

**ANEXO****PROGRAMA DE ASIGNATURA**

<b>ASIGNATURA:</b> Algoritmos y Estructuras de Datos I	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 1° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

**FUNDAMENTACIÓN 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 idiosincrasias 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

### I 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.

### II Construcción de programas funcionales

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

Especificaciones, verificación y derivación.

### III Técnicas elementales para la programación funcional

Definiciones recursivas, modularización, generalización. Segmentos de listas.

### IV 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).

### V Especificación y corrección de programas imperativos

Pre-condición, post-condición e invariantes.

Pre-condición más débil de cada construcción del lenguaje.

### VI 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.

### VII 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 Classes.

Proyecto 3: Modelo computacional imperativo comparado con modelo funcional. Programación C, GDB.

Proyecto 4: Teórico de Arreglos, Código Arreglo, Inicialización de arreglos. Estructuras.

## 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.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

- 2 evaluaciones parciales de teórico/práctico donde, se podrá recuperar una instancia.
- 2 evaluaciones de trabajo de laboratorio, donde se podrá recuperar una instancia.

La evaluación final consiste en un examen escrito y un examen de laboratorio. Quienes rindan



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

---

regular, sólo deberán rendir el examen escrito.

### **REGULARIDAD**

- Aprobar los dos trabajos prácticos 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).



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Análisis Funcional	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo es introducir a los alumnos en la teoría de los espacios de Banach y de Hilbert y algunas de sus aplicaciones. En particular, se demostrarán los teoremas clásicos del análisis funcional lineal (aplicación abierta, gráfico cerrado, acotación uniforme (Banach-Steinhaus), Hahn-Banach, Alaoglu, etc.) Se desarrollará además la teoría espectral para operadores compactos y autoadjuntos. Por último, se mostrarán algunas aplicaciones de lo anterior a la teoría de ecuaciones en derivadas parciales.

### CONTENIDO

#### 1-Espacios de Banach y de Hilbert

Espacios normados. Ejemplos. Espacios normados de dimensión finita. Espacios de Banach. Espacios con producto interno, espacios de Hilbert. Ortogonalidad, complementos ortogonales. Bases ortonormales en dimensiones infinitas. Series de Fourier.

#### 2-Operadores lineales

Transformaciones lineales continuas. Norma de un operador lineal acotado. Isometrías, isomorfismos isométricos. El espacio  $B(X,Y)$ . Inversa de operadores. Categoría de Baire. Teorema de la aplicación abierta, teorema de la inversa acotada. Teorema del gráfico cerrado. Teorema de acotación uniforme (Banach-Steinhaus).

#### 3-Dualidad y teoremas de Hahn-Banach

Espacios duales. Teorema de Riesz-Fréchet. Funcionales sublineales, seminormas. Espacios localmente convexos, espacios metrizables, espacios de Frechet. Teorema de Hahn-Banach en espacios normados. Funcional de Minkowski. El teorema de Hahn-Banach general. Teorema de separación (Hahn-Banach, forma geométrica). El segundo dual, espacios reflexivos y operadores duales. Proyecciones y subespacios complementarios. Convergencia débil y débil\*. Teorema de Alaoglu.

#### 4-Operadores lineales en espacios de Hilbert, operadores compactos

El operador adjunto. Operadores normales, operadores autoadjuntos, operadores unitarios. Espectro de un operador. Operadores positivos y proyecciones ortogonales. Raíces cuadradas de operadores. Descomposición polar. Operadores compactos. Teoría espectral de operadores compactos. Alternativa de Fredholm. Teorema espectral para operadores compactos y autoadjuntos.

#### 5-Aplicaciones a ecuaciones diferenciales

Derivadas débiles. Espacios de Sobolev. Soluciones débiles. Soluciones a problemas elípticos via el teorema de Riesz. Propiedades del operador solución: continuidad, compacidad, positividad, simetría (autoadjunto).

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

B. Rynne y M. Youngson: Linear functional analysis. Springer (2008).

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

W. Rudin: Functional Analysis, McGraw-Hill (1991) .

H. Brezis: Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations. Springer. (2011).

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Los alumnos serán evaluados mediante dos (2) evaluaciones parciales, de contenidos teórico-prácticos.

