trabajos de laboratorio.

PROMOCIÓN
- Aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7.
- Entrega y aprobación de todos los trabajos de laboratorio en las fechas establecidas con nota no menor a 6.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Seminario: Formador de Formadores	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año (anual)
CARRERA: Profesorado en Matemática, Profesorado en Física	
REGIMEN: Anual	**CARGA HORARIA:** 90 horas (Prof. en Física) / 150 horas (Prof. en Matemática)

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Se pone el acento en un enfoque de la formación que se refiere al proceso personal de construcción de identidad que debe realizar cada futuro/a docente, a la construcción de la base conceptual necesaria para enseñar y a la construcción de un repertorio de formas docentes apropiadas para las situaciones de enseñanza que deberá enfrentar, teniendo especialmente en cuenta destinatarios, a su vez, futuros/as docentes.
El Seminario se conforma como un espacio de estudio, debate, reflexión y de indagación sobre lo que significa ser docente formador, qué características presentan las instituciones formadoras, quiénes son los/as sujetos/as estudiantes así como también el estudio de los marcos normativos de la formación docente.
En todos los casos nos referimos a futuros/as docentes que enseñarán matemática o física o que requieran de esos saberes para completar su formación.

OBJETIVO GENERAL
- Promover estudios, discusiones y reflexiones fundamentadas sobre la problemática de la formación docente, integrando análisis teórico y experiencias prácticas, que favorezcan la comprensión de la complejidad de tal proceso formativo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS
- Examinar críticamente producciones y documentos actuales sobre la formación de profesores en el contexto local y regional.
Identificar, comparar y seleccionar fundamentos teóricos relevantes para diseñar, revisar o reformular propuestas de formación docente.
- Realizar un primer acercamiento a instituciones de nivel superior de formación docente de la ciudad de Córdoba, incluyendo una entrevista a un docente y la elaboración del informe correspondiente.
- Desarrollar habilidades para el uso de bases de datos y recursos bibliográficos como herramientas para la toma de decisiones informadas y la creación o evaluación de materiales destinados a la formación docente.
- Elaborar informes críticos sobre artículos o textos relacionados con la formación docente.
- Diseñar una breve indagación sobre alguna temática referida a la formación docente.

CONTENIDO

Unidad I: Marco político, jurídico y normativo de la formación docente

Organización de los Ministerios de Educación Nacional y Provincial u otros organismos que regulan la formación docente.
Leyes actuales que rigen el sistema. Diferentes niveles de los marcos jurídicos. Ley de Educación Provincial (Córdoba) (9870/2010).
Lineamientos Nacionales para la Formación Docente Continua y el Desarrollo Profesional (Resolución CFE Nº 30/07). Lineamientos Curriculares Nacionales para la Formación Docente Inicial (Resolución CFE N° 24/07 y su actualización Resolución CFE Nº 476/24).
Una aproximación al estudio del Plan Nacional de Formación Docente 2016-2021.

Unidad II: La formación docente, instituciones y curriculum

Instituciones formadoras en la jurisdicción local. Formación docente en nivel superior no universitario. Los sujetos en la formación docente: los formadores de docentes, los estudiantes. Perspectivas actuales en torno a la formación docente. Áreas ministeriales que se ocupan del desarrollo curricular para el nivel superior no universitario. Los diseños curriculares provinciales. Estudio de casos. Diseño y realización de una entrevista.

Unidad III: Investigación en educación como motor para el desarrollo. Pensando en el futuro profesor

Área de investigación educativa en distintos organismos oficiales. Publicaciones.
Análisis de artículos de investigación, ensayos, artículos periodísticos u otros en relación con la formación docente. Diseño de una breve indagación.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Achilli, E. (2023) Investigación en la formación docente. Algunas pistas metodológicas. Revista Científica EFI: Educación, Formación, Investigación, 9(14), 13 - 28. Disponible en https://dges-cba.edu.ar/wp/wp-content/uploads/2023/05/Revista_EFI_Vol9-N14-2023.pdf
- Alliaud, A. y Feeney, S. (2014) La formación docente en el nivel superior de Argentina: hacia la conformación de un sistema integrado. Revista Latinoamericana de Políticas y Administración de la Educación, 1 (1), pp. 125-134. Buenos Aires: EDUNTREF. Disponible en http://relapae.com.ar/wp-content/uploads/relapae11alliaudfeeneyformaciondocente.pdf
- Tenti Fanfani, E. (coord.) (2010). Estudiantes y profesores de la formación docente: opiniones, valoraciones y expectativas. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación.
- Vaillant, D. (2018). Estudio exploratorio sobre modelos organizacionales y pedagógicos de instituciones de instituciones dedicadas a la formación docente inicial. Un análisis en clave comparada. UNESCO

Webgrafía
- Colección Desarrollo Profesional Docente del INFD. http://cedoc.infd.edu.ar/
- Documentos para la Formación Docente. Ministerio de Educación de la Nación. https://www.argentina.gob.ar/educacion/formacion-docente
- Legislación Nacional. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. https://www.argentina.gob.ar/normativa
- Diseños curriculares para la formación docente. Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba. https://dges-cba.infd.edu.ar/sitio/curriculares/

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Cámpoli, O. (Cons.) (2004) La formación docente en la República Argentina. Trabajo elaborado para el Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina. Buenos Aires: IESALC. Disponible en https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139828
- Fortuny J. M. y Rodríguez R. (2012) Aprender a mirar con sentido: facilitar la interpretación de las interacciones en el aula. Avances de Investigación en Educación Matemática, 1, 23 - 37 Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM). Disponible en http://www.aiem.es/index.php/aiem/article/view/3
- Terigi, F. (coord.) (2011). Aportes pedagógicos a la reformulación de la formación inicial de los/as profesores/as de nivel secundario en Argentina. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. https://cedoc.infd.edu.ar/wp-content/uploads/2020/01/010106Aportes_pedagogicos_a_la_reformulacion.pdf
- Terigi, F. (2013) Acerca de los saberes en el trabajo docente. Conferencia Primer Encuentro: Poniendo en foco la enseñanza. Programa Educación CLAEH. Montevideo, Uruguay. Disponible en https://www.youtube.com/watch?v=36UCdjKQ7co

- Vezub, L. (2007) La formación y el desarrollo profesional docente frente a los nuevos desafíos de la escolaridad. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 11 (1), pp. 1-23. Granada, España: Universidad de Granada. Disponible en http://www.ugr.es/~recfpro/rev111ART2.pdf
- Vezub, L. F. (2020). Las dimensiones de análisis en el diseño cualitativo. Aportes desde la investigación de las políticas de formación docente continua. Krínein. Revista de Educación Edición, 19, 5-27. Disponible en https://www.ucsf.edu.ar/ediciones/krinein-19/

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

- Trabajos prácticos periódicos, escritos u orales, sobre las distintas temáticas que se abordan en el curso. Las presentaciones orales se realizarán mediante el uso de diferentes recursos informáticos de modo presencial.
- Realización de instrumentos de prácticas de observación en institutos de formación docente.
- Diseño y aplicación de una entrevista, presencial o virtual, a un docente de un ISFD de la ciudad de Córdoba.
- Escritura y presentación oral del informe correspondiente a la observación realizada.
- Diseño y defensa del diseño de una indagación.

REGULARIDAD

1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases
2. Entrega y aprobación al menos del 60% de los trabajos prácticos.
3. Presentación de un informe final de aproximación institucional dirigida y de una entrevista que deberá aprobarse con una nota no inferior a 4 (cuatro).
4. Presentación de un informe final de un diseño de indagación que deberá aprobarse con una nota no inferior a 4 (cuatro).

PROMOCIÓN

1. Tener aprobada al comenzar el segundo cuatrimestre la materia correlativa establecida en el plan de estudio vigente.
2. Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases, demostrando una activa participación.
3. Aprobación del 100% de los trabajos prácticos con una nota no menor a 6 (seis) y un promedio no menor a 7 (siete).
4. Presentación de un informe final de aproximación institucional dirigida y de una entrevista que deberá aprobarse con una nota no inferior a 7 (siete).
5. Presentación de un informe final de un diseño de indagación que deberá aprobarse con una nota no inferior a 7 (siete).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Termodinámica de la Atmósfera	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Hidrometeorología	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Introducir los conceptos de las variables termodinámicas meteorológicas. Adquirir conocimientos de los procesos termodinámicos que ocurren en los distintos niveles de la troposfera. Sentar las bases para posteriores estudios de la inestabilidad en la atmósfera, la convección y la formación de nubes.

CONTENIDO

1. Conceptos básicos de la termodinámica.

Sistema termodinámico y entorno: Sistemas aislados, cerrados, adiabáticos y abiertos. Propiedades termodinámicas intensivas y extensivas. Tipos de equilibrio. Transformaciones reversibles e irreversibles.

Calorimetría: Calor como forma de energía. Equivalente mecánico del calor. Calores específicos. Calores latentes. Ley cero de la termodinámica. Definición de temperatura. Escala centígrada. Termómetros.

Gases ideales: Leyes de Charles, Gay-Lussac, Boyle-Mariotte y Avogadro. Ecuación de estado de los gases ideales. Mezcla de gases ideales. Ley de Dalton. Constante universal de los gases ideales. Constante específica.

2. Ecuaciones fundamentales de la termodinámica.

Primera ley de la termodinámica: Trabajo de expansión. Principio de conservación de energía. Energía interna. Variables y funciones de estado. Transformaciones isocóricas, isobáricas, isotérmicas y adiabáticas.

Máquinas térmicas: Transformaciones cíclicas reversibles e irreversibles. Ciclo de Carnot. Rendimiento de una máquina térmica.

Segunda ley de la termodinámica: Postulados de Clausius y de Kelvin. Teorema de Carnot. Entropía. Principio de incremento de entropía. Entropía de gases ideales.

3. Sistemas heterogéneos y transiciones de fase.

Funciones características de sistemas heterogéneos: Energía interna de sistemas heterogéneos. Potencial químico. Sistemas abiertos y cerrados.

Equilibrio de un sistema heterogéneo: Condiciones de equilibrio. Ecuación de Gibbs-Duhem. Regla de las fases.

Transiciones de fase en gases reales: Ecuación de Clapeyron. Ecuación de Clausius-Clapeyron. Curvas de coexistencia. Punto triple y punto crítico. Diagramas pV y pT de las transiciones de fase.

4. Propiedades térmicas del aire húmedo.

Aire húmedo: El aire atmosférico. Presión de vapor. Variables de humedad. Humedad específica. Razón de mezcla. Humedad relativa.

Enfriamiento isobárico: Condensación en la atmósfera por enfriamiento isobárico. Temperatura de rocío y escarcha.

Temperaturas útiles: Temperatura virtual. Temperatura potencial. Calores específicos del aire húmedo. Adiabáticas del aire húmedo.

5. Procesos termodinámicos en la atmósfera.
Movimientos horizontales del aire: Transformación isoentálpica. Temperatura equivalente y de bulbo húmedo. Mezcla horizontal adiabática isobárica.
Movimientos verticales del aire: Saturación del aire por ascenso adiabático. Mezcla vertical. Proceso adiabático saturado reversible. Proceso seudoadiabático. Diagramas aerológicos. Emagrama y Tefigrama.
Estabilidad e inestabilidad: Energía interna y potencial de la atmósfera. Atmósfera homogénea. Atmósfera adiabática seca. Atmósfera isotérmica. Los gradientes térmicos de la parcela y su entorno. Inestabilidad condicional.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
Termodinámica de la atmósfera. J.V. Iribarne. Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1964.
An Introduction to Atmospheric Thermodynamics. Anastasios A. Tsonis. Cambridge University Press, 2002.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
Termodinámica de la atmósfera. Martínez Herranz, Isidoro. Editorial Ingeniería aeronáutica y astronáutica, 2010.
Atmospheric Thermodynamics. Gerald R. North y Tatiana L. Erukhimova. Cambridge University Press, 2009.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
La modalidad de evaluación consistirá en dos evaluaciones parciales, cada una con su correspondiente instancia de recuperación.
El examen final es escrito sobre contenidos teórico-prácticos. En algunos casos esto será complementado por un examen oral.

REGULARIDAD
Condiciones de Regularidad
1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Termodinámica y Mecánica Estadística I	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 4° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El primer contacto con la naturaleza en Física (y otras disciplinas científicas) es a través de las propiedades macroscópicas de la materia. Dichas propiedades exhiben una regularidad universal y limitaciones en los procesos posibles, las cuales son descriptas por la Termodinámica. Se propone el desarrollo de la materia en forma axiomática, a través de la formulación de los postulados para la entropía. Se presentan los principios extremales alternativos para los distintos potenciales termodinámicos. Se analizan diversas aplicaciones, con énfasis en maquinas térmicas y transiciones de fase.

Se pretende que el/la estudiante del curso alcance los siguientes objetivos:

• Conocer los postulados fundamentales de la Termodinámica y su consecuencia para las condiciones de equilibrio.
• Reconocer y valorar las alternativas que ofrecen los potenciales termodinámicos y la formulación del principio extremal para cada uno de ellos en diversas condiciones experimentales.
• Comprender las condiciones de estabilidad para los sistemas termodinámicos y su importancia en las transiciones de fase.
• Adquirir un conocimiento general acerca de la fenomenología de las transiciones de fase
• Adquirir una base de conocimiento general que permita avanzar en el estudio de la Mecánica Estadística en el segundo semestre.

CONTENIDO

1. Principios básicos de la Termodinámica

Equilibrio termodinámico. Variables extensivas e intensivas. Energía interna y calor. El problema básico de la Termodinámica. Postulados fundamentales de la Termodinámica: el principio de máxima entropía.

2. Condiciones de equilibrio

Parámetros intensivos y ecuaciones de estado. Equilibrio térmico: concepto de temperatura. Equilibrio mecánico. Equilibrio químico. Relaciones formales: Ecuación de Euler, relación de Gibbs-Duhem. Funciones respuesta.

3. Ejemplos de sistemas termodinámicos.

Gases ideales simple y multicomponente. Fluido ideal de van der Waals. Radiación electromagnética en una cavidad. Termodinámica de sistemas magnéticos. Banda elástica.

4. Procesos reversibles y el principio de Máximo Trabajo.

Procesos cuasi-estáticos y procesos reversibles. Tiempos de relajación e irreversibilidad. Flujo de calor. Teorema de Máximo Trabajo y máquinas térmicas. Rendimiento. Ciclo de Carnot. Otros ciclos ideales. Procesos endo-reversibles.

5. Representaciones alternativas: transformadas de Legendre

El principio de mínima energía. Transformaciones de Legendre. Potenciales termodinámicos. El principio extremal en las representaciones alternativas. Principios de mínimo para los potenciales. Relaciones de Maxwell. Aplicaciones de los potenciales termodinámicos..

6. Estabilidad de los sistemas termodinámicos
Propiedades de concavidad de la entropía. Estabilidad local y global. Condiciones de estabilidad para los potenciales.

7. Estabilidad y transiciones de fase de primer orden
Transiciones de fase y estabilidad en sistemas simples. Diagramas de fase. Calor latente. Ecuación de Clausius-Clapeyron. Isotermas inestables y construcción de Maxwell. Transición de fase en el fluido de van der Walls.

8. Transiciones de fase en sistemas multicomponente
Regla de las fases de Gibbs. Potencial químico y condiciones de equilibrio. Entropía de mezcla. Diagramas de fase para sistemas binarios. Solubilidad. Ejemplo: fluido binario regular. Equilibrio entre sólido y líquido en mezclas binarias. Efectos de superficie: interfaces.

9. Transiciones de fase continuas
Clasificación de Ehrenfest. Ejemplos de transiciones continuas: transiciones orden-desorden, sistemas magnéticos, aleaciones binarias. Termodinámica en las cercanías de un punto crítico. Parámetro de orden y exponentes críticos.

10. Nociones de termodinámica fuera del equilibrio
Ecuaciones fenomenológicas de la termodinámica fuera del equilibrio. Hipótesis. Relaciones de Onsager. Estados de no equilibrio estacionarios. Difusión de materia
Teorema de mínima producción de entropía.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
H. Callen: “Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics”, 2a. edición, Wiley, Nueva York, 1985.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
• L. Reichl: “A Modern Course in Statistical Physics”, 2da. Ed., Wiley VCH, 2004
• E. Fermi, “Termodinámica”, Buenos Aires : Eudeba, 1977.
• R. W. Cahn, “Physical Metallurgy”, 2da. Ed., North-Holland Publishig Company, 1970; R. W. Cahn & P. Haasen, Physical Metallurgy”, 3ra. Ed., North-Holland Publishig Company, 1983.
• Richard A. Swalin "Thermodynamics of solids" New York : Wiley J., 1966.º

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
- dos exámenes parciales con sus correspondientes recuperatorios
- examen final en caso de no aprobar por promoción.

REGULARIDAD
- aprobar al menos dos exámenes parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN
-cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas y prácticas.
-aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Topología General	**AÑO:** 2026
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La topología es básica dentro de la matemática avanzada ya que tiene vinculación con casi todas las áreas de la matemática. Asimismo es la más moderna entre las básicas. Su contenido fundamental es el estudio de la "deformación continua" de los cuerpos geométricos y de la generalización de "transformaciones continuas". Para generalizar este concepto es preciso definir de manera intrínseca en qué contexto específico se trabajará con este concepto. Es decir qué características tendrán los "espacios topológicos" para poder establecer el concepto de función continua entre ellos sin necesidad de mirarlos insertos en otro espacio ambiente.

La definición formal intrínseca de espacio topológico debe permitir establecer el sentido de cercanía. La definición formal actual más usada por sus implicancias no es la más natural y el alcance que tiene hace que la intuición formada en los ejemplos básicos de R^n y de curvas y superficies en el espacio no sea suficiente para abarcar la riqueza de ejemplos que brinda la topología y que escapan a los objetos originales de su estudio. Es por ello que resulta necesario un trabajo profundo con ejemplos que permitan construir una nueva intuición ampliando el tipo de objetos que involucra y desarrollar la imaginación espacial. Asimismo, es importante destacar que existen diferentes maneras equivalentes de presentar una topología, o los conceptos vinculados a ella.

En el interés de analizar los espaclos topológicos y cuándo dos de ellos resultan equivalentes, resulta importante comprender conceptos clásicos preservados a través de funciones continuas como compacidad, conexidad, propiedades de separabilidad, entre otros. Es decir, el estudio de invariantes en la categoría de espacios topológicos.

Como en toda categoría matemática es importante conocer distintas formas de construir otros objetos de la misma categoría a partir de objetos ya dados. En ese sentido los conceptos de topología producto y topología cociente son fundamentales para construir nuevos espacios topológicos.

En el estudio de funciones continuas en R^n, las sucesiones juegan un papel importante que permite definir ese concepto desde otro enfoque. En ese sentido, el concepto de sucesión no es suficiente para extender los resultados clásicos que las involucran al contexto de espacios topológicos generales. Es por ello que resulta necesario generalizar la noción de sucesión plasmados en la definición de red y extender los resultados conocidos en este nuevo contexto de espacios topológicos.

Los objetivos a lograr en este curso es que los/as estudiantes desarrollen capacidad y adquieran destreza en:

- Reconocer el concepto de espacio topológico y de topología en su más ampiio sentido y distinguir las distintas formas equivalentes de definirlos.
- Construir una nueva intuición del significado de continuidad de funciones a través del manejo de diversos ejemplos.
- Utilizar el significado de compacidad y conexidad y de otros invariantes topológicos dentro de este nuevo contexto de espacios topológicos.
- Construir nuevos espacios topológicos a partir de otros dados (topología producto, topología cociente, etc.).
- Manejar el concepto de convergencia y la generalización del concepto de sucesión al contexto general de espacios topológicos, como así también reconocer ciertas propiedades topológicas en términos de los mismos.

- Utilizar los distintos tipos de propiedades de separación y resultados relevantes que las involucren.
- Visualizar otros invariantes topológicos como el grupo fundamental de un espacio topológico.
- Relacionar conceptos topológicos con otras áreas de la matemática y aplicaciones a otras ciencias.

CONTENIDO

1. Espacios topológicos.

Introducción. Espacios métricos. Ejemplos. Entornos. Abiertos. Topología y espacios topológicos. Ejemplos. Caracterización de una topología por una familia de entornos.
Topologías comparables. Ejemplos. Cerrados. Caracterización de una Topología por una familia de cerrados. Puntos interiores, de clausura, de frontera y de acumulación de un conjunto. Caracterización de la clausura y el interior de un conjunto.

2. Funciones continuas. Invariantes topológicos.

Funciones continuas. Equivalencias para que una función sea continua. Funciones abiertas, cerradas y homeomorfismos. Inmersiones topológicas. Ejemplos.
Base de entornos. Base y sub-base de una Topología. Conjuntos densos. Espacios N_1, N_2 y separables. Relaciones entre estos conceptos. Ejemplos. Equivalencias en los espacios métricos entre N_2 y separabilidad. Cubrimientos y sub-cubrimientos.
Topología relativa. Propiedades hereditarias. Espacios T_1 y T_2 o de Hausdorff. Ejemplos.

3. Conexión y compacidad.

Espacios conexos. Clausura e imagen continua de conexos son conexos. Unión de conexos no separados. Los convexos de R^n son conexos. Determinación de los conexos de R. Componentes conexas. Espacios localmente conexos. Equivalencias para la conexión local. Espacios arco conexos y localmente arco conexos. Componentes arco conexas.
Espacios Compactos. Teorema de Heine-Borel (en R^n). Compactos de un espacio métrico. Funciones propias.

4. Topologías producto y cociente.

Topología inicial y final. Topología producto. Base de la Topología producto. Las proyecciones son abiertas. Producto de espacios T_2 y de espacios conexos. El producto de dos compactos es compacto.
Lema de Alexander. Teorema de Tijonov. Los compactos de R^n. Topología suma. Topología cociente. Abiertos saturados.
Propiedad universal de las funciones continuas desde un espacio cociente. Condiciones para que el cociente sea T_2. Ejemplo de espacios cocientes: toro, proyectivos reales y complejos.
Ejemplos de Cocientes obtenidos del cuadrado unitario I^2.

5. Convergencia.

Sucesiones. Convergencia. Puntos de aglomeración de sucesiones. Caracterización en un espacio N_1 de la clausura, de los cerrados y de las funciones continuas, por sucesiones. Sucesiones en un espacio producto.
Redes. Convergencia. Caracterización de la Topología por redes. Caracterización de las funciones continuas, los espacios T_2 y los espacios compactos, por redes. Espacios secuencialmente compactos relaciones entre los conceptos de espacios compactos y secuencialmente compactos. Equivalencias de compacidad para un espacio métrico N_2. Lema del cubrimiento de Lebesgue. Número de Lebesgue.
Sucesiones de Cauchy en un espacio métrico. Espacios métricos completos. Los espacios métricos compactos son completos.

6. Separación.

Espacios regulares, completamente regulares, normales y completamente normales; relaciones entre estos conceptos. Ejemplos. . Lema de Urysohn. Espacios localmente compactos. Un espacio localmente compacto y T_2 es regular. Un espacio localmente compacto y regular es completamente regular,. Teorema de Baire.
Compactación de un espacio topológico. Compactación de Alexandroff. S^n como compactación de R^n. Espacios paracompactos.

7. Inmersión y metrización.
Familia de funciones que distinguen puntos y familias que separan puntos de cerrados. Teorema de inmersión de Tijonov. Compactación de Cech. Teorema de inmersión de Urysohn. Equivalencias de metrizabilidad. Variedades topológicas.

8. Grupo fundamental.
Curvas homotópicas. Grupo fundamental de un espacio arco conexo. Espacios simplemente conexos. Ejemplos. Funciones y espacios homotópicos.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
1. Topology and Geometry, Glen E. Bredon. Springer, Graduate Texts in Mathematics 139, 1993
2. Topology, James R, Munkres. Prentice Hall, 2000, second edition.
3. Topología, Isabel G. Dotti y María J. Druetta. Trabajos de Matemática, FaMAF, 1992, Serie C,

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
1. Notas de Topologia, Ariel Pacetti
2. Topología General, John Kelley. Eudeba Manuales, 1975, segunda edición.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
- Dos evaluaciones parciales y un recuperatorio. Las evaluaciones parciales son escritas, sobre problemas teórico-prácticos.
- El examen final consta de una evaluación escrita con una parte práctica de las características de los trabajos prácticos, y una parte oral sobre temas desarrollados en las clases teóricas.

REGULARIDAD
1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas.
2. aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN
No corresponde

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Computación y Sociedad	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Optativa	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

Fundamentación: Siendo la ciencia de la computación una disciplina relativamente nueva, recién desde hace pocos años se han comenzado a realizar reflexiones sociales y filosóficas acerca de sus alcances y límites. Entre los temas que han formado parte de estas reflexiones se pueden mencionar las mediaciones algorítmicas que nutren las redes sociales y distintas aplicaciones, la gubernamentalidad algorítmica, condiciones de producción y licenciamiento de software, el software libre, la ética y la política de la llamada inteligencia artificial, la economía de la atención. Muchas de las discusiones se han planteado en términos de problemas que provienen de otros campos o que se articulan con ellos: Las ciencias sociales, la filosofía práctica (ética, estética, política), la psicología cognitiva, el derecho. Recientemente, el desarrollo acelerado del aprendizaje maquínico insufló nueva vida a la idea de la inteligencia artificial, renovando e imprimiendo cierta urgencia a una familia de preguntas sociales, políticas y filosóficas. En la actualidad asistimos a un despliegue exuberante de tecnologías de información y de comunicación que alteran los sentidos tradicionales de la sociedad, la política y la subjetividad. Para explicar este mundo que integra a dispositivos llamados inteligentes con relaciones denominadas redes sociales, se recurre a diversas etiquetas: sociedad de la información, capitalismo cognitivo, multitudes inteligentes, comunidades virtuales, etc. Abordaremos también una nueva área de conocimiento interdisciplinar de incipiente pero rápido desarrollo: las ciencias sociales computacionales, que, en términos generales, consiste en el uso de sistemas computacionales para modelar, simular y analizar fenómenos sociales.

Objetivo: En este curso se evaluarán las principales cuestiones sociales alrededor de la aparición de la computación ubicua y las múltiples formas en que se ensambla en los problemas sociales. Abordaremos también cuestiones que atañen a transformaciones en los procesos cognitivos y sociales a través de las mediaciones computacionales.

CONTENIDO

1. **¿Qué es la ciencia de la computación?**

Para responder esta pregunta necesitamos preguntarnos: ¿Qué es ciencia? En caso de que lo sea: ¿Qué tipo de ciencia es la ciencia de la computación? ¿Es una ciencia formal, una ingeniería o una ciencia empírica? Posiciones epistemológicas, ontológicas y metodológicas. ¿Cuál es el objeto de la ciencia de la computación? ¿Qué es computación? La evolución de la idea de computación, de Leibniz a Turing. Efectividad y programabilidad. La mirada sociotécnica.

2. **¿Qué son los programas?**

La naturaleza de los programas. Programas como manipuladores abstractos de símbolos. Programas y demostraciones constructivas. Justificación racional del comportamiento de los programas. Ontología de los programas. Corrección de programas y de sistemas. Causalidad. ¿Pueden patentarse los programas? El problema de la propiedad intelectual. Software libre.

3. **Mecanismos, mentes, meta-programación**

¿Pueden pensar las computadoras? La inteligencia artificial y la mecanización de la mente. De la cibernética a la inteligencia artificial simbólica. Máquinas que aprenden. Ensamblajes cognitivos. La co-evolución de mentes y computadoras. La ética de la IA. La política de la IA: transformaciones en las ideas de libertad, justicia, igualdad, democracia y poder.

4. **El parlamento de los algoritmos**

La sociedad de los datos. Economía de la atención. Redes sociales, fake news, analítica de datos. Gubernamentalidad algorítmica. Sobre la propiedad de datos y programas, marcos normativos. Propiedad intelectual y formas de licenciamiento abierto. Futuros posibles del mundo algorítmico. Introducción a las ciencias sociales computacionales. Modelos y análisis de redes. El pensamiento latinoamericano de ciencia, tecnología y desarrollo (PLACTED)

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Rapaport, William J. (2023) Philosophy of Computer Science: An Introduction to the Issues and the Literature. John Wiley & Sons.
Davis, Martin (2018). The Universal Computer: The Road from Leibniz to Turing (Third Edition). CRC Press.
Rodriguez, Pablo. Historia De La Información: Del Nacimiento De La Estadística Y La Matemática Moderna a Los Medios Masivos Y Las Comunidades Virtuales. Buenos Aires: Capital intelectual, 2012.
Turner, Raymond (2019). Computational Artifacts: Towards a Philosophy of Computer Science. Berlin, Springer.
Tedre, Matti (2015). The Science of Computing: Shaping a Discipline. CRC Press.
Primiero, Giuseppe (2020). On the Foundations of Computing. Oxford University Press.
Colburn, T. (2015). Philosophy and Computer Science. Routledge.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Ashford Lee, E. (2020). The Coevolution: The Entwined Futures of Humans and Machines. The MIT Press.

Blanco, Javier, “Pensar y calcular”, en Nombres, 28, 2014. pp. 213-229. Blanco, Javier “Redimir, es decir intervenir mejor introduciendo recursión” en Tello, Andrés Maximiliano, Tecnología, política y algoritmos en América Latina, Cenaltes, Santiago, 2020, pp. 191-206

Joler, V. y Pasquinelli, M., El Nooscopio de manifiesto The Nooscope Manifested, La Fuga. Revista de Cine, 25, Dossier: Imágenes, cuerpos, algoritmos. Otoño 2021.

Medina, Eden, and Eden Medina. Revolucionarios cibernéticos: Tecnología y política en el Chile de Salvador Allende. Santiago : LOM Ediciones, 2013.

Blanco, J. 2022. “Recursión” en Parente, Diego, Berti, Agustín y Célis Bueno, Claudio (eds.), Glosario de Filosofía de la técnica. La Cebra: Buenos Aires.

Hui, Yuk “Introduction” Recursivity and Contingency, 2019.

Ilcic, Andrés. 2022. “Patrón” en Parente, Diego, Berti, Agustín y Célis Bueno, Claudio (eds.), Glosario de Filosofía de la técnica. La Cebra: Buenos Aires.

Webb, Judson (1980). Mentalism, Mechanism and Metamatemahics: An Essay on Finitism. D. Reidel Publishing Company.

Dijkstra, E.W. 1988. On the Cruelty of really teaching computer science. Communications of the ACM, 32, 1398-1404.

Amnon H. Eden, Raymond Turner. “Problems in the ontology of computer programs.” Applied Ontology Vol. 2, No. 1 (2007), pp. 13–36. Amsterdam: IOS Press.

Ilcic, Andrés. 2022. “Programa” en Parente, Diego, Berti, Agustín y Célis Bueno, Claudio (eds.), Glosario de Filosofía de la técnica. La Cebra: Buenos Aires.

Hui, Yuk. On the Existence of Digital Objects. Minneapolis : University of Minnesota Press, 2017.

Hui, Yuk. ¿Qué es un objeto digital? Virtualis. Revista de Cultura digital, 8, 15, 2017.

Blanco, Javier y Berti, Agustín. “No hay hardware sin software: Crítica del dualismo digital”. Quadranti. Rivista internazionale di filosofia contemporanea. v. 4, n. 1-2, 2016, pp. 197-214.

Célis Bueno, Claudio. “Aceleración, algoritmos, poder”, Tello, A. (ed.) Tecnología, política y algoritmos en América Latina, CENALTES, Santiago de Chile, 2020, pp. 157-171

Rodriguez, P. E. (2018). Gubernamentalidad algorítmica: Sobre las formas de subjetivación en la sociedad de los metadatos. Barda, 4(6).

D’Andrea, Aldana “Efectividad”, en Parente, Diego, Berti, Agustín y Célis Bueno, Claudio (eds.), Glosario de Filosofía de la técnica. La Cebra: Buenos Aires. (en prensa 2021)

Rouvroy, Antoinette y Berns,Thomas. “Gobernabilidad algorítmica y perspectivas de emancipación: ¿lo dispar como condición de individuación mediante la relación?”. Ecuador Debate, n. 104, 2018, pp. 124-147.

Matthew K. Gold and Lauren F. Klein, “Introduction. A DH That Matters”, Debates in the Digital Humanities 2019, Minneapolis: University of Minnesota Press.

Tello, Andrés Maximiliano, “Introducción”, en Tello, Andrés Maximiliano (editor). Tecnología, política y algoritmos en América Latina. CENALTES ediciones. Viña del Mar, 2020, pp. 55-77

Srnicek, N., & Williams, A. (2013). Acelera. Manifiesto por una política

aceleracionista.
Stiegler, Bernard (2012). États de choc: Bêtise et savoir au XXI siècle. Mille et une nuits/Fayard. Paris. Stiegler, Bernard et le Collectif Internation (Eds.) (2020). Bifurquer, il n'y a pas d'alternative. Paris: Les Liens qui Libèrent, 424 pp.
Bonini, Tiziano y Treré, Emiliano (2024). Algorithms of Resistance: The everyday fight against platform power. MIT Press.
Raghavan, M. (2023). The Societal Impacts of Algorithmic Decision-Making (1a ed., Vol. 53). Association for Computing Machinery.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La materia contará con clases teóricas donde se presentan los contenidos y se abren espacios de discusiones sobre los temas. También espacios prácticos de comentarios de lecturas seleccionadas o presentaciones y discusiones de videos breves. Dependiendo de la cantidad de estudiantes, se propondrán trabajos grupales y presentaciones grupales o individuales de temas seleccionados de interés para la materia.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Los/as estudiantes deben presentar regularmente escritos que expresen una toma de posición sobre los problemas tratados en el curso.
En lo posible, se espera que la materia se apruebe solamente por promoción. Para ello, tendrán que presentar al menos un ensayo breve y una presentación oral sobre ese tema durante el cursado.

REGULARIDAD

1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

PROMOCIÓN

1. Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.,
2. Aprobar todos los Trabajos Prácticos o de Laboratorio, o el Informe Final de la Práctica de la Enseñanza con una nota no menor a 6 (seis).,
3. Aprobar un coloquio.

CORRELATIVIDADES

Para cursar: Introducción a los Algoritmos (Regularizada) y Algoritmos y Estructuras de Datos I (Aprobada).
Para rendir: Algoritmos y Estructuras de Datos I (Aprobada)

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Electrodinámica Cuántica	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Especialidad II	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 1er cuatrimestre - 5to años
CARRERA: Licenciatura en Física	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 hs

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

Curso de formación para un estudiante en física teórica. La electrodinámica cuántica (QED) es la teoría fundamental que cuenta con las mediciones más precisas en física. Las predicciones teóricas concuerdan con las mediciones experimentales en más de 10 cifras significativas.
Al mismo tiempo QED nos brinda la oportunidad de aprender teorías de medida que culminan con el modelo electrodébil y es el punto de partida para aprender los conceptos de física cuántica moderna que se testean continuamente en los aceleradores de partículas.

CONTENIDO

1. **Teoría clásica de radiación**

Teoría de Maxwell. Invariancia Lorentz. Energía y momento del campo. Reacción del campo.
Dispersión. Absorción. Formulación Lagrangeana y Hamiltoniana.

2. **Teoría cuántica de radiación**

Cuantización del campo electromagnético, relaciones covariantes de conmutación, cuantización de los modos longitudinales y escalares, el propagador de fotones.

3. **El campo de Klein Gordon**

Campo de Klein Gordon real y complejo, relaciones covariantes de conmutación. El propagador de mesones.

4. **El campo de Dirac**

La ecuación de Dirac, segunda cuantización, el propagador fermiónico, la interacción entre
electrones y fotones.

5. **La matriz de dispersión y teoría de perturbaciones**

Definición, estados “in” y “out” de Heisenberg, condiciones asintóticas de LSZ, convergencia
débil y fuerte, teorema de Wick. Conexión entre operadores no renormalizados y

operadores de campo libre. Métodos
funcionales para calcular valores de expectación usando operadores de campo libre.

6. **Diagramas de Feynman**

Diagramas en la configuración espacio y momento. Términos de primer orden. Reglas de
Feynman para QED.

7. **Procesos radiativos en primera aproximación**

La sección eficaz, suma de spines y polarización de fotones. Producción de pares de leptones en colisiones electrón-positrón. Dispersión Baba. Dispersión Compton. Dispersión por un campo externo. Bremsstrahlung y producción de pares. Divergencia infrarroja.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Quantum Field Theory, F. Mandl y G. Shaw (2011)
Quantum Field Theory and the Standard Model, Matthew D. Schwatz (2014)
The theory of photons and electrons. The relativistic quantum field theory of charged particles with spin one - half, J. Jauch y H. Rohrlich (1976)

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Quantum Field Theory, M. Peskin, D. Schroeder(1996)

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El desarrollo de la materia consiste en clases teóricas seguidas de clases de resolución de problemas.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Durante el cursado se le pedirá al estudiante que entregue algunos de los problemas de las guías resueltos para su evaluación para ir viendo su evolución. Al final del curso deberá rendir un examen escrito que consistirá en la resolución de problemas y/o eventualmente una instancia oral.

REGULARIDAD

1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.

CORRELATIVIDADES

Para Cursar: Mecánica Teórica (aprobada), Electromagnetismo II (aprobada) y Mecánica Cuántica II (regularizada)
Para Rendir: Mecánica Cuántica II (aprobada)

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Electrónica para Laboratorios Experimentales de Investigación	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Optativa - Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación - Licenciatura en Física	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

Los avances científicos en las ciencias experimentales se ven fuertemente influidos por las posibilidades de acceso a plataformas de instrumentación adecuadas. Las modernas técnicas de instrumentación se basan casi en su totalidad en principios de adquisición de señales, actuación sobre los sistemas físicos bajo estudio y procesamiento de las señales en cuestión.
Existen numerosas situaciones en las que los/as científicos/as deben desarrollar su propio sistema electrónico de instrumentación o bien ser capaces de comprender sus principios de funcionamiento para especificarlos adecuadamente. Surge entonces como necesidad la formación en temas de electrónica, particularmente aquellos relacionados con la instrumentación para laboratorios experimentales de investigación.
La propuesta de esta materia de especialidad forma al estudiante en temas relacionados al
principio de funcionamiento, diseño, simulación e implementación de sistemas basados en
componentes discretos, principalmente diodos, y transistores. La inclusión de estos temas brinda la base para comprender los sistemas integrados, tanto digitales como analógicos.
Se propone también el estudio del principio de funcionamiento de bloques de construcción analógica de amplia difusión y utilidad en instrumentación, como los amplificadores, reguladores de tensión, osciladores sinusoidales y filtros de diferentes tipos.
Por otra parte, la mayoría de la instrumentación científica requiere tanto subsistemas
analógicos como digitales. Estos últimos suelen estar orientados a la generación de señales que permitan automatizar las experiencias. Por este motivo, se propone también un conjunto de temas de electrónica digital seleccionados, orientados a brindar las herramientas necesarias para el diseño de sistemas combinacionales y secuenciales.