El examen final constará de una evaluación sobre contenidos teórico-prácticos.

### REGULARIDAD

La regularidad será obtenida al aprobar las dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

### PROMOCIÓN

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

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



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Análisis Matemático I	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 1° año 1° cuatrimestre / Redictado: 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática, Profesorado en Matemática, Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física, Profesorado en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 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**

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

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 edición, 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 multivariables. 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.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Análisis Matemático I (LC)	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 1° año 1° cuatrimestre / Redictado: 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Cálculo I	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 1° año 1° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 Horas.

<b>ASIGNATURA:</b> Análisis Matemático I	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 1° año 1° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Hidrometeorología	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas.

#### FUNDAMENTACIÓN 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

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

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

### Unidad I: 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

### Unidad II: 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.

### Unidad III: 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.

### Unidad IV: 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

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

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.

### **Unidad V: 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.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

- Se tomarán dos exámenes parciales, que deberán ser aprobados como uno de los requisitos para regularizar la materia. Solo se podrá recuperar uno de ellos.
- 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 examen final.

### **REGULARIDAD**

- Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases prácticas.
- Aprobar los 2 (dos) exámenes parciales, o 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 prácticas.
- aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Análisis Numérico II	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Álgebra Lineal Numérica	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Análisis Numérico II	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 Horas.

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Fundamentación:

Esta materia tiene fundamental importancia en el plan de estudios actual de la carrera Licenciatura en Matemática, pues provee las herramientas básicas que un licenciado debe poseer para enfrentar problemas reales.

Al resolver problemas prácticos, por ejemplo problemas de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales mediante el método de elementos finitos o diferencias finitas, aparecen naturalmente sistemas de ecuaciones lineales y no lineales con estructuras específicas. De este modo es necesario aprender métodos directos e iterativos para la resolución de estos problemas.

Objetivos.

Al finalizar la materia, los estudiantes deberán estar en condiciones de:

- comprender e implementar métodos directos e iterativos fundamentales para la resolución de ecuaciones lineales, aproximación mediante técnicas de cuadrados mínimos, y el cálculo de autovalores y autovectores;
- saber elegir los métodos a utilizar para resolver el problema planteado;
- conocer las restricciones de cada método numérico en cuanto a su eficiencia y su campo de aplicación;
- conocer la influencia de la propagación de errores durante la resolución de problemas de álgebra lineal numérica.

### CONTENIDO

#### 1. Métodos directos para resolver sistemas lineales.

Multiplicación matricial por bloques. Sistemas de ecuaciones lineales. Sistemas triangulares. Sistemas simétricos definidos positivos. Descomposición de Cholesky. Eliminación gaussiana y descomposición LU. Eliminación gaussiana con pivoteo.

#### 2. Sensibilidad de sistemas lineales.

Normas vectoriales y matriciales. Número de condición de una matriz. Análisis de perturbación.

### 3. Problema de cuadrados mínimos.

Problema de cuadrados mínimos discreto. Matrices ortogonales, rotaciones y reflexiones. Rotaciones de Givens. Reflexiones de Householder. Descomposición QR. Solución del problema de cuadrados mínimos: rango completo y rango deficiente. Sistemas sobredeterminados. Ecuaciones normales.

### 4. Descomposición en valores singulares.

Teoría y aplicaciones de la descomposición en valores singulares (SVD). Análisis de componentes principales. La descomposición en valores singulares y el problema de cuadrados mínimos.

### 5. Métodos iterativos para sistemas lineales.

Métodos de descenso. Elección del paso óptimo. Métodos de gradiente. Métodos de máximo descenso. Método del gradiente conjugado. Espacios de Krylov. Resultados de convergencia.

### 6. Autovalores y autovectores.

Métodos de las potencias. Método del cociente de Rayleigh. Reducción a formas de Hessenberg y tridiagonales. Método de iteración QR.