Objetivos
•Comprender adecuadamente el principio de funcionamiento de dispositivos

semiconductores discretos (diodos y transistores)
• Desarrollar habilidades para el diseño, simulación e implementación de sistemas de complejidad mediana de interés en instrumentación científica.
• Comprender el funcionamiento de los bloques constructivos analógicos más usuales.
• Desarrollar sistemas en base a circuitos integrados lineales
• Comprender los principios y estrategias básicas de diseño de circuitos digitales.

CONTENIDO

1. **Electrónica básica**

Introducción a los sistemas electrónicos. Diodos. Transistores bipolares y MOS. Circuitos y
aplicaciones importantes.

2. **Electrónica lineal o analógica**

Respuesta en frecuencia de amplificadores. Amplificadores operacionales. Realimentación y osciladores. Fuentes de alimentación reguladas. Filtros activos. Diseño de circuitos y aplicaciones

3. **Electrónica digital**

Introducción a los circuitos digitales combinacionales y secuenciales. Circuitos básicos.
Aplicaciones

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Hambley, Electrónica. 2da Edición. Prentice Hall, 2010.
Davide Bucci, Analog electronics for measuring systems, John Wiley & Sons, 2017.
Attia, John Okyere, PSPICE and MATLAB for electronics : an integrated approach, Taylor and Francis, 2010.
Martin Plonus, Electronics and Communications for Scientists and Engineers. Second Edition, Elsevier, 2020.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

R. B. Northrop, Introduction to Instrumentation and Measurements. CRC Press, 2005.
N. Kularatna. Digital and Analogue Instrumentation: Testing and Measurement, IET Press, 2003.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Para la asignatura Electrónica para Laboratorios Experimentales de Investigación, el abordaje metodológico está orientado a que los/las estudiante comprendan

adecuadamente los conceptos principales de los dispositivos semiconductores y sistemas analógico-digitales mediante una secuenciación que inicia en la conceptualización y progresa hacia la implementación técnica. Se utiliza un primer abordaje de los temas en clases teóricas para luego plantear los modelos matemáticos y ecuaciones que se utilizan para el análisis cuantitativo y el diseño. Debe remarcarse que no se efectúan en clase los desarrollos matemáticos completos, sino que se plantean los modelos y los pasos más relevantes tendientes a la obtención de las ecuaciones de diseño, dejando el detalle para el/la estudiante con la finalidad de motivar el autoestudio. En el caso de presentarse dificultades, se asiste a los/as estudiantes en los desarrollos necesarios mediante una interacción docente-alumno fluida.

Se plantea a los/as cursantes un listado de actividades de resolución de problemas y aplicación directa de los conceptos tratados. Aquellos deben intentar la resolución de algunos problemas seleccionados durante el horario de clases, destinados a evacuar dudas y permitir disponer de más horas para el trabajo de diseño y experimental, el cual es de vital importancia en la instrumentación científica. Como aspecto relevante, la materia está dotada de una fuerte carga dedicada a actividades de clases de laboratorio e implementación real, donde el trabajo se desarrolla entre pares para fomentar el aprendizaje colaborativo, la discusión técnica y el análisis de resultados reales. La presencia de los docentes permite establecer un escenario flexible para alternar entre cuestiones teóricas y prácticas según las particularidades del curso.

Las actividades experimentales plantean tareas de modelización y el diseño de sistemas de complejidad mediana. Se propone el empleo de una estrategia top-down en un sentido amplio, partiendo de ecuaciones de diseño y modelos matemáticos. Dado que en el dominio analógico no existen compiladores de hardware, se emplean simuladores como Matlab, Simulink y Multisim, recurriendo a la exploración de simulaciones e implementaciones sobre placas de tipo proto-board para el prototipado rápido. Los sistemas logrados son evaluados mediante el uso del instrumental de laboratorio disponible, afianzando el uso de los aparatos de medición y la recolección de datos experimentales.

Finalmente, la gestión de la asignatura, la entrega de tareas y el seguimiento de las actividades se apoyan en la plataforma Google Classroom como entorno virtual de aprendizaje. En todos los casos, los estudiantes deben realizar la producción de informes técnicos que incluyan las metodologías seguidas en cada paso, los resultados de simulación y el tratamiento de los datos experimentales obtenidos. Se establecen horarios de consulta periódicos y especiales para subsanar problemas teóricos y experimentales que puedan acontecer durante el desarrollo del proyecto integrador final de la asignatura.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Informes de trabajos prácticos de diseño y simulación de circuitos electrónicos.
Nro de instancias de evaluación: 5 (cinco).
Informe diseño y simulación de proyecto integrador de la asignatura.

Nro. de instancias de evaluación 1 (una).

REGULARIDAD

1. Aprobar al menos el 60 % de los Trabajos Prácticos de diseño y simulación.
2. Aprobar el diseño y simulación de proyecto integrador.

PROMOCIÓN

1. 1- Aprobar todos los Trabajos Prácticos o de diseño y simulación, con una nota no menor a 6 (seis).
2. Aprobar el diseño y simulación de proyecto integrador.
3. Aprobar un coloquio.

CORRELATIVIDADES

Como especialidad de la Licenciatura en Física:
Para cursar y para rendir: Física General III (Aprobada).

Como optativa de la Licenciatura en Ciencias de la Computación:
Para cursar: Física (Regularizada)
Para rendir: Física (Aprobada)

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Elementos de Espectroscopia Astronómica con Redes de Difracción	**AÑO:** 2026
CARACTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El curso está dirigido a profundizar en el conocimiento de los aspectos teóricos, instrumentales y prácticos relacionados con la técnica de espectroscopía óptica con red de difracción plana y detectores CCD.
El desarrollo del curso está fuertemente vinculado a los aspectos instrumentales, teóricos y de cálculo, necesarios para desempeñarse en la temática de la espectroscopía astronómica de mediana y baja resolución.
Este curso es de gran importancia para aquellos/as estudiantes que pretendan utilizar la técnica de la espectroscopía en sus investigaciones.

Objetivos:

Al finalizar la materia los/as estudiantes estarán en condiciones de: comprender los aspectos teóricos relacionados a la obtención de un espectrograma.

El objetivo es que adquieran herramientas que le permitan planificar, optimizar y tomar espectros de ranura larga con CCD. Reducir, clasificar, medir y familiarizarse con los espectrogramas.
Se espera, además, que el/la estudiante al finalizar el curso cuente con un manejo básico de LINUX, medio de LATEX y aceptable de IRAF.

CONTENIDO

I) Red de difracción.

Condiciones de interferencia, principios de la red de difracción, ecuación de la red, órdenes de difracción, superposición de órdenes, patrón de difracción, máximos primarios y secundarios, criterio de Rayleigh, dispersión, poder resolvente, redes con blaze, ecuación general de la red, distribución de energía, rango espectral libre, problemas de las redes, enfoque y corrección de aberraciones, apodising, curvatura de las líneas espectrales, los fantasmas de las redes, eficiencia de las redes, redes holográficas y rayadas.

II) Espectrógrafos con red de difracción.

Diseño óptico, algunos tipos de espectrógrafos, características fundamentales, amplificación, dispersión, distribución de la energía en el plano focal, poder resolutivo práctico, luminosidad, eficiencia, criterios de comparación, ranura, colimador y cámara, longitud focal y #/f, enfoque del espectrógrafo, combinación espectrógrafo-telescopio. Características ópticas y constructivas de materiales, componentes y aparatos espectrales que utilizan los espectrógrafos de uso astronómico, fuentes de error mecánicas y ambientales.

III) Influencia de los factores externos al espectrógrafo que afectan la obtención de datos.

Máscara de Hardmann, guiado del telescopio, aluminizado de la óptica del telescopio, flexiones del material, nubes, seeing, refracción diferencial, rayos cósmicos, brillo de cielo, luna, contaminación de estrellas cercanas, perfil de la imagen estelar, coeficientes de extinción atmosféricos, extinción interestelar.

IV) Calidad de los datos.
Relación señal ruido, factores de ruido a considerar, ecuación general, técnicas para optimizar la S/N, degradación de la S/N en el proceso de reducción, medición de la S/N.

V) Aspecto prácticos del detector CCD
Ajuste de la ganancia, cuantificación del ruido de lectura, eficiencia cuántica, linealidad-saturación, rango dinámico, overscan, bias, pixeles no lineales, corriente de oscuridad, aplanado del campo, flecos.

VI) Planificar observación
Elección de la red, rango espectral, tamaño y ángulo de posición de la ranura, tiempos de integración, estimación de overheads, selección de la lámpara de arco, tipo y cantidad de imágenes de calibración, tipo y número de estrellas estándares.

VII) Reducción de espectrogramas
Aspectos teóricos del proceso de reducción, manejo básico del paquete IRAF, reducción del espectro bidimensional, extracción del espectro (nebular y estelar), calibración en longitud de onda y flujo, desenrojecimiento y normalización.

VIII) Medición de espectros
Topología de los espectros, diferentes perfiles de líneas, ajuste de un perfil gaussiano, mecanismos de ensanchamiento de líneas, desdoblamiento de líneas de emisión (velocidad de expansión), espectros compuestos (sistemas binarios), expresiones para determinar la incerteza en la longitud de onda, flujo y ancho equivalente de líneas espectrales, medición del continuo estelar (estima de temperatura). Identificación de iones, criterios para evaluar la calidad del espectro, identificación de líneas interestelares (estima de distancia), primera inspección del espectro. Identificar espectros de estrellas (estimación del tipo espectral), nebulosas (con diferentes clases de excitación), objetos extragalácticos y peculiaridades.
Cocientes de líneas, medición de extinción interestelar, determinación de velocidad radial. Determinación de parámetros físicos de regiones HII (temperatura, densidad y abundancias).

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
-TÉCNICA Y PRÁCTICA DE ESPECTROSCOPÍA
A. N. Zaidel, G. V. Ostrovskaya & YU. I. Ostrovski (MIR, 1979)
-OPTICAL ASTRONOMICAL SPECTROSCOPY
C R Kitchin (Taylor & Francis, 1995)
-DIFFRACTION GRATING HANDBOOK
Erwin Loewen (Newport Corporation, 2005)

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
-SPECTROGRAPH DESING FUNDAMENTALS
Jhon James (Cambridge, 2007)
-INTERPRETING ASTRONOMICAL SPECTRA
D. Emerson (John Wiley & Sons Ltd, 1997)
- ASTRONOMICAL IMAGE AND DATA ANALYSIS
Jean-Luc Starck and Fionn Murtagh (Springer, 2006)
-MANUAL PRÁCTICO DE ASTRONOMÍA CON CCD
D. Galadí-Enríquez, I. Ribas (Omega, 1998)
-ÓPTICA
Hecht E. & Zajac A. (Addison-Wesley Iberoamericana, 1986)
-SPECTROPHYSICS. PRINCIPLES AND APLICATIONS
A.Thorne, U. Litzen, S. Johansson (Springer, 1999).
-Artículos y publicaciones en revistas

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

El examen final es un práctico computacional para estudiantes regulares. En el caso de estudiantes libres incluye, además, un examen oral.
Cinco trabajos prácticos (con presentación de informe), pudiendo recuperar dos.

REGULARIDAD

El/La estudiante deberá:
-cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio,
-aprobar al menos el 60 % de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio (tres de cinco).

PROMOCIÓN

El/La estudiante deberá:
-cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio,
-aprobar todos los Trabajos Prácticos
-aprobar todos los Trabajos de Laboratorio
-aprobar un coloquio.

CORRELATIVIDADES

Para cursar: tener aprobada Astrofísica general.
Para rendir: tener aprobadas: Astrometría general y Astrofísica general

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Estructura en Gran Escala del Universo	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

El estudio de la estructura en gran escala del universo a través de las ecuaciones dinámicas y su caracterización estadística resulta fundamental para estudiantes interesados en esta temática como para aquellos que desean profundizar sus conocimientos en cosmología y en la evolución del universo en general.

CONTENIDO

1. **Unidad I: El universo en expansión**

Modelo de Friedmann. Mediciones de distancias y otros parámetros en cosmología

2. **dinámica global del universo**

El modelo cosmológico estandard. Evolución del contenido de materia y radiación. Horizontes.

3. **inhomogeneidades en el universo**

Reseña de estructuras. Coordenadas comóviles. Aproximación Newtoneana. Evolucion
dinámica en aproximación de Liouville e hidrodinámica.

4. **Dinámica en expansión**

Simulaciones numéricas. Modelos numéricos. Halos de materia oscura y trazadores de la
distribución a gran escala.

5. **La distribución de galaxias en gran escala**

Observaciones de galaxias y sistemas. Grandes estructuras, anisotropías y aproximación a la homogeneidad.

6. **Carácter estadístico de la distribución de galaxias**

Métodos de análisis estadísticos. Funciones de correlación. Gaussianidad y el rol del espectro de potencias y la función bipuntual.

7. **Análisis de diferentes catálogos de galaxias y sistemas**

Determinaciones observacionales de espectros de potencia y funciones de correlación. Espacio de redshift y real.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Peebles P.J.E. The Large Scale Structure of the Universe. Princeton University Press
Peacock J. Cosmological Physics. Cambridge University Press.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Trabajos recientes sobre la distribución de galaxias en los relevamientos Sloan y DESI.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Se seguirán las estrategias empleadas en las versiones anteriores de esta materia las que incluyen:
- Clases teóricas.
- Exploración de simulaciones numéricas.
- Tratamiento de datos.
- Presentaciones orales.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación se realizará en forma de examen final oral.

REGULARIDAD

1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.

CORRELATIVIDADES

Para cursar: Mecánica (Regularizada).
Para rendir: Mecánica (Aprobada).

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Física Computacional	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

ASIGNATURA: Física Computacional	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Optativa	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

La Física Computacional es una rama de la física que se centra en cálculos y simulaciones
numéricas con el fin de resolver problemas físicos concretos, y es un ingrediente importante dentro de la más amplia e interdisciplinaria “Ciencia Computacional".

El objetivo del curso es darle a las/los estudiantes una visión global de la física computacional, y de los distintos métodos numéricos y herramientas disponibles. En la materia se abordarán los diferentes temas utilizando ejemplos de distintas áreas de la física, como materia condensada, materia blanda, materia activa, fluidos, estadística, biofísica, siempre centrándonos en las aplicaciones. El centro del curso son los clásicos métodos Dinámica Molecular y Monte Carlo. Los estudiantes lograrán al final del mismo reproducir artículos que los utilizan y tendrán herramientas criteriosas para abordar cualquier trabajo donde se necesite aplicarlos.

El curso está pensado para estudiantes de todas las áreas (física, astronomía, matemática, química, computación, ingenierías) que quieran tener conocimientos de técnicas básicas de física computacional, y aprender a implementarlas. Tiene como prerequisitos tener conocimientos básicos de Mecánica Estadística y el manejo de algún lenguaje de programación ya que desde el primer laboratorio se comenzará programando. El lenguaje que elijan no es lo crucial, sino la Física Computacional y la calidad de sus programas. Simularán todo problema desde scratch y controlando todas las fuentes de error, para lograr contribuciones científicas de calidad.

CONTENIDO

1. **Métodos Numéricos y Caos**

Representación de números en la Máquina. Diferenciación Numérica. Cálculo numérico de integrales. Integración numérica de Ecuaciones Diferenciales. Errores de algoritmos vs redondeo. Transformadas de Fourier: DFT, FFT, FFTW (uso de librerías). Caos y sus diversas aplicaciones. Cálculo de exponentes de Lyapunov, bifurcaciones, espectros de potencia y secciones de Poincaré.

2. **Ecuaciones en derivadas parciales**

Método de diferencias finitas: Euler hacia adelante y hacia atrás; Crank-Nicolson. Análisis de estabilidad. Aplicaciones.

3. **Números aleatorios y aplicaciones**

Generadores de números aleatorios. Caminatas al azar. Integración de Monte Carlo. Sampleo por importancia.

4. **Método de Monte Carlo**

Procesos de Markov. Algoritmo de Metrópolis. Medición de valores medios y funciones de correlación. Aplicaciones: (a) Modelo de Ising, exponentes críticos, cumulantes de Binder, escaleo de tamaño finito. (b) Fluidos de Lennard-Jones.

5. **Dinámica molecular**

Introducción al método de dinámica molecular. Algoritmos de integración de Verlet. Condiciones de contorno periódicas y mínima imagen. Aplicaciones a transiciones de fases. Cálculo de función de correlación de pares, de factor de estructura y de coeficiente de difusión.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1- Landau y Paez, Computational Physics. Ed. 2010 & Computational Physics 4th Ed. 2024 by Rubin H Landau, Manuel J Paez & Cristian Bordeianu.
2-Frenkel and Smith, Understanding Molecular Simulations: From Algorithms to Applications, 3ra ed., Academic Press, 2023.
3- Allen and Tildesley, Computer simulations of liquids, 2da ed., Oxford University Press, 2017.
4- K.Binder y D.W.Heermann, MonteCarlo Simulation in Statistical Physics: an introduction. 6ta. Ed. Springer, 2019.
5-Strogatz, Nonlinear Dynamics and Chaos: with Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering, 3ra Ed., CRC Press, 2024.
6- Koonin, Computational Physics. Ed. 1990.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1- Press et al., Numerical Recipes. 3ra. Ed. 2007.
2- Thijssen, Computational Physics. 2nd Ed. 2007.
3- Pang, An introduction to Computational Physics. 2da. Ed. 2012.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Clases teóricas, teórico-prácticas seguidas de dos horas de trabajo en laboratorios computacionales donde se guía a estudiantes para resolver las guías de ejercicios. Contenido didáctico en Aula Virtual: lenguajes de programación, tips de trabajo computacional, artículos científicos y/o apuntes para ampliar contenidos dados en clases. Foros de discusión continua online entre alumnos/as y con profesores. Entrega de tareas de laboratorio.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Evaluaciones parciales: entrega obligatoria de trabajos prácticos después de cada unidad con régimen de recuperación.

Los/as profesores/as a cargo no solo corregirán los informes sino también corregirán el modo de programar, los códigos entregados línea a línea, para ir a lo largo del curso mejorando la técnica numérica de los/las alumnos/as.

Examen Final
Los/las alumnos/as regulares resolverán un problema numérico complementario, de su propio interés y que sea una ampliación y/o aplicación de alguna unidad dada. La defensa del tema será oral, previa entrega de informe y programa.
Los alumnos/as libres deberán entregar todas las unidades quince días previos al examen y se evaluarán en examen final oral, no sólo su trabajo final sino todas las unidades.

REGULARIDAD

1. Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

CORRELATIVIDADES

<u>Licenciatura en Física:</u>
Para cursar: Métodos Numéricos (Regularizada).
Para rendir: Métodos Numéricos (Aprobada).

OPTATIVA para Licenciatura en Matemática Aplicada:
Para cursar: Física II (Regularizada), Análisis Numérico II (Regularizada), Modelos y Simulaciones (Regularizada) y Probabilidad y Estadística (Regularizada).
Para rendir: Física II (Aprobada), Análisis Numérico II (Aprobada), Modelos y Simulaciones (Aprobada) y Probabilidad y Estadística (Aprobada).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Formación y Evolución de Galaxias	**AÑO:** 2026
CARACTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La formación y evolución de las galaxias es si lugar a dudas uno de los tópicos mas interesantes de la astronomía moderna. El objetivo de este curso es brindar a los alumnos un panorama de los aspectos mas relevantes del problema de la formación de las galaxias en el contexto cosmológico. Se revisan los resultados observacionales fundamentales y, basándose en estos, se plantean cuáles son reproducidos por los modelos teóricos.

CONTENIDO

Capítulo 1: Introducción

La diversidad de la población de galaxias: Morfología, Luminosidad y Masa estelar, Tamaño y Brillo superficial, Fracción de masa en gas, Color, Entorno, Actividad nuclear, Corrimiento al rojo. Elementos básicos de formacion de galaxias: Modelo cosmológico estandard, Condiciones iniciales, Inestabilidad gravitacional y formación de estructuras, Enfriamiento del gas, Fromación estelar, Procesos de retroalimentación, Fusiones, Evolución dinámica, Evolución química, Síntesis de poblaciones estelares, Medio Intergaláctico. Escalas temporales: Tiempo de Hubble, Tiempo dinámico, Tiempo de enfriamiento radiativo, Tiempo de formación estelar, Tiempo de enrriqueciento químico, Tiempo de fusión, Tiempo de fricción dinámica.

Capítulo 2: Observaciones

Estrellas, Galaxias: La clasificación morfológica. Galaxias elípticas: perfiles de brillo superficial, Isofotas, Colores, propiedades cinemáticas, Relaciones de escala, Contenido gaseoso. Galaxias disco: perfiles de brillo superficial, Colores, Estructura vertical del disco, Halos estelares, Barras y brazos espirales, Contenido gaseoso, Cinemática, Relación de Tully-Fisher. La Vía Láctea. Galaxias enanas. Propiedades estadísticas de la población de galaxias: Función de luminosidad, Distribución detamaños, Distribución de colores, Relación masa-metalicidad, Dependencia con el medioambiente. Cúmulos de galaxias: poblaciones de galaxias, el efecto Butcher- Oemler, Estimas de masa. Grupode de galaxias: Grupos compactos, el Grupo local. Galaxias a redshift altos: Conteos de galaxias, Redshift fotométricos, Relevamientos a redshift z 1, Galaxias Lyman-Break, Emisores Lyman-alfa, Fuentes submilimétricas, Objetos extremadamente rojos y galaxias rojas distantes, Historia de formación estelar cósmica. Estructura en gran escala del Universo: Función de correlación de dos puntos, Lentes gravitacionales débiles. El medio intergaláctico: Gunn-Peterson, Sistemas de líneas de absorsión de cuasares. Fondo de radiación de microondas. El Universo isotrópico y homegéneo: Determinación de los parámetros cosmológicos, Contenido de masa y energía, componentes relativistas, componentes bariónicas, materia oscura no bariónica, energía oscura.

Capítulo 3: Colapso Gravitacional y Dinámica No Colisional

Modelos de colapso esférico: Colapso esférico en un Universo con $\Lambda = 0$, Colapso esférico en un Universo con $\Lambda > 0$, Colapso esférico con cruce de cáscaras. Soluciones de similaridad para colapso esférico: Modelos con órbitas radiales, Modelos con orbitas no radiales, Colapso de elipsoides homegéneos. Dinámica no colisional: Escalas temporales de colisiones, dinánica básica, Ecuaciones de Jeans, Teorema del virial, Aplicación al colapso esférico. Teoría de órbitas: Mecánica clásica, Integrales de movimiento, Transformaciones canónicas y variables de ángulo-acción, Clasificación orbital. Teorema de Jeans: Modelos de equilibrio esférico: Esfera

isoterma, Modelo de King, Distribuciones de densidad de leyes de potencia dobles. Modelos de equilibrio axisimétricos: modelos axisimetricos de leyes de potencia. Modelos de equilibrio triaxiales. Relajación no colisional: Mezcla de fases, Mezcla caótica, Relajacion violenta, Landau Damping, Estado final de relajación. Colapso gravitacional del campo de densidad cósmico: agrupamiento jerárquico, Resultados de las simulaciones numéricas.

Capítulo 4: Formación y Estructura de Halos de Materia Oscura
Picos de densidad: Densidad numérica de picos, Modulación espacial de la densidad numérica de picos, Función de correlación, Formas de los picos de densidad. Función de masa de los halos: Formalismo de Press- Schecheter, Deducción de la fórmula de Press-Schechter por excursión de conjunto, Dinámica esferoidal vesus elipsoidal, Test del formalismo de Press- Schechter, Densidad numérica de de cúmulos de galaxias. Distribución de progenitores y Árboles de fusión: Progenitores de halos de materia oscura, Árboles de fusiones de halos, Historia de progenitor principal, Armado de halos y tiempo de formación, Tasa de fusión de halos, Tiempos de supervivencia de halos. Agrupamiento espacial y sesgo: Sesgo lineal y función de correlación, Sesgo no linal y estocástico. Estructura Interna de Halos de Materia Oscura: Perfiles de densidad de halos, Formas de halos, Subestructuras de halos, Momento angular. El Modelo de Halo y el agrupamiento de la materia oscura.

Capítulo 5: Galaxias disco
Componentes de Masa y Momento Angular: Modelos disco, Curvas de rotación, Contracción adiabática, Momento angular del disco, Orbitas en galaxias disco. Fromación de galaxias disco: Discusión general, Discos no autogravitantes en esferas isotérmas, Discos autogravitantes en halos con perfiles realistas, Inclusión de una componente núcleo, Armado del disco, Simulaciones numéricas de formación de discos. Origen de las Relaciones de Escala. Origen de los disco exponenciales: Discos de la distribución de momento angular pasada, Discos viscosos, Estructura vertical de galaxias disco. Inestabilidades de discos: ecuaciones básicas, Inestabilidad local, Inestabilidad global, Evolución secular. Formación de brazos espirales. Propiedades de las poblaciones estelares: Tendencias globales, gradientes de color. Evolución química de discos: la vecindad solar, Relaciones globales.

Capítulo 6: Interacciónes de Galaxias y Transformaciones
Encuentros de alta velocidad. Despojado tidal: Radio tidal, Corrientes y colas tidales, Despojado tidal de galaxias satélites, Formación de colas tidales en fusiones. Fricción dinámica: Decaimiento orbital, Válidez de la fórmula de Chandrasekhar. Fusiones de galaxias: Criterio para fusiones, Demografía de fusiones, Conección entre fusiones, brotes de estrellas y AGN, Fusiones menores y calentamiento de discos. Transformaciones de Galaxias en Cúmulos: Acoso de galaxias, Canibalismo galáctico, Despojo de presión de barrido, Estrangulación.

Capítulo 7: Galaxias Elípticas
Estructura y Dinámica: Observables, Propiedades fotométricas, Propiedades cinemáticas, Modelizado dinámico, Evidencia de halos oscuros, Evidencia de agujeros negros supermasivos, Formas. Formación de galaxias elípticas: el modelo de colapso monolítico, Escenario de fusiones, Fusiones jerarquicas y la población de elípticas. Test Obervacionales y Restricciones: Evolución de la densidad numérica de elípticas, Tamaño de las galaxias elípticas, Restricciones de la densidad del espacio de las fases, Frecuencia específica de cúmulos globulares, Señales de fusiones, Tasa de fusiones. Plano Fundamental: Escenario de fusiones, Proyecciones y rotaciones. Propiedades de la población estelar: Grabados arquelógicos, Pruebas evolutivas, Gradientes de colores y metalicidades: implicancias para la formación de galaxias elípticas. Núcleos, enanas elípticas y enanas esferoidales: Formación de núcleos galácticos, Formación de enanas elípticas.

Capítulo 8: Propiedades Estadísticas de la Población de Galaxias

Introducción. Luminosidad de las Galaxias y Masas Estelares: Funciones de luminosidad de las galaxias, Conteo de galaxias, Luz de extragaláctica de fondo. Vinculación ente la masa del halo y la luminosidad de la galaxia: Consideraciones simples, Función de luminosidad de galaxias centrales, Función de luminosidad de galaxias satélites, Fracción de satélites, Discusión. Vinculación ente la masa del Halo y la Historia de Formación Estelar: Distribución de colores, Origen de la historia cósmica de formación estelar. Dependencia con el entorno: Efectos adentro de los halos de materia oscura, Efectos en escalas grandes. Agrupamiento espacial y Sesgo de Galaxias: Aplicación en galaxias a alto redshift. Modelos Globales: Modelos semianalíticos, Simulaciones Hidrodinámicas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Libros:
Galaxy Formation and Evolution, Houjun Mo, Frank van den Bosch &
Simon White, 2010, Cambridge University Press
Galaxy Formation, Malcom Longair, 2007, Springer
Galaxies in the universe, An introduction, L.S. Sparke & J.S. Gallagher III, Cambridge University Press
Artículos de Revisión:
Avila-Reese 2006, astro-ph/0605212
Baugh 2006, RPPh 69 310
Cecil & Rose 2002, ARPPh 70 1177
Freeman & Bland-Hawthorn 2002, ARA&A 40 487
Kauffmann 2005, neco.conf 91
Mayer Governato & Kaufmann 2008, astro ph/0801.3845
Frenk & White 2012, AnP 524, 507
Artículos:
Abadi Bower & Navarro 1999, MNRAS 308 947
Bertschinger 1985, ApJS 58 39
Mo Mao & White 1998, MNRAS 295 319
Porciani Dekel & Hoffman 2002, MNRAS 332 325
Vitvitska et al. 2002, ApJ 581 799

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

- No se toman evaluaciones parciales.
- Aprobación de trabajos practicos
- El examen final consta de una exposición oral.
- La materia no considera régimen de promoción.

REGULARIDAD

1. ASISTENCIA
Cobertura del 70% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas.
2. EXÁMENES PARCIALES
No hay
3. TRABAJOS PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO
Trabajos prácticos aprobados

CORRELATIVIDADES

Para cursar:
tener regularizadas Astronomía Esférica y Astrofísica General

Para rendir:
tener aprobadas Astrofísica General.

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Geometría Algebraica	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La geometría algebraica estudia los conjuntos de ceros de polinomios, llamados variedades algebraicas. Para ello, usa herramientas del álgebra abstracta, como el álgebra conmutativa, para entender las propiedades geométricas de estos objetos. Esta área ocupa un lugar central en la matemática moderna, con múltiples aplicaciones en áreas tan diversas como la teoría de números, la teoría de representaciones y la criptografía.

CONTENIDO

1. Álgebra conmutativa

Anillos e ideales. Módulos. Anillos y módulos de fracciones. Anillos noetherianos. Descomposición primaria. Bases de Groebner. Dependencia entera y valoraciones. Condiciones de cadena. Anillos de Artin. Anillos de valoración discreta y dominios de Dedekind. Completaciones. Teoría de la dimensión.

2. Variedades

Variedades afines. Variedades proyectivas. Morfismos. Mapas racionales. Singularidades.
Variedades no singulares. Curvas no singulares. Intersecciones en el espacio proyectivo.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Atiyah, M. F., Macdonald, I. G., Introducción al álgebra conmutativa. Editorial Reverté.
Eisenbud, D., Commutative Algebra with a View Toward Algebraic Geometry. Springer-Verlag.
Hartshorne, R., Algebraic Geometry. Springer-Verlag.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Reid, M., Undergraduate Commutative Algebra. Cambridge University Press (London
Mathematical Society Student Texts 29).
Vakil, R., The Rising Sea: Foundations of Algebraic Geometry. Princeton University Press.
Zariski, O., Samuel, P., Commutative Algebra, Vol. I y II. Springer-Verlag.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Se dictarán dos clases teóricas por semana en las cuales iremos desarrollando alternadamente los conceptos de Álgebra Conmutativa y de Geometría Algebraica. Además habrán dos horas semanales dedicadas a la resolución de problemas.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Los estudiantes deberán presentar semanalmente la resolución de 4 o 5 ejercicios. El examen final consiste de una exposición oral de algunos tópicos del teórico y sobre los ejercicios presentados durante el curso.

REGULARIDAD

1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

PROMOCIÓN

La materia no admite régimen de promoción

CORRELATIVIDADES

Para cursar tener aprobadas: Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Física General. Física General.
Para rendir tener aprobadas: Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Física General.

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Hamiltonianos Promedio en Resonancia Magnética	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

En el campo de la RMN se ha aprendido a controlar las interacciones mediante métodos sofisticados, entre ellos las secuencias multi-pulsos. Se pretende describir sistemas de partículas con espín y cómo cambia el sistema en el tiempo a través de operaciones unitarias del operador densidad bajo la acción de un Hamiltoniano. Realizaremos experimentos en los que la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo es controlada externamente. Estos procedimientos se describen en términos de la teoría de Hamiltoniano promedio. Se discutirá la excitación y evolución de coherencias de cuántos múltiples. El objetivo es tener recursos conceptuales para abordar trabajos actuales de interés.

CONTENIDO

Unidad 1
Dinámica de sistemas de espines nucleares. Ecuaciones de movimiento. Operador densidad. Representación de Schrödinger y Heisenberg. Espacio de operadores de Liouville. Productos de operadores de espín. Transformaciones para un cambio de fase por pulsos de radio frecuencia. Transformaciones bajo la acción de términos bilineales. Operadores de transición. El Hamiltoniano de espín nuclear.

Unidad 2
Manipulación de Hamiltonianos de espines nucleares. Teoría de Hamiltoniano promedio.
Promediación por perturbaciones dependientes del tiempo. Interacciones cíclicas. Truncamiento de Hamiltonianos internos. Expansión de Magnus.

Unidad 3
Descripción cuántica de espectroscopía Fourier. Sistemas de no equilibrio. Operadores productos de espines. Transiciones de cuantos múltiples. Dinámica de cuantos-múltiples. Recorriendo el espacio de Liouville.

Unidad 4
Discusión de secuencias multi-pulsos en RMN: FID, Eco de Hahn, secuencia de

Carr-Purcell.
Secuencias para RMN de alta resolución en sólidos: WAHUHA; MREV. Análisis en la terna
rotante.

Unidad 5
Reversión temporal. Eco mágico. Ecos de Loschmidt. Secuencias ME, dipolar revertida, DQ
(double quantum) revertida. Escaleo de interacciones. Fourier 2D.

Unidad 6
Laboratorios: se realizarán cuatro prácticas de laboratorio en las cuales los alumnos deberán adquirir conocimiento en la programación de secuencias de pulsos, control de fases de pulsos de radiofrecuencia, análisis de propagación de errores por acumulación de fases y realización de experimentos de reversión temporal con análisis de coherencias cuánticas múltiples y su aplicación en caracterización de sistemas complejos.

Unidad 7
Simulaciones numéricas en lenguaje Matlab para implementar secuencias de reversión en sistemas de pocos espines (molécula simplificada de cristal líquido) . Ecos con perturbaciones de fases. Transformación Fourier y decodificación de las coherencias de cuántos múltiples (MQC).

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Ernst, Bodenhausen and Wokaun, “Principles of Nuclear Magnetic Resonance in one and two dimensions”, International Series if monographs on Chemistry 14, Oxford Science Publications, 1987
- Munowitz, “Coherence and NMR”, John Wiley & Sons, 1988
- Haeberlen, “High resolution NMR in solids, selective averaging”, Advance in Magnetic Resonance, Academic Press, 1976.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Mehring, “Principles of High resolution NMR in solids”, Springer-Verlag, second edition, 1983.
- Slichter, “Principles of Magnetic Resonance”, Springer-Verlag, third edition, 1990.
- Baum, Munowitz, Garroway, Pines , “Multiple quantum dynamics in solid state NMR”, J. Chem. Phys. 83 (5) pg 2015.

Artículos de revisión:

- Krojanski, Suter, “Reduced decoherence in large quantum registers”, Phys. Rev. Lett. 97, 150503, (2006)
- Zhang, Meier, Ernst, “Polarization echoes in NMR”, Phys. Rev. Lett. Vol 69, N 14, 1992
- Suter, Liu, Baum, Pines, “Multiple quantum NMR excitations with a one-quantum

Hamiltonian", Chemical physics 114, (1987), 103-109.
- Krojanski, Suter, "Decoherence in large NMR quantum registers", Phys. Rev. A. 74, 062319, (2006)
- Munowitz, Pines, "Multiple quantum Nuclear magnetic resonance spectroscopy", Science, articles, vol 233, pg 525, 1986
- Brinkmann, "Introduction to Average Hamiltonian theory", Wiley, DOI: 10.1002/cmr.a.21414

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Las clases teóricas se trabajarán en el aula en pizarrón en base a la bibliografía y analizaremos diferentes publicaciones científicas. Hay guías de problemas donde se resolverán las transformaciones analizadas para implementar diferentes secuencias de pulsos. Los laboratorios se realizarán en los equipos de Resonancia del Lanais. Implementaremos diferentes secuencias en muestras sólidas y cristal líquido en fase nemática. Para el análisis de datos se usarán programas en Matlab. También se realizarán simulaciones numéricas de experimentos de reversión para el análisis de experiencias de Coherencias de múltiples cuántos.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Los estudiantes presentarán informes con el análisis de datos de las experiencias (4) de laboratorio y para la promoción realizarán una exposición oral de una publicación científica relativa al tema.

REGULARIDAD

1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

PROMOCIÓN

1. Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. Aprobar todos los Trabajos Prácticos o de Laboratorio, o el Informe Final de la Práctica de la Enseñanza con una nota no menor a 6 (seis).
3. Aprobar un coloquio.

CORRELATIVIDADES

Para cursar: Mecánica cuántica II (Regularizada).
Para rendir: Mecánica Cuántica II (Aprobada).

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Introducción a la Didáctica de Computación e Inteligencia Artificial	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Optativa	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

Síntesis de la propuesta:
Este espacio analiza los principales debates teóricos, políticos, pedagógicos y epistemológicos de la enseñanza de la computación en la escuela de los últimos 40 años. A partir de estos análisis respondemos a preguntas fundamentales del campo pedagógico en relación a esta disciplina: ¿Cómo se definen las Ciencias de la Computación y el área de la Inteligencia Artificial para el ámbito escolar? ¿Cuál es el sentido pedagógico de ofrecer esta disciplina en la escuela? ¿Con qué criterios se seleccionan, jerarquizan y organizan los contenidos en los curriculums? y ¿Cuáles son los modos en que se aborda su enseñanza?
Recuperando un modelo de enseñanza por simulaciones, el seminario-taller propone a lxs estudiantes formarse como si fueran “referentes de enseñanza de computación”. Desde este lugar, a través de diferentes actividades indagamos sobre la historia de la enseñanza de la computación en la escuela, los diferentes enfoques y los debates en torno a la enseñanza, el currículum y la evaluación. Entre las actividades se proponen visitas a organizaciones que trabajan en la recuperación de computadoras y el dictado de mini clases simuladas por parte del estudiantado que serán usadas como objeto de análisis del currículum, la enseñanza y la evaluación. Se prevén encuentros con referentes e investigadores de la ECE y otras escuelas y facultades en el área de la inclusión de la IA en la escuela para analizar diferentes perspectivas de análisis. En ese sentido, y con el acompañamiento constante de profesores de FAMAF, el seminario ofrecerá instancias de debate interdisciplinares. El trabajo final requiere de fabricar un artefacto didáctico en su rol de posibles referentes.

Fundamentación
En la última década se han incrementado estudios, debates y programas educativos orientados a promover la cultura digital, la programación, robótica, inteligencia artificial, Pensamiento Computación, etc, en la escolaridad obligatoria. En general, se utilizan diferentes denominaciones para hacer referencia al dominio de conceptos y nociones de las Ciencias de la Computación (CC) para resolver problemas que involucran el procesamiento digital de diferentes tipos de información.