### 7. Sistemas de ecuaciones no lineales y minimización irrestricta.

Método de Newton n-dimensional. Métodos cuasinewton. Métodos de Newton truncados. Orden de convergencia. Convergencia cuadrática del método de Newton. Problemas de minimización n-dimensional. Mínimos locales y globales. Condiciones de optimalidad. Algoritmos para minimización irrestricta. Estrategias de globalización.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- David S. Watkins, Fundamentals of matrix computations, 2nd. edition, Wiley Interscience, 2002.
- G. Golub, C. Van Loan, Matrix computations, 3rd. edition, The John Hopkins University Press, 1996.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Y. Saad, Iterative methods for sparse linear systems, SIAM ed, 2003.
- L. Trefethen, D. Bau, Numerical linear algebra, SIAM ed, 1997.
- G. Strang, Linear Algebra and Learning from Data, Wellesley - Cambridge Press, 2019.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Las evaluaciones parciales constarán de contenidos teórico-prácticos y resolución de problemas en la computadora. Se realizarán dos (2) evaluaciones parciales, pudiendo ser recuperada (1) una de ellas.
- El trabajo de laboratorio 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 al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

### PROMOCIÓN

Sin régimen de promoción.

## CORRELATIVIDADES



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

---

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Para la Optativa de LCC:

Para cursar:

Tener aprobada: Análisis Numérico

Para rendir:

Tener aprobada: Análisis Numérico



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Análisis Numérico III	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 Horas.

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo principal del curso es dar a los alumnos una introducción al método de diferencias finitas y al método de elementos finitos para la resolución de ecuaciones en derivadas parciales, tanto elípticas, parabólicas como hiperbólicas.

#### CONTENIDO

##### **Unidad 1: Repaso de Metodos Numericos para Ecuaciones Ordinarias**

Metodo de Euler. Metodos de Runge Kutta.  
Metodos Multipaso

##### **Unidad 2: Método de Diferencias Finitas en 1D**

Fundamentos del método. Derivación de las formulas. Consistencia, estabilidad y convergencia. Estimación del error.

##### **Unidad 3: Método de Elementos Finitos en 1D**

Unidad 3: Diferentes derivaciones del método de elementos finitos. Componentes claves del método. Fundamentos teóricos. Programación.

##### **Unidad 4: Elementos Finitos en 2D**

Formulación y estudio de diferencias finitas para problemas elípticos, parabólicos e hiperbólico en 2d. Método de Elementos Finitos para problemas elípticos en 2d.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Z. Li, Z. Qiao and T.Tang (2017). Numerical Solution of Differential Equations: Introduction to Finite Difference and Finite Element Methods, Cambridge Press.

Sumets, P. (2022). Computational Framework for the Finite Element Method in MATLAB® and Python. Chapman and Hall/CRC.

S. Larsson and V. Thomée (2008). Partial Differential Equations with Numerical Methods, Texts in Applied Mathematics, Springer.

##### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Mitsotakis, D. (2023). Computational mathematics: An introduction to numerical analysis and scientific computing with Python. Chapman and Hall/CRC.

#### EVALUACIÓN

##### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Los alumnos deberán presentar 3 (tres) trabajos prácticos más un proyecto final integrador y un examen final escrito en caso de no promocionar la materia.

##### **REGULARIDAD**

Para obtener la condición de regular deberán aprobar 2 (dos) de los 3 (tres) trabajos prácticos.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

---

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### **PROMOCIÓN**

Para obtener la promoción de la materia deberán aprobar todos los trabajos prácticos más el trabajo final integrador con nota mayor a 6 (seis).



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Arquitectura de Computadoras	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Que el alumno sea capaz de interpretar el funcionamiento de los bloques "internos" asociados a Arquitectura de Computadoras No Convencionales (No "Von Neumann", Procesadores de Alta Prestación y Computadoras Reconfigurables).

Que el alumno pueda entender los conceptos básicos asociados con el incremento de rendimiento de las computadoras y técnicas de hardware y software subyacentes.

#### CONTENIDO

##### **-Unidad 1: PROCESADORES RISC**

Arquitectura de un procesador RISC. Implementación mediante el uso de lenguaje de descripción de hardware. Excepciones. Técnicas de mejora de rendimiento de entradas/salidas.

##### **-Unidad 2: SEGMENTACIÓN DE CAUCE (PIPELINE)**

Concepto de pipelining. Segmentación de cauce en un procesador. Hazard: de datos, estructurales y de control. Técnicas de manejo de hazard estáticas y dinámicas: Stall, Forwarding-stall.

##### **-Unidad 3: JERARQUÍA DE MEMORIAS**

Organización jerárquica de memorias. Principio de localidad de las referencias: espacial y temporal. Memoria caché. Criterios de correspondencia: Directa, Full Asociativa; Asociativa por conjuntos. Algoritmos de sustitución. Niveles.

##### **-Unidad 4: PREDICCIÓN DE SALTOS**

Predicción de saltos. Predictores dinámicos: locales y globales. Predictores híbridos. Predictores por torneo.

##### **-Unidad 5: PROCESADOR SUPERESCALAR**

Concepto de paralelismo a nivel de instrucción. Procesador superescalar estático en orden. Implementación de un procesador "multiple-issue". Tipos de dependencia de datos. Técnicas de mejora de rendimiento estáticas: scheduling, register renaming, loop-unrolling. Procesador superescalar dinámico fuera de orden. Algoritmo de Tomasulo. Especulación.

##### **-Unidad 6: PROCESAMIENTO PARALELO**

Arquitecturas paralelas. Tipos de paralelismo: de instrucciones y datos. Límites del paralelismo. Procesador multithreading. GPU.

##### **-Unidad 7: NOCIONES DE COMPUTACIÓN RECONFIGURABLE (CR) Y DE ALTA PERFORMANCE (HPC)**

Conceptos generales, historia y estado del arte de la CR. Uso de HDL en computación reconfigurable. Nociones de codiseño Hardware-Software y su aplicación en CR. Conceptos generales, historia y estado del arte de HPC. Nociones de HPC y distribuida. Nociones básicas de clusters y arquitecturas Grid.

#### BIBLIOGRAFÍA

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Patterson, Hennesy, "Computer Organization and Design - ARM edition", 2017.
- Hennesy, Patterson, "Computer architecture - A quantitative approach", Sexta edición, 2019.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Harris, Harris, "Digital Design and Computer Architecture - ARM edition", 2016.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

1. Se tomarán dos exámenes parciales escritos sobre temas teórico-prácticos de la materia. Para cada parcial habrá una instancia de recuperación. Se aprueban con 4 (cuatro).
2. Se realizarán dos trabajos prácticos o de laboratorio obligatorios.
3. El examen final para los alumnos regulares y libres será escrito, sobre temas teórico-prácticos de la materia y podrá incluir una instancia oral, sobre temas de los laboratorios de la materia.

### **REGULARIDAD**

1. Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.
2. Aprobar al menos el 60% de los trabajos prácticos o de laboratorio.

### **PROMOCIÓN**

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



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Astrofísica I	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

\* Fundamentación:

La Astrofísica es el estudio de la Física del Universo. El análisis e interpretación del espectro continuo, como así también el de líneas, de los cuerpos celestes que lo componen ha contribuido (y contribuye) fuertemente al entendimiento del origen, evolución y composición de cada uno de ellos.

Por lo tanto, para el/la futuro/a astrónomo/a resulta crucial la comprensión de todos los fenómenos y modelos físicos que contribuyen a determinar cada uno de los rasgos característicos que aparecen en los mismos, con independencia del particular objeto celeste de estudio.

Esta asignatura es esencialmente una introducción a la teoría del espectro continuo de las atmósferas estelares. De esta manera se complementa la teoría de las líneas espectrales introducida en la asignatura "Astrofísica General" del cuatrimestre anterior, recibiendo así el/la estudiante un panorama introductorio completo de la teoría de las atmósferas estelares, de básica importancia para todas las especializaciones relacionadas con la física de las estrellas analizada a partir de observaciones espectroscópicas. Sin embargo, los conceptos desarrollados en el curso tales como, en particular, la ecuación de transporte radiativo, resultan de amplia aplicación en otras áreas de la astrofísica, no sólo estelar.

\* Objetivos:

El principal objetivo de esta asignatura es que el estudiante adquiera y ponga en práctica conceptos y procedimientos astrofísicos fundamentales sobre los siguientes contenidos:

- (1) Campo radiativo e interacción con la materia.
- (2) Ecuación del transporte radiativo: solución e interpretación física en distintas geometrías y contextos astrofísicos.
- (3) Equilibrio radiativo y convectivo.
- (4) Origen y consecuencias de la opacidad continua y de la absorción de líneas.
- (5) Construcción de modelos numéricos que ayuden a interpretar las observaciones.