Diversos países han generado políticas y acciones para que los saberes del campo

de las Ciencias de la Computación se ofrezcan a los jóvenes y niños y niñas en ámbitos escolares y no escolares con diferentes objetivos educativos. Algunos países se proponen reducir la brecha digital entre distintos sectores sociales y entre géneros, otros aumentar el número de interesados en carreras de nivel superior en el área de computación para mejorar su sistema de ciencia y técnica, algunos otros mejorar la calidad de los aprendizajes en la escuela.

Estos esfuerzos están orientados por múltiples condiciones. En primer lugar, por el relativo consenso sobre la necesidad de la alfabetización digital de los jóvenes para ejercer la ciudadanía. A medida que se ha extendido y ampliado la digitalización de múltiples aspectos de nuestra vida, se considera que los jóvenes deben comprender cómo funciona esa tecnología para poder resguardar su seguridad digital, la privacidad de los datos que publican, identificar plataformas válidas de engañosas, comprender las implicancias y riesgos de la digitalización (por ejemplo del voto electrónico) y sobre todo imaginar problemas y sus soluciones tecnológicas.

En segundo lugar, porque los países trabajan para lograr desarrollo tecnológico soberano, es decir, participación en el vector tecnológico mundial, producción de tecnología propia que pueda ser modificada, replicada, extendida y que aporte a la solución de los problemas regionales. Como ejemplo de soberanía digital en nuestro país identificamos el desarrollo de ARSAT, del sistema operativo Huayra para las computadoras de Conectar Igualdad, etc.

En tercer lugar, porque hay una demanda del sistema socio productivo -industrias y desarrollo científico-tecnológico- en que más personas elijan carreras relacionadas con estos campos. El supuesto es que muchos y muchas jóvenes no eligen estas carreras debido a que no conocen desde temprana edad de qué se trata la computación y por eso se le demanda al sistema educativo introducir estos contenidos.

Respecto a las brechas computacionales, el estudio internacional sobre Alfabetización Digital e Informática señala que el 82% de los estudiantes secundarios puede navegar por internet, manipular imágenes y manejar claves; pero solo el 2% puede entender cómo funciona una computadora y crear nuevos artefactos tecnológicos a partir de esa comprensión (Frailón 2020). La adquisición de saberes de Ciencias de la Computación (CC), entendidas como un conjunto de conocimientos relativos a Sistemas Operativos, Hardware, Redes, Seguridad Informática, Datos, Software y Hardware libres, Algoritmos y Programación, resultan imprescindibles no solamente para usar dispositivos y artefactos computacionales, sino para acceder a ellos, proteger los datos, participar de programas socio educativos que dependen del vector computacional y aportar soluciones computacionales que mejoren la calidad de vida.
Por esta necesidad de comprender el mundo digital y computacional, en la última década el Consejo Federal de Educación (compuesto por los Ministerios de Educación Nacional y Provinciales) ha construído acuerdos para definir los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAPs) sobre saberes de computación de manera “común” (para toda la población) para todo el territorio nacional. Desde el año 2006, el Ministerio de Educación de la Nación fijó lineamientos para la alfabetización digital

y la inclusión de las CC en la escuela a través de normas de mayor y menor jerarquía. En 2015 el Consejo aprobó una resolución que estableció que la "Enseñanza de la Programación es de importancia estratégica". En 2018 se aprobaron los NAPs de Educación Digital, Programación y Robótica para que sean incluídos en todos los niveles del sistema educativo. En este contexto, algunas jurisdicciones están dando pasos concretos y graduales. Neuquén aprobó un diseño curricular para nivel secundario incluyendo las CC como materia dentro del área de las matemáticas. Córdoba puso en marcha un programa de escuelas orientadas al desarrollo de software emplazadas en contextos vulnerables (Escuelas ProA) y una actualización curricular en el espacio de Tecnología. Tucumán y Chaco iniciaron una reforma del currículum de nivel secundario reformulando los contenidos de educación tecnológica, abordando proyectos y contenidos de CC de manera progresiva y comenzando con escuelas ubicadas en las zonas más empobrecidas de la provincia. La Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) –en el contexto de la nueva escuela secundaria– incluyó contenidos de CC en la materia "Tecnologías de la Información" en los años tercero y cuarto del secundario. La Pampa se encuentra trabajando en el rediseño del currículum para revisar contenidos de Educación Tecnología y reorientarlos hacia la enseñanza de CC de modo transversal en los niveles inicial y primaria y en un espacio curricular específico en el secundario.
No obstante estos avances en términos regulatorios y de experiencias puntuales, la mayoría de las jurisdicciones no han logrado incluir significativamente estos saberes en las aulas de manera que todo el estudiantado tenga acceso a las CC. Esto se debe a una combinación de factores: a) la indeterminación respecto de si estos conocimientos deben (o no) suplantar a los NAPs de Educación Tecnológica –independientemente de si éstos han sido incluídos como contenidos transversales o en un a materia en el nivel; b) la confusión epistemológica generada en relación a qué contenidos son los que se engloban bajo la denominación de CC, su sentido y jerarquía; c) la dificultad, dada esta confusión, de definir con precisión prácticas adecuadas por nivel que deben ponerse en juego para que este conjunto definido de saberes sea alcanzado; d) la indefinición de la relevancia en términos de tiempo que el abordaje de estos saberes debería tener el ciclo de cada nivel; e) la omisión de cuál debería ser la actualización de las y los docentes en ejercicio y la formación inicial de quienes sean responsables en las aulas de la socialización de estos saberes y el alcance de los logros según el perfil de las y los egresados.
La creciente documentación de las brechas digitales según diferente condición social, género y tipo de escuela a la que asisten a nuestros niños, niñas y jóvenes nos invita a pensar en la distribución de saberes digitales de manera que contribuya a cerrar las diferencias de origen. Este ha sido siempre el rol fundacional de nuestra escuela y se re actualiza a partir de que se generan nuevos objetos culturales tales como los digitales.

La inclusión de estos saberes en la escuela requieren del trabajo interdisciplinar. Por ello, este seminario taller contará con el acompañamiento de dos profesores de la carrera de computación de FAMAF con experiencia en las áreas de enseñanza.

Este seminario-taller hará un recorrido de cómo se fueron gestando las ideas pedagógicas en torno a la enseñanza de las Ciencias de la Computación en la escuela y abordará los conceptos de pensamiento computacional, participación

computacional y currículum emancipatorio en CC considerando que una formación posible en el campo pedagógico es la del referente de enseñanza de la computación. Es necesario que nuestros egresados tengan la posibilidad de aprender de esta área para poder intervenir de manera crítica, práctica y significativa en espacios educativos orientando la enseñanza de esta disciplina de un modo emancipatorio.

Objetivos:
Comprender el fenómeno de las brechas digitales y computacionales como problemática educativa para generar propuestas de enseñanza de la computación desde la perspectiva de la equidad y la inclusión.
Analizar las prácticas de enseñanza de computación e inteligencia artificial en instituciones educativas en tanto construcciones históricas que van dejando "huellas" para poder revisarlas e intervenirlas.
Discutir la enseñanza de la computación y la inteligencia artificial desde la perspectiva de los derechos a la educación para el ejercicio de la ciudadanía en contextos de cultura algorítmica.
Identificar temas fundamentales del campo de las Ciencias de la Computación independientes de las tecnologías del momento para orientar desarrollos curriculares que incluyan contenidos relevantes.

CONTENIDO

1. **Historia de la Enseñanza de la Computación**

Debates y perspectivas de inclusión de la tecnología digital en los últimos 40 años. Las concepciones de aprendizaje subyacentes a los diferentes enfoques de enseñanza de la computación y la inteligencia artificial. Enfoques técnicos, instrumentales, integradores y lingüísticos. Brechas digitales. Políticas educativas de introducción de la computación en la escuela. El aporte de las teorías críticas a la enseñanza de la computación. La alfabetización digital, alfabetización computacional y alfabetización en Inteligencia Artificial. El pasaje del enfoque del Pensamiento Computacional a la Participación Computacional.

2. **El curriculum de Computación**

Debates en torno a la alfabetización digital como derecho y la obligatoriedad de su enseñanza. La organización de los contenidos de computación en el curriculum. Debates en torno a la definición de Ciencias de la Computación y el área de la Inteligencia Artificial y sus derivaciones en la organización del currículum: espacio curricular propio, integrado o transversal. Obligatoriedad y selectividad en el marco de las disputas sobre la educación “común”.

3. **La enseñanza de la Computación en la Escuela**

Pensamiento Computacional y Participación computacional. El aporte de las teorías críticas. Pedagogía Hacker. La computación como tecnología que amplía nuestra capacidad de cognición. La computación y la inteligencia artificial en el ámbito de "lo escolar" y las prácticas de estudio. La delegación de funciones cognitivas en Inteligencia artificial y su relación con los propósitos formativos de la escuela.

Niveles de operaciones mentales y su relación con diferentes tecnologías de inteligencia artificial.
Aprendizaje dirigido, colaborador y en co construcción con inteligencia artificial. Sesgos, discriminación y riesgos en la clasificación temprana. Participación computacional y justicia curricular a través de la creación con inteligencia artificial. Derivaciones de los diferentes enfoques en la construcción curricular.

4. **Debates en torno a la IA en la escuela**

Debates sobre la inteligencia artificial en la escuela. Introducción a conceptos de IA. Como herramienta, o como objeto de estudio. Curriculums de IA.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Amado, S. J., & Gala, R. P. (2019). Brecha digital, inclusión y apropiación de tecnologías: Un breve recorrido por sus diferentes conceptualizaciones.
Barchini, G., Sosa, M., & Herrera, S. (2013). La informática como disciplina científica. Ensayo de mapeo disciplinar.(2004).
Barchini, G. E. (2006). Informática. Una disciplina bio-psico-socio-tecno-cultural. Revista Ingeniería Informática, 12, 1-12.
Benasayag, M. (2015). El cerebro aumentado, el hombre disminuido. Ed. Paidos.
Benasayag, M., & Pennisi, A. (2023). La inteligencia artificial no piensa (el cerebro tampoco). Prometeo.
Busaniche, B. (2011). Analfabetización informática o ¿por qué los programas privativos fomentan la analfabetización? Universidad Nacional Autónoma de México - Instituto de Investigaciones Económicas. Recuperado de http://ru.iiec.unam.mx/2354/1/seco3_cap7.pdf.
Brennan, K. y Resnick, M. (2012). Nuevos marcos de referencia para estudiar y evaluar el desarrollo del pensamiento computacional. American Educational Research Association (AERA). Recuperado de http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/EvaluarPensamientoComputacional.pdf.Bell, T. (2014). Establishing a nationwide CS curriculum in New Zealand high schools. Commun. ACM, 57(2), 28-30.
Bocconi, S., Chioccariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). Developing computational thinking in compulsory education-Implications for policy and practice (No. JRC104188). Joint Research Centre (Seville site).
Bonello, M. B. Diez preguntas frecuentes (y urgentes) sobre pensamiento computacional. Virtualidad, Educación y Ciencia, 11(20), 156-167
de Camilloni, A. R. (2010). La didáctica de las ciencias sociales:¿ disciplinas o áreas?. Revista de Educación, (1), 55-76. https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ/article/viewFile/6/50
Castrillo, J. (2012) Estamos enmarcado en este proyecto Nacional y Popular. Agencia Paco Urondo.http://www.agenciapacourondo.com.ar/militancia/estamos-enmarcados-en-este-proyecto-nacional-y-popular
Castrillo, J. (2013). Ninguna Corporación debe seguir fijando las políticas educativas.

http://redcomsur.org/sitio/javier-castrillo-ninguna-corporacion-debe-seguir-fijando-las-politicas-educativas/
Cucuzza, G. Blog. La Informática Prohibida http://lainformaticaprohibida.blogspot.com/
Dabbah J., Garzón M., Gómez M., Martínez M.C., Martínez López P. E. Propuesta curricular para la inclusión de las Ciencias de la Computación en la educación obligatoria de Argentina. Fundación Sadosky, Buenos Aires, julio 2023. Disponible en https://curriculum.program.ar/wp-content/uploads/2023/01/Program.ar_Propuesta-Curricular-para-la-inclusion-de-las-Ciencias-de-la-Computacion.pdf
Dussel, I. (2007). La transmisión cultural asediada: los avatares de la cultura común en la escuela. Propuesta Educativa, (28), 19-27.
Kafai, Y. B. (2016). From computational thinking to computational participation in K--12 education. Communications of the ACM, 59(8), 26-27.
Katz, R. L. (2009). El papel de las TIC en el desarrollo (Vol. 19). Raul Katz.
Larrosa, J. (2021). Elogio del estudio. De estudiosos y estudiantes, 11-28.
Llambí, C; Borchardt, M y Klinkovich Vanina (2023) Aprendizajes y desafíos para la enseñanza de las Ciencias de la Computación en las escuelas. La iniciativa Program. AR de Argentina. Participación en los capítulos 1 al Disponible en https://program.ar/wp-content/uploads/2023/07/ProgramAR_CAF_10.pdf
Martinez, M. C; Martinez Lopez, P; Gómez, M; Bordtchart, M (2022) Hacia un currículum emancipador de las Ciencias de la Computación. Revista Latinoamericana de Economía y Sociedad Digital.
Muraro, S. (2005). Una introducción a la informática en el aula. Fondo de Cultura Económica
Resnick, M. (2008). Falling in Love with Seymours Ideas. American Education Research Association. Recuperado de https://llk.media.mit.edu/papers/AERA-seymour-final.pdf.
Schapachnik, F., & Bonello, M. B. (2022). Ciencias de la Computación en la escuela: Guía para enseñar mucho más que a programar. Siglo XXI Editores.
Simari, G. (2011). Los fundamentos computacionales como parte de las ciencias básicas en las terminales de la disciplina Informática. Bahía Blanca: Universidad Nacional del Sur.
UNESCO (2019a). Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303
Vakil, S. (2018). Ethics, identity, and political vision: Toward a justice-centered approach to equity in computer science education. Harvard Educational Review, 88(1), 26-52.
Interdisciplinariedad y conceptos nómadas en didáctica de la ciencia: consecuencias para la investigación
https://eldiariodelaeducacion.com/una-asignatura-para-todo/

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Régimen de Cursado
Encuentros presenciales semanales de 4 horas
Tareas virtuales asincrónicas semanales

El Seminario-Taller combina clases de reflexión y análisis de conceptos fundamentales con actividades prácticas.
Para la mayoría de las clases se conformarán grupos de trabajo que ofrecerán a sus compañeros mini-clases de computación. Para ello, previamente el grupo deberá buscar propuestas didácticas elaboradas y disponibles para la comunidad educativa y hacer una apropiación para ser usada como objeto de enseñanza en un espacio formativo. El resto de la clase tendrá protocolos de observación específicos según el tema que se aborde en dicha clase para poder analizar críticamente la propuesta.
Los trabajos prácticos consisten en reflexiones analíticas de diferentes dimensiones de la enseñanza de la computación.

Las tareas asincrónicas asignadas semanalmente consisten en la revisión de material y/o actividades necesarias para la realización de los trabajos prácticos, como entrevistas, relevamientos, etc.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
Se tomarán 4 trabajos prácticos en el transcurso de la materia.

REGULARIDAD
1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

PROMOCIÓN
1. Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. Aprobar todos los Trabajos Prácticos o de Laboratorio, o el Informe Final de la Práctica de la Enseñanza con una nota no menor a 6 (seis).

CORRELATIVIDADES
Para Cursar y para Promocionar:
- Algoritmos y Estructuras de Datos I (Regularizada)
- Introducción a los algoritmos (Aprobada)

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Introducción a la Información Cuántica	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Introducción a la Información Cuántica	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Optativa	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

La materia introduce los conceptos y herramientas fundamentales de la teoría de la información cuántica: representación de estados y operaciones, medidas de información y entropía cuántica, entrelazamiento, canales cuánticos y una primera aproximación a algoritmos y protocolos cuánticos. El curso está diseñado para brindar, por un lado, una base teórica sólida, indispensable para la investigación en física cuántica y ciencias de la información, y, por otro, competencias prácticas iniciales en programación y simulación de circuitos cuánticos.

En un contexto de rápido desarrollo de las tecnologías cuánticas y la disponibilidad creciente de plataformas accesibles de cómputo cuántico, este curso brinda herramientas teóricas y prácticas fundamentales que complementan la formación actual de estudiantes de física y disciplinas afines, en un área estratégica tanto para la investigación fundamental como para el desarrollo tecnológico.

CONTENIDO

1. **Teoría clásica de la información**

Breve introducción a la teoría clásica de la información.

2. **Conceptos básicos y formalismo**

Repaso del formalismo de la Mecánica Cuántica. Postulados, espacio de Hilbert, operadores, medición. Sistemas compuestos y producto tensorial. Estados puros y

mixtos. Matrices densidad.

Qubits y operaciones cuánticas. Notación de Dirac y la base computacional. Puertas unitarias: Pauli, Hadamard, fase, CNOT. Circuitos cuánticos. Representación gráfica. Medición proyectiva y POVMs. Canales cuánticos y operaciones completamente positivas. Introducción cualitativa a la decoherencia.

3. **Herramientas y protocolos de información cuántica**

Medidas y teoremas fundamentales de información cuántica. Entropía de von Neumann. Entropía condicional, mutua, coherencia cuántica. Teoremas fundamentales: No-clonación, no-borrado, Holevo.

Entrelazamiento y correlaciones. Entrelazamiento bipartito, criterios de separabilidad y medidas de entrelazamiento (estados puros y estado mixtos). Sistemas multipartitos: estados GHZ y W, clases de equivalencia y nociones básicas de monogamia.

Protocolos fundamentales. Teleportación y codificación superdensa (protocolos y análisis de recursos). Criptografía Cuántica

4. **Computación cuántica: fundamentos**

Modelo de circuito cuántico. Qubits, compuertas y mediciones como recursos computacionales. Universalidad de conjuntos básicos de puertas. Construcción de circuitos para operaciones compuestas.

Algoritmos cuánticos elementales. Algoritmo de Deutsch–Jozsa, algoritmo de Grover, algoritmo de estimación de fase.

Recursos y límites. Complejidad, ventajas cuánticas en problemas concretos (visión general).

5. **Taller práctico: Programación cuántica**

Introducción a Qiskit. Instalación, estructura, simuladores vs backends reales. Construcción de circuitos, mediciones, shots, interpretación de histogramas. Implementación y simulación de protocolos vistos en clases (teleportación, superdense coding, Deutsch–Jozsa).

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- M. A. Nielsen & I. L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press (2000). — Texto principal.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- J. Preskill, Lecture Notes on Quantum Computation (apuntes).
- J. Watrous, The Theory of Quantum Information (Cambridge).
- Qiskit Textbook (IBM Qiskit online textbook and tutorials) — materiales prácticos y

notebooks.
- Artículos de revisión seleccionados que serán provistos durante el curso.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La secuenciación de los contenidos responde a una progresión conceptual que parte de nociones fundamentales de información clásica y teoría de la probabilidad, continúa con el repaso estructurado de los postulados y formalismo básico de la mecánica cuántica, hasta el desarrollo de los conceptos centrales de la información cuántica. Esta organización intenta garantizar que las/os estudiantes dispongan de las herramientas conceptuales y matemáticas necesarias antes de abordar los temas más específicos y actuales del área.

El formato de las clases será predominantemente teórico-práctico. Las exposiciones conceptuales estarán acompañadas por la resolución guiada de problemas, análisis de ejemplos y discusión colectiva de situaciones físicas relevantes. Se prevé además la incorporación de instancias prácticas de simulación y/o implementación básica de circuitos cuánticos utilizando herramientas computacionales.

Entre las actividades propuestas se incluyen lecturas guiadas de bibliografía seleccionada, resolución individual y grupal de ejercicios, análisis y discusión de artículos actuales del área, y eventualmente pequeñas presentaciones orales sobre temas específicos.

Los materiales didácticos comprenderán apuntes de clase, guías de ejercicios propuestos, artículos científicos seleccionados. También se utilizarán simuladores y herramientas de programación (por ejemplo, entornos como Qiskit u otros marcos de simulación cuántica) para complementar la comprensión conceptual con experiencias computacionales.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
Habrá dos evaluaciones parciales durante la cursada, y un examen final oral.

REGULARIDAD
1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

CORRELATIVIDADES
<u>Licenciatura en Física</u>

Para cursar: Mecánica Cuántica I (Regularizada), Termodinámica y Mecánica Estadística II (Regularizada) y Mecánica Cuántica II (Regularizada).

Para rendir: Mecánica Cuántica I (Aprobada) y Mecánica Cuántica II (Aprobada).

Licenciatura en Matemática Aplicada

Para cursar y rendir: Tener aprobado Algoritmos y Estructuras de Datos, Ecuaciones Diferenciales I, Modelos y Simulación, Análisis Numérico III, Ecuaciones Diferenciales II y Matemática Financiero.

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Introducción a la Radiobiología	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

OBJETIVOS
Adquirir conocimientos generales teórico-prácticos en el área de la radiobiología.
Instruir al alumno en los efectos biológicos de la radiación ionizante.
Introducir al alumno en el biología y fisiología celular de interés para física médica.
Instruir al alumno en el manejo de modelos y metodologías de radiobiología de interés para física médica.

CONTENIDO

MÓDULO I: Física y química en la interacción radiación-materia
Fuentes de radiación ionizante. Tipos de radiación ionizante: Clasificación. Principios de la dosimetría de radiación: Dosis y unidades, Transferencia linewal de energía (LET). Efectos directos e indirectos por radiaciones ionizantes.
MÓDULO II: Radiobiología molecular y celular
Lesiones por radiación en el ADN. Principales tipos de reparación del ADN Reconocimiento y señalización del daño. Consecuencias del daño no reparado en el ADN: daño cromosómico. Definición radiobiológica de muerte celular. Curvas y modelos de supervivencia. Efectos del ciclo celular. Efectividad biológica relativa Reparación celular ejemplificada en curvas de supervivencia. Hiperradiosensibilidad celular (HRS) y reparación inducida. Otras dianas moleculares: efectos epigenéticos Sensibilizantes a la radiación. Protectores de radiación.
MÓDULO III: Radiobiología en la radioterapia tumoral y en tejidos sanos
Crecimiento tumoral. Respuesta tumoral a la irradiación. Dependencia del control tumoral con la dosis y el tamaño tumoral. Efectos del fraccionamiento de la dosis.
Predicción de la respuesta tumoral a la radiación. Hipoxia tumoral. Respuesta celular y tisular. Respuestas tisulares agudas. Respuestas tisulares tardías. Predicción de la respuesta tisular normal. Ratio terapéutico. Irradiación de cuerpo completo.
MÓDULO IV: Bases radiobiológicas de la protección radiológica
Consecuencias para la salud tras la irradiación de cuerpo completo por accidentes

radiactivos. Riesgos de radiación a largo plazo por dosis bajas. Cáncer inducido por radiación en supervivientes de la bomba atómica. Estudios epidemiológicos en otras poblaciones expuestas a la radiación. Mecanismos del cáncer inducido por radiación. Efectos de la radiación en el embrión y el feto en desarrollo. Enfermedades hereditarias inducidas por radiación.

MÓDULO V: Radiobiología aplicada en en radio-oncología

Braquiterapia, radionúclidos y radioinmunoterapia. Radioterapia con partículas cargadas y alta LET. Terapia de captura de neutrones de boro (BNCT). Técnicas de biología molecular y celular. Sensado celular. Oncogenes y genes supresores de tumores.

MÓDULO V: Ciclo celular, crecimiento tumoral y la cinética celular

Crecimiento tumoral. Cinética celular. Proliferación celular en tejidos normales. Mecanismos de muerte celular. Ensayos in vitro e in vivo para la supervivencia celular. Reparación del daño por radiación. Biología tumoral e interacciones huésped-tumor. Radiobiología del daño tisular normal. Respuestas tisulares agudas. Respuestas tisulares tardías. Irradiación de cuerpo completo. Tolerancia al retratamiento. Efectos del volumen. Índice terapéutico

MÓDULO VI: Fraccionamiento temporal de dosis administrada

Reparación y repoblación. Redistribución/reclutamiento. Reoxigenación. Relación entre tiempo y dosis. Curvas de isoefecto. Modelo lineal cuadrático y modelos de isoefecto. Esquemas de fraccionamiento modificados.

MÓDULO VII: Situaciones de Aplicación de Radiobiología

El modelo cuadrático lineal: uso, interpretación y desafíos. Curvas de supervivencia celular en radiobiología: del acelerador lineal al ajuste lineal-cuadrático y alternativas. Radiobiología en hadtonterapia. Radiobiología para radioterapia FLASH.

MÓDULO VIII: El método Monte Carlo para modelar procesos en radiobiología para radioterapia

Procesos estocásticos y principios de simulación Monte Carlo. Métodos de Monte Carlo en dosimetría de radioterapia: Macrodosimetría, microdosimetría y nanodosimetría. Radiobiología de la respuesta a la radioterapia en los enfoques de Monte Carlo. Determinacio+ón de la estructura de trayectorias de partículas para daños inducidos por radiación. Los códigos FLUKA y PENELOPE-PENHAN.

Trabajos prácticos especiales ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA

Práctico de laboratorio I: Experimentación con técnicas de dosimetría biológica.
Práctico de laboratorio II: Ejercitación teórico-analítica sobre modelos LQ y LQC de supervivencia para células de interés en radioterapia.
Práctico de laboratorio III: Experimentación virtual con técnicas e simulación Monte Carlo vinculadas a: macro- y microdosimetría con simulaciones Monte Carlo.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

F. Attix. Introduction to radiological physics and radiation dosimetry. Editorial John Wiley and Sons, 1986.
• IAEA. Radiation Biology: A Handbook for teachers and and students. Viena, 2010
• F. Kahn. The physics of the radiation therapy 3ra. Ed., Editorial Lippincott Williams

& Wil, 2003.
• F. Salvat, J. Fernández-Varea and J. Sempau. PENELOPE, an algorithm and computing code for Monte Carlo simulation of electron photon showers. Editorial NEA, France 2003.
• Battistoni, G. et al. Overview of the FLUKA code. Annals of Nuclear Energy. 82: 10-18. ISSN0306-4549, doi: 10.1016/j.anucene.2014.11.007.
• M. Valente Elementos de cálculo dosimétrico para hadronterapia y campos mixtos Notas del curso de posgrado en FaMAF 2010-2011-2012. (disponible en: http://www.famaf.unc.edu.ar/~valente)
• M. Valente y P. Pérez Dosimetría y radiobiología. Notas para curso de grado, Universidad de Catamarca, 2011. (disponible en: http://www.famaf.unc.edu.ar/~valente)

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Oliveira Dias, J., et al. Obtaining cell survival curves in radiobiology: From the linear accelerator to the linear-quadratic fitting and alternatives. World Academy of Sc. Journ. 7, 73, 2025. doi: 10.3892/wasj.2025.361

• C. Salinas Domján et al. Development and characterization of Staphylococcus aureus-hydrogel-based radiation dosimeter. Appl. Rad. Isot., 2024. doi:

10.1016/j.apradiso.2024.111455

• El Naqa. I. et al. Monte Carlo role in radiobiological modelling of radiotherapy outcomes. Phys. Med. Biol., 57. R75–R97, 2012. doi:10.1088/0031-9155/57/11/R75

• S. McMahon. The linear quadratic model: usage, interpretation and challenges. Phys. Med. Biol., 64, 2019. doi: https://doi.org/10.1088/1361-6560/aaf26a.

• C. Limoli & M. Vozenin. Reinventing Radiobiology in the Light of FLASH Radiotherapy. Annu Rev Cancer Biol. 7, 2023. doi:10.1146/annurev-cancerbio-061421-022217

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

1. CLASES TEORICAS
• Se realizan clases teóricas en aula con una carga semanal de 4 (cuatro) horas. Se toma asistencia durante las clases teóricas.
2. CLASES DE EJERCITACION PRACTICA
• Se realizan prácticos de ejercicios en aula, en base al contenido de las clases teóricas, con una carga horaria de 2 (dos) horas semanales.
3. TRABAJOS PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO
• Se realizan trabajos en laboratorio de experimentación directa, supervisada por el docente, con una carga horaria de 2 (dos) horas semanales. Los trabajos de laboratorio son obligatorios en momento y lugar que se determinen.
4. CLASES DE CONSULTA

• El docente dispone de 2 (dos) horas semanales extra, en lugar y horario a convenir con los alumnos, para recibir consultas o profundizar temáticas de interés

de los alumnos, sin obligación de asistencia.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
Dos (2) evaluaciones parciales sobre contenidos teórico-prácticos.
• El examen final contará de una evaluación escrita sobre contenidos teórico-prácticos y de laboratorio.
• No existe régimen de promoción

REGULARIDAD
ASISTENCIA
• Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
EXÁMENES PARCIALES
• Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.
TRABAJOS PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO
• Aprobación de un mínimo del 60% de los trabajos prácticos.
• Aprobación de un mínimo del 60% de los trabajos de laboratorio.

CORRELATIVIDADES
Para Cursar: Fundamentos de Física Médica (Regularizada).
Para rendir: Fundamentos de Física Médica (Aprobada).

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Introducción a las álgebras de Lie y sus representaciones	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

Las álgebras de Lie constituyen la aproximación lineal de los grupos de Lie, que a su vez son grupos que admiten una estructura de variedad diferenciable compatible con la estructura de grupo. Los grupos y las álgebras de Lie son ubicuos en Matemática y en Física, y sus acciones desempeñan un papel fundamental en el estudio de problemas con simetrías en Geometría, Análisis, Sistemas Dinámicos, Física Teórica, entre otras áreas.

Este curso tiene como objetivo principal el estudio de los conceptos básicos de las álgebras de Lie (nilpotentes, solubles y semisimples), la clasificación de las álgebras de Lie semisimples, su relación con la de los grupos de Lie compactos, y la clasificación de sus representaciones irreducibles.

CONTENIDO

1. **Conceptos básicos.**

Definiciones y ejemplos, álgebras de Lie clásicas, derivaciones.
Homomorfismos e ideales, representaciones, automorfismos interiores.
Álgebras de Lie nilpotentes y solubles, Teorema de Engel y Teorema de Lie.

2. **Álgebras de Lie semisimples**

Definiciones y ejemplos, forma de Killing.
Derivaciones interiores y descomposición de Jordan en un álgebra de Lie semisimple.
Completa reducibilidad de representaciones, truco de unitarizabilidad.
Representaciones de sl(2,C).
Subálgebras de Cartan y descomposición en espacios raíces.
Propiedades axiomáticas de las raíces de un álgebra de Lie semisimple.
Sistemas de raíces abstractos y su clasificación. Ejemplos.

3. **Teoremas de isomorfismo y conjugación**

Isomorfismos entre sistemas de raíces inducen isomorfismos entre las álgebras del Lie.
Teoremas de conjugación de subálgebras de Cartan y subálgebras Borel.

4. **Representaciones de álgebras de Lie semisimples**

Álgebra universal envolvente de un álgebra de Lie, Teorema de PBW.
Módulos de Verma, módulos de dimensión finita.
Retículo de pesos, pesos fundamentales, Teorema del peso máximo. Ejemplos.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

J. Humphreys. Introduction to Lie algebras and representation theory, Springer-Verlag, New
York 1972.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

N. Andruskiewitsch. Álgebras de Lie semisimples y Representaciones de Dimensión Finita.
Trabajos de Matemática Serie B, 1995/30.
R. Goodman and N. Wallach. Symmetry, Representations, and Invariants, Graduate Texts in Mathematics, Springer.
A. Knapp. Lie groups beyond an introduction}. Birkhauser, Boston, 1996.
W. Fulton and J. Harris. Representation Theory, A First Course, Undergraduate Texts in Mathematics, Springer

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La materia se dictará con 2 clases presenciales de 2 horas por semanas dedicadas genéricamente 3/4 a teórico, 1/4 a práctico.Se dejará tarea semanal para los trabajos prácticos.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Para regularizar: se deberá entregar periódicamente resoluciones de ejercicios seleccionados de los trabajos prácticos.
Para aprobar el curso: se aprobará un examen escrito sobre los contenidos teóricos y prácticos del curso, en algunos casos se complementará con una evaluación oral.

REGULARIDAD

1. Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

CORRELATIVIDADES

Para cursar tener aprobadas: Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Física General. Física General.
Para rendir tener aprobadas: Funciones Reales, Topología General, Estructuras

Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Física General. Álgebra III (Aprobada).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Introducción al Análisis de Series Temporales	**AÑO:** 2026
CARACTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

ASIGNATURA: Introducción al Análisis de Series Temporales	**AÑO:** 2026
CARACTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

ASIGNATURA: Introducción al Análisis de Series Temporales	**AÑO:** 2026
CARACTER: Optativa	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas.

ASIGNATURA: Introducción al Análisis de Series Temporales	**AÑO:** 2026
CARACTER: Optativa	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática Aplicada	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Las series de tiempo constituyen una herramienta estadística fundamental para analizar y predecir patrones en datos que evolucionan a lo largo del tiempo. El análisis de series temporales abarca un conjunto de métodos diseñados para examinar estadísticas descriptivas significativas, así como otras características inherentes a los datos, como tendencias, ciclos y variabilidad. Por su parte, la predicción de series temporales implica la aplicación de modelos matemáticos que estiman valores futuros a partir de observaciones históricas previas. En esencia, estos datos se modelan típicamente como procesos estocásticos, que capturan tanto componentes determinísticos como aleatorios. El análisis espectral y el de series temporales representan técnicas complementarias para el estudio de datos secuenciales en el tiempo. Mientras que el análisis de series temporales se centra en las relaciones temporales entre las observaciones —permitiendo identificar patrones secuenciales, tendencias lineales o no lineales, y variaciones estacionales—, el análisis espectral realiza una transformación de los datos desde el dominio del tiempo al dominio de la frecuencia. Esta transformación desvela estructuras periódicas ocultas, al descomponer la serie en componentes cíclicos, como ondas sinusoidales y ciclos repetitivos, lo que facilita la detección de frecuencias dominantes. En este curso introductorio, nos proponemos fomentar una estructura de pensamiento rigurosa que consolide hábitos de abstracción y generalización en el manejo de

datos temporales. De este modo, los participantes aprenderán a diferenciar estos datos de observaciones generadas por variables aleatorias independientes, promoviendo un enfoque analítico que integre tanto la intuición estadística como herramientas computacionales prácticas para su aplicación en contextos reales.

Nuestro propósito en este curso es estudiar técnicas para extraer inferencias de series de tiempo. Para ello, es necesario establecer un modelo probabilístico hipotético para representar los datos. Una vez elegida una familia adecuada de modelos, entonces es posible estimar parámetros, verificar la bondad de ajuste a los datos y, posiblemente, utilizar el modelo ajustado para mejorar nuestra comprensión del mecanismo que genera la serie. Una vez desarrollado un modelo satisfactorio, este puede utilizarse de diversas maneras, dependiendo del campo de aplicación particular.

CONTENIDO

Unidad I: Introducción a las series de tiempo

Ejemplos de series de tiempo. Objetivos del análisis de series de tiempo. Algunos modelos simples de series de tiempo: modelos de media cero, modelos con tendencia y estacionalidad. Un enfoque general para el modelado de series de tiempo: modelos estacionarios y la función de autocorrelación. Estimación y eliminación de componentes de tendencia y estacionales. Estimación y eliminación de tendencia en ausencia de estacionalidad. Estimación y eliminación de tendencia y estacionalidad. Pruebas de hipótesis para la secuencia de ruido estimada.

Unidad II: Modelos para series de tiempo estacionarias

Propiedades básicas. Procesos lineales. Introducción a los procesos ARMA(p,q). Propiedades de la media muestral y de la función de autocorrelación. Predicción de series temporales estacionarias. La ACF y la PACF de un proceso ARMA(p,q).

Unidad III: Análisis Espectral

Densidades espectrales. El periodograma. La densidad espectral de un proceso ARMA. Ejemplos

Unidad IV: Modelado y Prediccion con procesos ARMA

Estimación preliminar. Estimación de máxima verosimilitud. Chequeo de diagnóstico. Predicción. Selección de orden.

Unidad V: Modelos de series no estacionarias

Modelos ARIMA para series no estacionarias. Raíces unitarias. Predicción de modelos ARIMA. Modelos ARIMA estacionales. Detección e interpretación de un modelo estacional ARIMA explorando simultáneamente la ACF y la PACF. Crear e interpretar gráficos de diagnóstico.

Unidad VI: Suavizado de series

Identificar e interpretar descomposiciones aditivas y multiplicativas. Suavizado Lowess. Suavizado por medias móviles. Suavizado exponencial Brown, Holt, Winters.

Unidad VII: Modelos de correlación de largo alcance

Definir modelos de correlación de largo alcance. Identificar e interpretar modelos simples de diferenciación fraccionaria. Reconocer cuándo tomar diferencias de primer orden frente a diferencias fraccionarias. Identificar e interpretar modelos ARFIMA. Aplicar diferentes modelos dentro de dos intervalos de una serie de tiempo

Unidad VIII: Problemas prácticos

Predicción, clasificación y segmentación de series. Comparación de modelos de predicción: SARIMAX, PROPHET y XGBoost. Autoencoding para clasificación de segmentos y detección de eventos raros.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1) Introduction to Time Series and Forecasting Peter J. Brockwell & Richard A. Davis 2016 (3rd ed.)

2) Introduction to Time Series Forecasting with Python: How to Prepare Data and Develop Models to Predict the Future. Jason Brownlee

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1) Forecasting: Principles and Practice, Rob J. Hyndman & George Athanasopoulos, 2018 (3rd ed.)
2) Time Series Analysis: Forecasting and Control George E. P. Box, Gwilym M. Jenkins, Gregory C. Reinsel & Greta M. Ljung 2015 (5th ed.)

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Para regularizar la materia: entrega de ejercicios del práctico. El examen final es un proyecto integrador que se defenderá en forma de coloquio.

REGULARIDAD

1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

PROMOCIÓN

1. cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar todos los Trabajos Prácticos o de Laboratorio, o el Informe Final de la Práctica de la Enseñanza con una nota no menor a 6 (seis).
3. Aprobar un coloquio.

CORRELATIVIDADES

Para Licenciatura en Física:
Métodos matemáticos de la Física (aprobada) y Termodinámica y Mecánica Estadística I (regular)
Para Licenciatura en Matemática Aplicada
Probabilidad y Estadística, Modelos y Simulación y Ciencia de Datos, todas aprobadas.
Para Licenciatura en Matemática:
Para cursar tener aprobadas: Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Física General.
Para rendir tener aprobadas: Funciones Reales, Geometría Superior, Topología General, Estructuras Algebraicas,
Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Física General.
Para Licenciatura en Ciencias de la Computación:
Probabilidad y Estadística y Modelos y Simulación (aprobada).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Introducción al Machine Learning.(Aprendizaje Automático)	**AÑO:** 2026
CARACTER: Optativa	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 Horas.