### CONTENIDO

#### Unidad I: Revisión de Conceptos Básicos

Órdenes de magnitudes en Astrofísica. Escala de energías de los fenómenos físicos. Procesos radiativos clásicos: Bremsstrahlung Térmico y Radiación Síncrotrón. Procesos radiativos en la Teoría Cuántica. Estructuras de la materia en Astrofísica. Detección de fotones: absorción atmosférica, radio, microondas, sub-milimétrico, IR, óptico, UV, rayos X (blandos y duros) y rayos gamma. Materia y su descripción: peso atómico y peso molecular, átomo-gramo y mol, Número de Avogadro, masa absoluta de átomos y moléculas. Gas ideal. Ecuación de estado de los gases ideales. Transformación adiabática. Equilibrio Termodinámico Estricto (ETE). Emisión y absorción en ETE. Ley de Kirchhoff. Radiación del cuerpo negro: Ley de Planck Ecuación de equilibrio de excitación de Boltzmann. Ecuación de equilibrio de ionización de Saha. Combinación de las ecuaciones de Boltzmann y Saha. Ley de Maxwell de distribución de velocidades: diversas formas. Velocidad más probable, media y cuadrática media. Ecuación de disociación molecular.

#### Unidad II: Radiación Electromagnética y Procesos Radiativos

Radiación de partículas cargadas. Propiedades generales del Campo Radiativo. Reacciones radiativas. Teoría cuántica de la radiación: generalidades. Cantidades macroscópicas para la

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

radiación. Absorciones y emisiones continuas. Transiciones atómicas ligado-libre y libre-libre. Scattering de la radiación: electrónico y molecular. Arrastre radiativo de las partículas cargadas. Scattering Compton. Proceso Bremsstrahlung: clásico, cuántico, térmico y absorción libre-libre. Radiación de Síncrotrón: conceptos básicos, distribuciones angular y espectral de la radiación, espectro "power-law" de los electrones, auto-absorción. Radiación y espectro no térmicos. Índice espectral. Fenómenos de Fotoionización. Ionización colisional. Absorciones y emisiones de líneas. Ecuación General del Transporte Radiativo.

### **Unidad III: Descripción del Campo Radiativo e Interacción con la Materia**

Concepto de atmósfera estelar. Objeto de la teoría de las atmósferas estelares. Presión gaseosa y presión de radiación. Significado de la temperatura en una atmósfera estelar. Temperaturas de excitación, ionización, cinética, de color, de brillo y efectiva. Mecanismos de transporte de energía. Teoría de la Radiación: intensidad específica monocromática y media, densidad de flujo de radiación, radiancia e intensidad media equivalente. Propiedades básicas de un campo isótropo. Densidad de energía. Integral K y presión de radiación. Coeficiente de absorción. Ley de extinción. Coeficiente de emisión. Función fuente: unidades. Función fuente en casos especiales. Función fuente en el caso general. Balance microscópico de energía en las hipótesis de dispersión isotrópica pura, absorción pura y Equilibrio Termodinámico Local.

### **Unidad IV: Planteamiento, Solución Formal e Interpretación de la Ecuación del Transporte Radiativo**

Ecuación de transporte radiativo en coordenadas esféricas. Condiciones de contorno. Atmósfera de capas plano-paralelas. Capa de espesor finito y atmósfera semi-infinita. Solución de la ecuación de transporte radiativo en casos particulares. Solución formal de la ecuación de transporte radiativo. Aplicaciones a la capa de espesor finito y atmósfera semi-infinita. Integral básica de la ecuación de transporte. Intensidad emergente de una capa con  $S(\tau_{\nu}) = \text{constante}$  y con  $S(\tau_{\nu}) = a + b \cdot \tau_{\nu}$ . Solución para un punto interior de una atmósfera. Integrales exponenciales: propiedades. Ecuaciones integrales de Milne y de Schwarzschild-Milne. Integral K en función de integrales exponenciales.

### **Unidad V: Equilibrio Radiativo y Equilibrio Convectivo**

Condición de equilibrio radiativo propiamente dicha. Constancia del flujo total. Variación del flujo total con la distancia al centro en una atmósfera extendida. Relación entre flujo total y temperatura efectiva. Ecuación de continuidad. Relación entre equilibrio radiativo y presión de radiación. Ecuaciones de Milne. Transporte de energía por convección. Condición de flujo convectivo: criterio clásico de Schwarzschild. Peso molecular medio. Condición de flujo convectivo para gases mono y poliatómicos. Relación entre los gradientes térmico y adiabático.

### **Unidad VI: Solución de una Atmósfera Gris en Equilibrio Radiativo**

Atmósfera gris. Ecuación de transporte en la atmósfera gris. Condiciones de equilibrio radiativo y ecuaciones de Milne. Primera aproximación de Eddington: cálculo de  $J$ ,  $F$ ,  $K$ ,  $S$ ,  $\nabla T$  y oscurecimiento al limbo. Segunda aproximación de Eddington: cálculo de  $J$ ,  $F$ ,  $K$ ,  $S$ ,  $\nabla T$  y oscurecimiento al limbo. Segunda aproximación corregida: función fuente integrada y distribución de temperatura. Método de las ordenadas discretas de Chandrasekhar: función fuente integrada en la  $n$ -ésima aproximación, función de Hopf y distribución de temperatura. Intensidades saliente y entrante. Oscurecimiento hacia el limbo en la  $n$ -ésima aproximación.

### **Unidad VII: Atmósfera gris y atmósfera real (no gris) en ETL**

Ablandamiento de la radiación en la atmósfera gris. Atmósfera gris y no gris en ETL: simplificación del problema. Intensidad emergente y entrante en atmósferas gris y no gris en ETL. Flujo monocromático a diferentes profundidades. Solución aproximada para la atmósfera real: hipótesis para  $B_{\nu}(T(\tau_{\nu}))$ . Comparación de una atmósfera gris y no gris en ETL. Solución formal en la aproximación de Eddington. Solución aproximada para una atmósfera no gris. Coeficientes medios de absorción: pesado por el flujo de Eddington, media de Planck, Rosseland y Chandrasekhar. No

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

conservación del flujo en la atmósfera no gris.

### Unidad VIII: El Coeficiente de Absorción Continua

Composición química en las atmósferas estelares: diversas formas. Unidades del coeficiente de absorción continua. Coeficientes de Einstein de emisión espontánea, inducida y absorción real. Factor de emisiones estimuladas. Contribución del H neutro a la opacidad continua: transiciones ligado-libre y libre-libre. Ion H-: condiciones físicas y químicas necesarias para su formación. Contribución del ion H- al coeficiente de opacidad: transiciones ligado-libre y libre-libre. Absorción continua de H<sub>2</sub>. Otros absorbentes continuos hidrogenoides. Nociones básicas sobre la contribución de los metales, del helio neutro y ionizado y de los iones negativos de elementos más pesados. Esparcimiento electrónico y molecular. Coeficiente de absorción continua total. Unidades.

### Unidad IX: Modelos de Atmósferas Estelares

Modelo de atmósfera estelar: concepto y definición. Modelos estáticos y unificados. Hipótesis básicas. Ecuación del equilibrio hidrostático. Distribución de temperatura en el Sol: relaciones de Eddington-Barbier. Distribución de temperatura en estrellas sin diámetro aparente: métodos teóricos para determinar distribución de temperatura. Método de ajuste de la distribución de temperatura solar. Relación entre presión del gas, presión electrónica y temperatura. Construcción de un modelo de atmósfera estelar. Método de Unsöld-Lucy. Determinación de la profundidad geométrica. Modelos de atmósferas extendidas. Modelos de atmósferas planetarias. Códigos actuales.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. Clariá, J.J. y Levato, H., "El Espectro Continuo de las Atmósferas Estelares", 2008, Editorial Comunicarte, Córdoba, Argentina.
2. Crivellari, L., Simón-Díaz, S. y Arévalo, M., 2020, "Radiative Transfer in Stellar and Planetary Atmospheres", Canary Islands Winter School of Astrophysics, Cambridge University Press.
3. Gray, D., "The Observation and Analysis of the Stellar Photospheres", 1992, 2nd edit., Cambridge University Press.
4. Hubeny, D. y Mihalas, D., 2015, "Theory of Stellar Atmospheres", Princeton University Press.
5. Rutten, R.J., "Radiative Transfer in Stellar Atmospheres", 2003, Institute of Theoretical Astrophysics, Oslo.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