ASIGNATURA: Introduccion a machine Learning (Aprendizaje Automático).	**AÑO:** 2026
CARACTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

ASIGNATURA: Introduccion a machine Learning (Aprendizaje Automático).	**AÑO:** 2026
CARACTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Este curso introduce al alumno a los tópicos de Aprendizaje Automático, haciendo hincapié en técnicas computacionales más que en las demostraciones y teoremas asociados a los métodos. El curso comienza con una discusión sobre las diferencias entre el aprendizaje automático y el análisis multivariado clásico e introduce los toolkits scikit pandas y varios paquetes de visualización, matplotlib,seaborn y plotly. Se discutirán temas centrales del área como son reducción de dimensión,creación de clasificadores a partir de definición de hipótesis minimales, riesgo y error y métodos de agrupamiento basados en métricas. Se estudiarán también errores y medidas de desempeño.

CONTENIDO

Unidad 1 : Manejo de datos y visualización

Como dar a una computadora la habilidad de aprender de los datos. Tres formas de aprendizaje por computadora. Notación y terminología técnica. Uso de Python. Pandas, plotly, seaborn,matplotlib.

Unidad 2: Hipótesis determinísticas

Aprendizaje de conceptos, algoritmos Find S, Complete elimination y Candidate elimination. Arboles de decisión, algoritmo ID3. Bagging. Boosting y Random Forests.

Unidad 3: Hipótesis estadísticas

Discriminante de Bayes, caso gaussiano, Discriminante de Fisher. Funciones discriminantes multicaso. Belief networks, Naive Bayes. estimación paramétrica y bayesiana.Mezcla de gaussianas. Expectation Maximization.

Unidad 4: PCA, LDA CC y otras A's

Análisis de componentes principales y discriminantes, Canonical Correlation, independent component analysis y t SNE, stochastic embedding.

Unidad 5: Métodos lineales
Métodos para problemas con clases linealmente separables. Perceptron. algoritmos de optimización par acálculo de hiperplanos. Regresión logística, Support Vector Machine. Esquemas de discriminación multiclase.

Unidad 6: Redes Neuronales
Perceptrón, Radial Basis Function, multilayer perceptron.

Unidad 7: Aprendizaje no supervizado
Algoritmo apriori. K-medias, métodos jerárquicos, mezcla de Gaussianas. Algoritmos Mean Shift , DBscan, Optics, y Birch.
Métodos de selección del número de clusters.
Visualización usando t-SNE

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
Pattern Classification. R. Duda, P. Hart y D.Stork, Wiley 2006

Python machine learning. Sl Rashka. Packt 2016.

Machine Learning. T. Mitchel 1990. MIT Press.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
Pattern Recognition and Machine Learning C. Bishop Springer 2006.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
Se realizarán 2 instancias de evaluación parcial en las cuales se presentarán trabajos con implementación de software y ejercicios teóricos.

Para la promoción se debe aprobar un proyecto integrador. Quienes necesiten aprobar la materia a través de examen y no tengan aprobado el proyecto de promoción, deberán presentar el informe del mismo al menos tres días hábiles antes de la fecha del examen.
El examen de los alumnos regulares y libres consistirá en variaciones a partir de ejercicios seleccionados de los prácticos. La cantidad de ejercicios dependerá de la condicion del alumno.

REGULARIDAD
*Asistencia al 70% de las clases teóricas, prácticas, y de laboratorio.
*Aprobar el 60% de los entregables asociados a los trabajos prácticos.Todos los prácticos tienen una instancia de recuperación; es decir, tendrán una devolución para corrección.
*Aprobar los dos parciales. Sólo podrá recuperarse uno de los parciales.

PROMOCIÓN
*Obtener la condición de regular en la materia.
*Aprobar todos los entregables asociados a los trabajos prácticos.
*Aprobar los dos parciales con nota mayor o igual a 6 (seis).
*Aprobar el proyecto de la matreria. La evaluación del proyecto se hará en base al informe presentado y a una exposición oral en formato de seminario breve.
*La nota de promoción será el promedio de las notas de los dos parciales y el proyecto y dicho promedio tiene que ser mayor o igual a 7 (siete).

CORRELATIVIDADES

Licenciatura en Física
Para cursar y rendir tener aprobadas: Análisis Matemático II, Métodos Matemáticos para la Física I y II.

En la Licenciatura en Matemática
Para cursar tener aprobadas: Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Física General.
Física General.
Para rendir tener aprobadas: Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Física General.

Para Optativa de la Licenciatura en Ciencias de la Computación:
Para Cursar y Rendir: Modelos y Simulación (Aprobada)

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Investigación de Operaciones	**AÑO:** 2026
CARACTER: Optativa	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Este curso busca proveer a sus estudiantes herramientas para tomar decisiones en sistemas empresariales complejos y cambiantes, en donde las técnicas de Investigación Operativa juegan un rol preponderante. Se espera que el/la estudiante desarrolle criterios de optimización, habilidades de modelización y capacidad de análisis de resultados. Particularmente, se persiguen los objetivos de introducir y familiarizar a los/as estudiantes en la metodología para la toma de decisiones empresariales, en la formulación de modelos decisorios lineales y de problemas con variables de decisión discretas.

CONTENIDO

Unidad 1. Programación lineal

Ejemplos de problemas de programación lineal. Forma standard. Soluciones básicas y soluciones factibles. Teorema fundamental de la programación lineal. Dualidad, teorema de la dualidad. Teorema de la holgura complementaria. Algoritmo simplex. Algoritmo dual. Algoritmo simplex revisado.

Unidad 2. Grafos y algoritmos

Grafos dirigidos y no dirigidos. Caminos y ciclos. Matriz de incidencia vértice-rama. Grafos bipartitos. Árboles y forestas. Grafos planares. Tabla de Adyacencia. Algoritmo search. Caminos dirigidos de mínimo costo, método de programación dinámica.

Unidad 3. Programación lineal entera

Ejemplos: el problema de la mochila el problema de la carga fija, variables discretas, el problema de recortar el stock, scheduling, el problema de los cuatro colores, el problema del viajante. El método branch and bound. Aplicación de branch and bound para la resolución del problema de programación lineal entera. Aplicación de branch and bound para la resolución del problema del viajante.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Bertsimas, D., Tsitsiklis, J., Introduction to Linear Programming Optimization, Dynamic Ideas & Athena Scientific, 1997.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Winston, W.L., Operations research : applications and algorithms, Belmont, California : Duxbury, 1994.

Gill,P.,Murray,W.,Wright,M., Numerical Linear Algebra and Optimization, Adisson Wesley, 1991.

Luemberger,D.,Linear and Nonlinear Programming, Adisson Wesley, 1984.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Las evaluaciones parciales constarán de contenidos teórico-prácticos. Se realizarán dos (2) evaluaciones parciales, pudiendo ser recuperada (1) una de ellas.

El trabajo práctico consistirá en la presentación de un proyecto, para el cual se deberá elaborar un informe y exponer el mismo durante la última semana de clase.
El examen final constará de una evaluación escrita y computacional con contenidos teóricos y prácticos.

REGULARIDAD
Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.
Aprobar el trabajo práctico.

PROMOCIÓN
Sin régimen de promoción.

CORRELATIVIDADES

Para Cursar:
REGULARIZADA: Análisis Numérico
APROBADA: Álgebra y Análisis Matemático II
Para rendir:
APROBADA: Análisis Numérico

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Medio Interestelar, Galaxias Starburst y Núcleos Activos de Galaxias	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

El medio interestelar constituye aproximadamente el 10 % de la materia visible de las galaxias, estando compuesto principalmente por gas y en mucha menor proporción por el polvo interestelar. El estudio del medio interestelar en sus distintos estados (ionizado, atómico, molecular) resulta de fundamental importancia, ya que está asociado a procesos directamente vinculados a la formación de estrellas en la Vía Láctea, así como en otras galaxias. El medio interestelar también puede ser un indicador de procesos que involucran alta emisión de energía y que no pueden ser explicados a partir de la formación de estrellas, como es el caso de los núcleos activos de galaxias.
En particular, en la primera sección de este curso se abordarán los fundamentos físicos que permitan entender los procesos que tienen lugar en el medio interestelar en su estado ionizado. Es necesario que el estudiante adquiera este conocimiento básico acerca de la física de las nebulosas gaseosas, ya que le permitirá comprender la fenomenología vinculada a las galaxias Starbursts y los Núcleos Activos de Galaxias, temática que también será abordada en este curso.

CONTENIDO

1. FÍSICA DEL MEDIO INTERESTELAR

Conceptos físicos básicos acerca del Medio Interestelar. Organización del Medio Interestelar y sus diferentes Fases. Proceso de Ionización en las distintas fases. Composición del Medio Interestelar. Equilibrio de fotoionización en el medio difuso. Fotoionización y recombinación del hidrógeno. Fotoionización en una nebulosa de hidrógeno puro; esfera de Strömgren. Fotoionización en una nebulosa de hidrógeno y helio. Reacciones de Intercambio de Carga. Equilibrio térmico. Inyección de energía por fotoionización. Pérdida de energía por recombinación, radiación libre-libre y por radiación de líneas excitadas colisionalmente. Densidad crítica. Equilibrio térmico resultante. Espectro emitido. Líneas de recombinación y radiación continua en el óptico. Líneas prohibidas. Coeficientes de emisión. Decremento de Balmer; casos de nebulosas transparentes y no transparentes a las líneas de Lyman. Polvo interestelar: extinción interestelar; polvo en Regiones H II. Distribución

de nebulosas planetarias y regiones H II en la Galaxia y en otras galaxias. Mapeos de la estructura espiral en la Galaxia. Detección de la emisión nebular: instrumental espectroscópico e interferométrico.

2. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS EN REGIONES H II.

Estimación de Enrojecimiento y su corrección. Determinación de Temperatura y Densidad electrónicas a partir de líneas de emisión en el rango óptico (método directo y método semi-empírico). Abundancias de elementos. Determinación de Abundancias de oxígeno y nitrógeno mediante métodos semi-empíricos.

3. GALAXIAS STARBURST

Introducción. Diferentes tipos de galaxias peculiares: Núcleos Starburst y Regiones HII Extragalácticas, Blue Compact Dwarf Galaxies, etc.. Propiedades integradas de las Galaxias Starburst. Distribución espectral de energía: emisión continua y de líneas. Indicadores de Formación Estelar: colores, Halpha, IR, etc. Ley de Kennicutt-Schmidt. Diagramas de diagnóstico en diferentes rangos de frecuencia (óptico, infrarrojo cercano, etc.). Luminosidad y tasas de formación estelar.
Disparadores de la actividad de formación estelar. Asociación entre las propiedades galácticas globales de los SBs y la Formación Estelar. Espectrofotometría de galaxias con Formación Estelar (Starburst99). Interacciones de Galaxias. Starbursts a alto redshift.

4. NÚCLEOS ACTIVOS DE GALAXIAS

Antecedentes históricos. Características generales. Clasificación de galaxias activas: Galaxias Seyferts, LINERs, QSOs, Radio Galaxias. Espectros; líneas de emisión anchas y angostas. Proceso de Fotoionización. Parámetro de ionización. Regiones de líneas anchas y angostas: propiedades físicas (densidades, temperaturas electrónicas); estimaciones de masas y dimensiones.
Observaciones de AGNs en diferentes rangos de frecuencia. Fuente de energía. Masa de la fuente central. Relación de masas entre agujero negro y bulbo de la galaxia huésped. Tasas de acreción de masa. Variabilidad del continuo y de las líneas. Método de reverberación. Modelo unificado.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei. 2nd Edición 2006; Osterbrock. D.
E. and Ferland, G. (University Science Books).- Physics of the Interstellar and Intergalactic Medium. 2011. Bruce T. Draine
(Princeton University Press).- Active Galactic Nuclei, Beckman V. & Shrader, C., 2012 (Wiley-VCH)- Understanding Galaxy Evolution through Emission Lines; Lisa J. Kewley, David C. Nicholls, &
Ralph S. Sutherland 2019, Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 57, 511.-Starburst Galaxies. Orlitova, I. 2020, in Reviews in Frontiers of Modern Astrophysics; From Space
Debris to Cosmology. Springer International Publishing, pp. 379-411-The

high-redshift Universe with Spitzer; Maruza Bradac 2020, Nature Astronomy 4, 478.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Active galactic Nuclei. 1990. Ed. R. D. Blandford, H. Netzer and L. Woltjer.- Massive stars in Starbursts. 1991, Ed. C. Leitherer, N. R. Walborn, T. M. Heckman and C. A. Norman.- Active Galactic Nuclei. 1996. I. Robson. (Wiley Praxis series in Astronomy and Astrophysics).- The Nature of the Starburst Galaxies. M.D. Lehnert and T.M. Heckman. A. J.,
472, 546, 1996.- Active Galactic Nuclei. 1999. J.H. Krolik (Cambridge University Press).- Galactic Astronomy. 1998. Binney & Merrifield. (Princeton University Press).- Nuclei of Seyfert galaxies and QSOs - Central engine and conditions of star formation. Valencia et al. 2013, Proceedings of Science - Workshop summary and open questions
(ArXiv 1312,1281v1).-Mid to far infrared properties of star-forming galaxies and active galactic nuclei,
Magdis et al 2013, Astronomy and Astrophysics, 558, 136.-Massive black holes in galactic nuclei: Observations, Marianne Vestergaard and Kayhan Gültekin;
2024, The Encyclopedia of Cosmology. Set 2: Frontiers in Cosmology. Volume 3: Black Holes.
Edited by Zoltan Haiman. Published by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2024.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La materia se organiza en cuatro módulos progresivos. En los dos primeros se abordan los contenidos básicos centrados en la física de las regiones HII, lo que permite al/a la estudiante adquirir los fundamentos esenciales. Con este conocimiento, en el tercer módulo se aplican los conceptos a galaxias starburst, favoreciendo la transferencia de lo aprendido a escenarios más complejos. Finalmente, el cuarto módulo introduce los Núcleos Activos de Galaxias, integrando los saberes previos y promoviendo una visión global de los fenómenos astrofísicos.

- Formatos empleado para el desarrollo de las clases:
Clases teóricas: Se dictan en el aula utilizando proyector. El material principal se presenta en formato PDF y, de manera complementaria, se recurre a recursos en línea para enriquecer los contenidos.

Trabajos prácticos: Se integran a las clases teóricas mediante el uso de programas especializados que permiten trabajar con datos espectroscópicos. Cada estudiante debe elaborar y entregar un informe correspondiente a cada práctica realizada.

Presentación final: Al concluir el cursado de los teóricos, el/la estudiante seleccionará una publicación científica relacionada con alguno de los temas del programa y realizará una exposición en la que explique y resuma el artículo elegido.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Se evaluarán los informes que realice el/la estudiante de tres trabajos prácticos que tendrán lugar durante el dictado de la materia. Además, se considerará el seminario con tema a elección, para exponer y ser evaluado/a durante la última semana de clases.

El examen final constará de una evaluación oral que englobará los contenidos teóricos dictados en el cursado de la materia.

REGULARIDAD

1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

CORRELATIVIDADES

Para Cursar: Astronomía Esférica (Aprobada) y Astrofísica General (Regularizada).
Para Rendir: Astrofísica General (Aprobada).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Radio Astronomía Galáctica y Extragaláctica.	**AÑO:** 2026
CARACTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La radio astronomía está produciendo actualmente una gran cantidad de información sobre distintos mecanismos que participan en procesos físicos en la formación y evolución de objetos astronómicos.
Por otro lado, en la carrera de Licenciatura de Astronomía no está presente en la formación, el estudio las técnicas de observación utilizadas en el rango de radio frecuencias, por lo que surge la necesidad de introducir al estudiante en esta temática.
Se plantea como objetivo que el estudiante estudie los fundamentos básicos sobre la observación con antenas y las técnicas modernas de observación en radio: además se desarrollarán los distintos mecanismos involucrados en la emisión en radio de fuentes galácticas y extragalácticas.

CONTENIDO

Unidad I: Bases de la radioastronomía.

Espectro electromagnético. Coherencia en radio-astronomía. Bases de la teoría de Fourier. Mecanismos de radio-emisión.

Unidad II: Elementos de la antena primaria.

Teoría básica de la antenas. Desempeño de la antena. Tipos de antenas. Eficiencia, precisión, polarización.

Unidad III: Fundamentos de radio interferometría.

Respuesta del interferómetro. Interferómetro simple. Conjunto de antenas. Parámetros de Stokes. Diseño de conjunto de antenas.

Unidad IV: Detección y análisis.

Correlación cruzada. Calibración. Polarización. Formación de imágenes. Observación de espectro de líneas.

Unidad V: Observación con radio-telescopios.

Antenas simples. Interferometría de gran línea de base. Polarimetría y lineas espectrales. Interferometría en ondas milimétricas.

Unidad VI: Fuentes de emisión.

Emisión galáctica no-térmica. Líneas de recombinación y regiones HII. Hidrógeno neutro y medio inter-estelar difuso. Estructura de la galaxia a partir de HI. Hidrógeno neutro extragaláctico. Radiogalaxias y quasars. Fondo de radiación en microondas. Cosmología a partir de radiofuentes.

Unidad VII: Observación con VLBI (Very Large Baseline Interferometry).

Proyectos científicos. Sistema de observación. Correlación y calibración. Formación de imágenes con VLBI.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- An Introduction to Radio Astronomy. B.F. Burke, F. Graham-Smith. 2007.
- Synthesis Imaging In Radio Astronomy II. Eds. Taylos, G.B, Carilli, C.L., Per- ley, R.A., 2001, A.S.P. Conferences Series, Vol. 180.
- Interferometry and Synthesis in Radio Astronomy, Thompson, A.R., Moran, J.M.,Swenson G.W., 2000

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Very Long Baseline Interferometry and VLBA, Zensus, J.A., Diamond, P.J. y Napier, P.J., 2002
- Tools of Radio Astronomy, T. L. Wilson, K. Rohlfs, S. H ttemeister, 2009,
- Galactic and Extragalactic Radio Astronomy, G.L. Verschuur, K.I. Kellermann.1988.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Durante el cursado el alumno deberá presentar informes de los trabajos prácticos realizados, que deberán contener los conceptos desarrollados en clase. Examen final oral.

REGULARIDAD

El alumno deberá:
- aprobar al menos el 60 % de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

PROMOCIÓN

No Corresponde.

CORRELATIVIDADES

Para cursar:
Óptica Astronómica: regular
Astrometría General: regular

Para rendir:
Óptica Astronómica: aprobada
Astrometría General: aprobada.

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Relatividad numérica	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La relatividad numérica constituye hoy una de las herramientas fundamentales para el estudio de la física de los sistemas auto-gravitantes en el régimen no-lineal de la relatividad general.
El desarrollo de formulaciones bien puestas de las ecuaciones de Einstein, junto con el avance en técnicas de integración numérica y en el poder de cómputo, ha permitido abordar con precisión fenómenos de alta energía como la coalescencia de agujeros negros y estrellas de neutrones, la generación de ondas gravitacionales, la dinámica de plasmas relativistas y la emisión electromagnética en entornos extremos. El presente curso tiene como propósito proporcionar una introducción a los fundamentos teóricos y metodológicos de la relatividad numérica, así como en los aspectos esenciales de la astrofísica relativista. Se busca que el estudiante desarrolle la capacidad de aplicar estas herramientas al estudio de procesos astrofísicos en objetos compactos tales como agujeros negros, estrellas de neutrones y sistemas binarios, con especial énfasis en la conexión con observaciones actuales.

CONTENIDO

1. **Repaso de conceptos de relatividad general.**

Agujeros negros. Ecuaciones TOV. Estrellas de neutrones; ecuaciones de estado. Radiación gravitacional.