6. Aller, L.H., "Astrophysics: the Atmospheres of the Sun and the Stars", 1963, 2nd edit., Ronald Press Co.
7. Ambartsumian, V.A., "Astrofísica Teórica" (vols. I y II), 1966–1967, EUDEBA.
8. Böhm-Vitense, E., "Introduction to Stellar Astrophysics: Stellar Atmospheres", 1989, Cambridge University Press.
9. Bowers, R. y Deeming, T., "Astrophysics I: Stars", 1984, Jones & Bartlett Publishers, Inc.
10. Bradt, H., "Astrophysics Processes", 2010, Cambridge University Press.
11. Chandrasekhar, S., "Radiative Transfer", 1960, 2nd. edit., Dover Publications, Inc., New York.
12. Clayton, D.D. 1983, "Principles of stellar evolution and Nucleosynthesis", University of Chicago Press.
13. Foukal, P.V., "Solar Astrophysics", 2004, 2nd edit., WILEY-VCH Verlag.
14. Harwit, M., "Astrophysical Concepts", 1988, 2nd edit., Springer-Verlag.
15. Novotny, E., "Introduction to Stellar Atmospheres and Interiors", 1973, Oxford University Press, New York.
16. Padmanabhan, T., "Theoretical Astrophysics", Vol. I: Astrophysical Processes, 2000, Cambridge University Press.
17. Rybicki, G.B. y Lightman, A.P. 1979, "Radiative Processes in Astrophysics", John Wiley & Sons.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

18. Shu, F.H., "The Physics of Astrophysics", Vol. I: Radiation, 1991, University Science Books.
19. Swihart, T.L. 1968, "Astrophysics and Stellar Astronomy", John Wiley & Sons.
20. Wolley, R.V.D. y Stibbs, D.W.N., "The Outer Layers of the Stars", 1953, Oxford at the Clarendon Press.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Durante el cursado se presentarán 5 trabajos prácticos, cuyas resoluciones se deberán subir al aula virtual de la asignatura.
- El examen final será una evaluación oral sobre contenidos teóricos-prácticos de la asignatura. La aprobación del mismo requiere de una calificación mayor o igual a 4.

### REGULARIDAD

#### 1. ASISTENCIA

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

#### 2. TRABAJOS PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO

Aprobar al menos el 60% de los 5 Trabajos Prácticos previstos para la asignatura.

### PROMOCIÓN

La materia no contempla régimen de promoción.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Astrometría	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

#### FUNDAMENTOS

La astronomía moderna es una ciencia fuertemente basada en datos. Como tal, requiere los astrónomos tengan la capacidad de manejar grandes volúmenes de datos y herramientas de automatización para su análisis. Si bien existen numerosos recursos para analizar esta información, su interpretación implica el manejo de conceptos estadísticos.

#### OBJETIVOS

El objetivo del curso es brindar herramientas para llevar a cabo análisis estadísticos de datos astronómicos, aunque también son aplicables a las ciencias en general. Los objetivos particulares de la materia son que el alumno adquiera el conocimiento para:

- entender los fundamentos de la teoría de probabilidad
- entender los fundamentos del enfoque estadístico del análisis de datos
- entender o llevar a cabo análisis estadísticos formales
- utilizar herramientas de software y de programación para el análisis de datos
- entender los fundamentos teóricos de algoritmos y métodos de aprendizaje automático clásico
- reconocer la utilidad de distintas herramientas estadísticas y adquirir la capacidad de aplicarlas cuando corresponda
- identificar la conveniencia de determinados métodos de análisis estadístico o de aprendizaje estadístico.
- evaluar la naturaleza de un problema e identificar las hipótesis inherentes de determinados procedimientos de análisis estadístico.