2. **Formulación 3+1 de ecuaciones de Einstein.**

Descomposición 3+1: Foliaciones; Curvatura Extrínseca. Ecuaciones Gauss-Codazzi; Ecuaciones de Vínculo y Evolución. Ecuaciones ADM. Condiciones de Gauge: maximal slicing, gauge armónico.

3. **Datos iniciales.**

Clasificación de PDEs.Transformaciones conformes. Descomposición conforme transverse-traceless. Descomposición conforme thin-sandwich. Masa, momento y momento angular.

4. **Formulaciones de relatividad numérica.**

Problemas bien puestos e hiperbolicidad. Formulación BSSN; formulación armónico generalizado; formulación Bona-Masso Z4/CCZ4. Extracción de Ondas Gravitacionales.

5. **Breve introducción a métodos numéricos.**

Diferencias Finitas. Integración Temporal. Condiciones de Contorno. Condición de Courant-Friedrichs-Lewy. Adaptive-mesh-refinement.

6. **Ecuaciones de materia en relatividad general y propagación de señales electromagnéticas.**

Campo Escalar. Hidrodinámica. Magneto-hidrodinámica (MHD). Electrodinámica Force-Free. Transporte Radiativo. Propagación de señales electromagnéticas en vacío y en plasmas. Dispersión. Rotación de Faraday. Lentes gravitacionales: ecuaciones de lentes fuerte y débiles; curvas críticas, cáusticas; time delay; formación de múltiples imágenes: arcos; aproximación analítica perturbativa.

7. **Astrofísica relativista en agujeros negros y en estrellas de neutrones.**

Discos de Acreción en agujeros negros, discos delgados de Shakura-Sunyaev y de Novikov-Thorne-Page, AGNs y el mecanismo de Blandford-Znajek. Procesos radiatiativos en agujeros negros. Polarización. Ensanchamiento de líneas de hierro. Reconstrucción de imagen, trazado de rayos: métodos analíticos y numéricos. Púlsares. Magnetares. Estrellas de Bosones. Sistemas binarios compactos; astronomía de mensajeros múltiples. Curvas de luminosidad. Trazado de rayos. Clasificación de Belobodorov.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1) Baumgarte, Thomas W., and Stuart L. Shapiro. “Numerical relativity: solving Einstein's
equations on the computer.” Cambridge University Press, 2010.
2) Shibata, Masaru. “Numerical relativity.” Vol. 1. World Scientific, 2015.
3) Alcubierre, Miguel. “Introduction to 3+ 1 numerical relativity.” Vol. 140. OUP Oxford, 2008.
4) Bona, Carles, Carlos Palenzuela-Luque, and Carles Bona-Casas. “Elements of numerical
relativity and relativistic hydrodynamics: from Einstein's equations to astrophysical simulations.” Vol. 783. Springer Science & Business Media, 2009.
5) Gourgoulhon, Eric. “3+ 1 formalism in general relativity.” Springer, 2012.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

6) G. Romero and G. Vila. “Introduction to Black Hole Astrophysics”. Springer, 2014.
7) Kaspi, Victoria M., and Andrei M. Beloborodov. "Magnetars." Annual Review of Astronomy

and Astrophysics 55, no. 1 (2017): 261-301.
8) Philippov, A., and M. Kramer. "Pulsar magnetospheres and their radiation." Annual Review
of Astronomy and Astrophysics 60, no. 1 (2022): 495-558.
9) Baumgarte, Thomas W., and Stuart L. Shapiro. “Numerical relativity: starting from scratch.”
Cambridge University Press, 2021.
10) Meneghetti, Massimo. “Introduction to gravitational lensing: with Python examples.” Vol.
956. Springer Nature, 2021.
11) Kato, S. ; Fukue, J. ; Mineshige, S. “Black-Hole Accretion Disks. Towards a New Paradigm”. Kyoto University Press. 2008.
12) Lindquist, Richard W. "Relativistic transport theory." Annals of Physics 37, no. 3 (1966):
487-518.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El curso tiene por objetivo brindar elementos de relatividad numérica y astrofísica relativista, orientada al estudio teórico y computacional de objetos compactos. Se busca que el estudiante comprenda la formulación 3+1 de las ecuaciones de Einstein, adquiera destrezas en la construcción y evolución de datos iniciales, y sea capaz de aplicar métodos analíticos y numéricos al análisis de fenómenos astrofísicos en entornos de objetos compactos como agujeros negros y estrellas de neutrones. Las actividades prácticas consistirán en la resolución de guías de problemas teóricos-prácticos y desarrollo de prácticas con simulaciones numéricas. La materia se desarrolla mediante una estrategia teórico-práctica que articula los fundamentos de relatividad general, la formulación 3+1, la construcción de datos iniciales, las principales formulaciones de la relatividad numérica y sus aplicaciones en astrofísica relativista. Las clases combinarán instancias teóricas y prácticas lo que incluye resolución de problemas, trabajos prácticos y simulaciones numéricas. Como recursos didácticos se empleará bibliografía especializada, guías de trabajos prácticos y herramientas computacionales acordes al perfil de la materia. La dinámica de trabajo promueve una participación activa de las/os estudiantes, articulando el trabajo autónomo con el intercambio con el equipo docente en torno a problemas, desarrollos numéricos y discusión de resultados.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Para regularizar se deberán entregar una guía de problemas teórico-prácticos (desarrollos analíticos y numéricos) que deberán ser entregados al finalizar el cursado. Para aprobar el curso, los estudiantes deberán además exponer oralmente un trabajo o conjunto de trabajos que expliquen algún tema relacionado con la materia en donde se apliquen conceptos integradores de la misma. Las temáticas serán acordadas con los docentes. En la exposición deberán mostrar solvencia no

sólo en el material específico trabajado sino también en los conceptos generales estudiados.

REGULARIDAD

1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

PROMOCIÓN

La materia no admite régimen de promoción.

CORRELATIVIDADES

Para cursar: Relatividad General I (regularizada).
Para Rendir: Relatividad General I (Aprobada)

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Segunda Cuantización	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

Con el curso se pretende ampliar la formación de los estudiantes para incluir problemas de muchas partículas interactuantes. Muchos fenómenos físicos solo pueden entenderse en el contexto de muchas partículas, superconductividad, magnetismo, efecto Kondo, etc. El objetivo es familiarizar al estudiante con algunos de los métodos analíticos y numéricos que se usan para estudiar este tipo de problemas.

CONTENIDO

1. **Introducción Semiclásica**

Excitaciones elementales, fonones, solitones, magnones, plasmones, quasi partículas electrónicas, interacción electrón fonón

2. **Segunda cuantización y el gas de electrones**

Un único electrón, números de ocupación, segunda cuantización para fermiones

3. **Sistemas de bosones**

Segunda cuantización para bosones, oscilador armónico, fonones en varias dimensiones, Debye, interacciones entre fonones, magnones

4. **Teoría de un electrón**

Electrones de Bloch, metales, aislantes y semiconductores, dinámica, scattering

5. **InterInteracciones electrón-fonón y Superconductividad**

Hamiltoniano de Frölich, transición de Peierles, polarones, interacción atractiva entre electrones, el Hamiltoniano de Nakajima. Estado superconductor, Hamiltoniano BCS, transformaciones de Bogoliubov-Valantin, función de onda del estado fundamental y gap de energía, cuantización de flujo y efecto Josephson

6. **Fotones y campo electromagnético**

Potencial vector, energía, momento y momento angular del campo de radiación, interacción con partículas cargadas, teoría relativista del electrón.

7. **Hamiltonianos de espines**

Hamiltoniano de Heisenberg, estado fundamental y estados excitados, simetría traslacional, orden de largo alcance, modelo de Ising, aproximación de campo medios, Hamiltoniano de Hubbard, ondas de espín en ferro y antiferromagnetos, el modelo XY, transformaciones de Jordan-Wigner, fermiones de Majorana, redes con dos sitios no equivalentes, transformación de Bogoliubov generalizada, Bosones de Schwinger, frustración, modelo J1-J2, enlaces de valencia (valence bonds), estados fundamentales VBS para espines mayores a un medio, la red de Shastry-Sutherland.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

A quantum approach to Condensed Matter Physics, Philip Taylos and Olle Heinonen
Theoretical Tools for Spin Models in Magnetic Systems, Antonio Sergio Teixeira Pires

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

A Course in Quantum Many-Body Theory, A Course in Quantum Many-Body Theory
Introduction to Many-Body Physics, PIERS COLEMAN

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La materia comienza con el formalismo de segunda cuantificación, el cual da el soporte a la formulación de distintos problemas en términos de operadores creación y aniquilación. Luego se procede a aplicar el formalismo a distintos problemas físicos, cuantización del campo electromagnético, modelos de electrones, superconductividad, etc. En una segunda etapa se estudian problemas formulados en términos de Hamiltonianos de espines, los cuales tienen tćnicas propias para el cálculo de energías de estado fundamental, etc. Central a ambos tipos de problemas es el concepto de transformaciones canónicas, las cuales permiten cambiar el tipo de operadores en el cual se formula un problema, dnado lugar a transformaciones de fermionización, bosonización, etc.

El cursado consta de dos clases teóricas semanales, en las cuales se discute los conceptos funfamentales, además de una clase práctica para revisar solución de problemas e implementación de cálculos numéricos. Se pretende que los alumnos presenten , en algunas de las clases, una discusión sobre la resolución de los problemas más interesantes.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación durante el cuatrimestre constará de la resolución de problemas específicos y su presentación en clase. Al final del cuatrimestre se tomará un

examen escrito.

REGULARIDAD

1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.

CORRELATIVIDADES

Para Cursar: Mecánica Cuántica II (Regularizada).
Para rendir: Mecánica Cuántica II (Aprobada).

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Sistemas de Tiempo Real	**AÑO:** 2026
CARACTER: Optativa	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas.

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

En el actual paradigma tecnológico, los sistemas embebidos —sistemas computacionales de propósito específico— han trascendido su rol secundario para erigirse como el centro neurálgico de innovaciones como el Internet de las Cosas (IoT), el Edge Computing y la Industria 4.0. Son el motor de aplicaciones tan diversas como la robótica, la automatización de procesos y los sistemas de misión crítica en la automoción, la energía y la medicina. Estos sistemas ya no son simples controladores secuenciales, sino nodos de procesamiento sofisticados que deben gestionar múltiples flujos de datos, interactuar con diversos periféricos y comunicarse a través de redes, todo ello sujeto a estrictas restricciones temporales y de recursos. Esto ha elevado su complejidad a un nivel que desborda los modelos de programación tradicionales ("bare-metal") basado en bucles infinitos, demandando un enfoque más riguroso y sistemático donde la gestión de tareas concurrentes con restricciones temporales estrictas es la norma.

Este curso se posiciona precisamente en la intersección de la Ingeniería de Software, la Arquitectura de Computadoras y los Sistemas Operativos para abordar dicha complejidad. Se parte de la premisa de que la gestión de la concurrencia, la sincronización y, fundamentalmente, la predictibilidad temporal, no constituyen meros desafíos de implementación, sino que son el objeto de estudio de una disciplina formal dentro de las Ciencias de la Computación: los Sistemas de Tiempo Real. Con este fin, se proporcionan al estudiante los fundamentos teóricos para analizar el comportamiento de sistemas con restricciones temporales, estudiando los problemas clásicos de la concurrencia (inversión de prioridad, deadlocks) y los algoritmos de planificación que los resuelven.

Como herramienta práctica para materializar estos conceptos, el curso se enfoca en el uso de un Sistema Operativo de Tiempo Real (RTOS), específicamente FreeRTOS, el estándar de-facto en la industria. Al implementar soluciones sobre hardware real, el estudiante no se limita al uso instrumental de una tecnología de alta demanda laboral, sino que avanza hacia una conexión real entre la teoría y la práctica. FreeRTOS se convierte así en el entorno para experimentar con algoritmos de planificación, medir latencias y validar el comportamiento temporal de un sistema, habilidades indispensables para el diseño de sistemas embebidos robustos, escalables y mantenibles.

Objetivo General

Desarrollar en el estudiante la capacidad de diseñar, implementar y validar sistemas embebidos con restricciones de tiempo real, aplicando principios teóricos de sistemas operativos y concurrencia para la creación de soluciones robustas y eficientes.

Objetivos Específicos

- Analizar los principios de la programación concurrente y los mecanismos de un RTOS (tareas, semáforos, mutexes, colas) para la gestión de recursos y la sincronización en sistemas de tiempo real.
- Aplicar la API de un RTOS para codificar y depurar aplicaciones multitarea sobre hardware embebido, gestionando la ejecución concurrente de tareas y el manejo de interrupciones.

CONTENIDO

Unidad I: Fundamentos de los Sistemas de Tiempo Real

Introducción a los Sistemas Embebidos. Limitaciones del enfoque "super-loop". Conceptos de Tiempo Real: Tareas, eventos, deadlines, latencia, jitter. Clasificación: Sistemas Hard, Firm y Soft Real-Time. Arquitectura de un RTOS (Kernel). Servicios del sistema. Recursos de hardware asociados. Introducción a FreeRTOS: Filosofía, arquitectura y licenciamiento.

Unidad II: Gestión de Tareas

El concepto de Tarea (Task). Estados de una tarea: Running, Ready, Blocked, Suspended. Creación y eliminación de tareas. Parámetros: prioridad, stack. El Planificador (Scheduler): Algoritmos de planificación. Preemptive vs. Cooperative scheduling. El "Context Switch". La tarea "Idle" y "hooks". Gestión de memoria heap: asignación dinámica de memoria

Unidad III: Sincronización y Comunicación entre Tareas

El problema de los recursos compartidos. Secciones críticas y condiciones de carrera. Mutex para exclusión mutua. El problema de la inversión de prioridad. Semáforos: Binarios (para sincronización) y contadores (para gestión de recursos). Colas de Mensajes (Queue) para la comunicación segura de datos entre tareas. Timers por software, notificaciones de tareas y grupos de eventos. Delays

Unidad IV: Gestión de Interrupciones y Recursos

Interrupciones en un entorno RTOS. Prioridades de interrupción vs. prioridades de tareas. Funciones de API seguras para ISR. Estrategias de manejo: Procesamiento diferido de interrupciones. Gestión de memoria en RTOS: esquemas de asignación heap. Modos de bajo consumo y el "Tickless Idle Mode". Gestion de recursos: secciones de codigo criticas, suspencion del planificador.

Unidad V: Diseño y Análisis de Sistemas

Patrones de diseño comunes en sistemas de tiempo real. Técnicas de depuración para sistemas concurrentes. Herramientas de visualización y trazado. Introducción a la configuración y porting de un RTOS. Interfaces estandares de perifericos

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- “Mastering the FreeRTOS™ Real Time Kernel: A Hands-On Tutorial Guide”, Richard Barry. Release Version - 1.1.0, Real Time Engineers Ltd, (2024).
- "Embedded System Design with Arm Cortex-M Microcontrollers: Applications with C, C++ and MicroPython", Cem Ünsalan, Hüseyin Deniz Gürhan, Mehmet Erkin Yücel. Ed. Springer Nature Switzerland AG (2022).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- "Reference Manual for FreeRTOS version 10.0.0 issue 1”. Amazon Inc., (2017).
- "Electronics for Embedded Systems", Ahmet Bindal, Ed. Springer International Publishing, Switzerland, (2017).

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura se centrará en la realización de un proyecto integrador individual. Este consistirá en el desarrollo de un sistema de tiempo real de mediana complejidad, implementado sobre una plataforma embebida para dar solución a un problema de aplicación práctica.
El alcance específico del proyecto y los hitos de avance serán acordados entre cada estudiante y el docente al inicio del cursado.

1. Evaluaciones Parciales (2): Se realizarán dos instancias de seguimiento que funcionarán como exámenes parciales. Cada una requerirá:

- Una demostración funcional en laboratorio del avance logrado.
- La entrega de un informe técnico que documente el trabajo realizado.

2. Exmen Final: Consistirá en la defensa individual del proyecto integrador ya concluido. En esta instancia se evaluará tanto el informe escrito final como la exposición y defensa oral del trabajo desarrollado.

En la evaluación se considerará los siguientes aspectos:
- Funcionalidad y Robustez: Cumplimiento de todos los requerimientos especificados.
- Calidad del Diseño de Software: Modularidad, claridad y correcta aplicación de los primitivos del RTOS.
- Documentación Técnica: Informe final que detalle la arquitectura de software, las decisiones de diseño y los resultados de las pruebas.
- Defensa Oral: Presentación y demostración funcional del proyecto, con preguntas por parte del docente.

REGULARIDAD

Para obtener la condición de alumno regular, el estudiante deberá:
1. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clase teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN

Para obtener la condición de alumno promocional, el estudiante deberá:
1. cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).
3. aprobar todos los Trabajos Prácticos o de Laboratorio, o el Informe Final de la Práctica de la Enseñanza con una nota no menor a 6 (seis).

CORRELATIVIDADES

Para Cursar:
- Organizacion del Computador
- Sistemas Operativos

Para Rendir: (aprobadas)
- Organizacion del Computador
- Sistemas Operativos

EX-2026-00088647- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Teoría de Modelos	**AÑO:** 2026
CARÁCTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
RÉGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTOS Y OBJETIVOS

La teoría de modelos proporciona herramientas semánticas para el estudio de ciertos lenguajes formales (e.g., lógica de primer orden, lógicas modales, etc.). Además de haberse constituido como un área en sí misma, cuenta con valiosas aplicaciones en otras áreas, como el álgebra universal, la teoría de conjuntos y la complejidad computacional, etc.
El objetivo principal del curso es que las/los estudiantes adquieran familiaridad con las herramientas básicas de la teoría de modelos de la lógica de primer orden. Entre estas se destacan: diagramas, productos y cocientes, ultraproductos, submodelos elementales y cadenas de modelos.

CONTENIDO

1. **Conceptos y Herramientas básicas**

Lenguajes, modelos y satisfacción. Teorías y ejemplos de teorías. Parámetros y diagramas.

2. **Construcción de Modelos**

Método de Henkin. Completitud. Compacidad. Los teoremas de Löwenheim-Skolem superior e inferior.

3. **Otras construcciones de teoría de modelos**

Extensiones elementales y cadenas elementales. Aplicaciones. Criterio de Tarski-Vaught. Funciones de Skolem.

4. **Ultraproductos**

Definición y propiedades básicas. Teorema de Łoś. Teoremas de preservación.

5. **Clasificación de Estructuras**

Subconjuntos definibles, clases de estructuras definibles. El teorema de Beth. Eliminación de cuantificadores.

6. **El caso numerable**

La construcción de Fraisse, Omitting types, Categoricidad contable.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

C.C. Chang, H.J. Keisler, Model Theory. Elsevier, 1990, 650 páginas.
W. Hodges, Model Theory. Cambridge University Press, 2008, 778 páginas.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

D. Marker, Model Theory: An Introduction. Springer-Verlag. 2002, 342 páginas.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La modalidad de las clases es teórico-prácticas. Se propone las/os estudiantes la resolución de problemas de las guías de ejercicios.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Dos (2) evaluaciones parciales escritas. Las mismas serán sobre contenidos teórico-prácticos.
- Un recuperatorio específico sobre temas no aprobados.
- Entrega de ejercicios de las guías prácticas.
- El examen final constará de una evaluación integradora sobre los contenidos teóricos y prácticos del curso.

REGULARIDAD

1. Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

CORRELATIVIDADES

Para cursar tener aprobadas: Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Física General. Física General. Lógica (Regularizada).
Para rendir tener aprobadas: Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Física General. Lógica (Aprobada).