### CONTENIDO

#### 1. Teoría de probabilidad

Experimento y variables aleatorias. Eventos y espacio muestral. Formulación axiomática de la probabilidad. Independencia. Teorema de Bayes y Ley de los grandes números. Cálculo de probabilidad, probabilidad conjunta y condicional. Medidas de tendencia central y de dispersión. Distribuciones de variables aleatorias discretas y continuas. Caracterización de las distribuciones de probabilidad: momentos, cumulantes, función generadora y función generatriz. Algoritmos de generación de números aleatorios.

#### 2. Inferencia Estadística

Muestra y muestreo. Distribuciones muestrales. Propiedad reproductiva de la distribución normal. Teorema del límite central. Estimación puntual, intervalos de confianza. Pruebas de hipótesis. Técnicas de remuestreo. Pruebas de hipótesis para casos particulares: media muestral, diferencia de las medias, cociente de las varianzas. Test de Kolmogorov-Smirnov. Test de chi cuadrado.

#### 3. Fundamentos de aprendizaje automático

Métodos Monte Carlo. Cadenas de Markov. Modelización de datos Bayesiana, Métodos de máxima probabilidad. Cuadrados mínimos: lineal, no lineal. Gradiente descendiente, método de Newton y método de Levenberg-Marquardt. Aproximaciones e interpolaciones. Bases de funciones ortogonales. Transformadas ortogonales. Validación Cruzada. Introducción a redes neuronales, algoritmo de backpropagation. Clustering: K-means, Métodos de Mezcla de gaussianas. Reducción de dimensionalidad, Análisis de componentes principales. Visualización de datos.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Statistics, Data Mining and Machine Learning for Astronomy, by Ivezić, Connolly, VanderPlas & Grey, Princeton Series in modern observational astronomy, 2014

Modern statistical methods for astronomy, by Feigelson & Babu, Cambridge, 2015 (4ta. ed.)

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Advances in Machine Learning and Data Mining for Astronomy, Chapman & Hall/CRC Press, editado por M. Way, J. Scargle, K. Ali & A. Srivastava, 2012

The elements of Statistical Learning, by Hastie, Tibshirani & Friedman, Springer, 2009.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Se deberán entregar y aprobar informes de cinco trabajos prácticos. Cada trabajo tendrá una instancia de devolución con solicitudes o sugerencias de cambios por parte del docente de prácticos.

El examen final consiste de una exposición oral sobre preguntas del tribunal. Los alumnos libres deberán completar y aprobar un examen práctico antes de pasar a la instancia oral.

### REGULARIDAD

Las clases teóricas y prácticas, además de las notas de clases y material adicional estarán disponibles en el aula virtual, y no se requiere asistencia. La regularidad se obtiene aprobando al menos el 60% de los trabajos prácticos.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Astronomía Observacional y Reducción de Datos	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas.

### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Los avances tecnológicos del último siglo han permitido que en la observación astronómica se haga uso de una amplia variedad de instrumentos y técnicas. Los mismos permiten recabar gran cantidad de información en prácticamente todo el espectro electromagnético con precisión y sensibilidad siempre crecientes.

Ya sea que el/la astrónomo/a en su labor profesional se dedique propiamente a la observación o no, siempre hará uso de datos observacionales que debe ser capaz de evaluar. Para ello es fundamental que conozca todo el proceso seguido y las modificaciones sufridas por la señal desde su generación en la fuente astronómica hasta la producción de los datos instrumentales y su posterior reducción y análisis.

El propósito de esta materia es proveer formación básica sobre el instrumental empleado en la observación astronómica, sus principios de funcionamiento, posibilidades y limitaciones, así como sobre diferentes técnicas observacionales en todo el espectro electromagnético, aunque con especial atención en el rango óptico, incluyendo prácticas de generación, procesamiento elemental y reducción de imágenes digitales.

Se pretende que al finalizar la materia los/as estudiantes estén en condiciones de:

- \* Comprender la cadena de observación astronómica.
- \* Comprender y evaluar limitaciones naturales e instrumentales de las observaciones astronómicas.
- \* Reconocer las distintas configuraciones de telescopios y sus ventajas comparativas.
- \* Aplicar los conceptos de óptica ya estudiados en materias anteriores a los instrumentos astronómicos, explicar su funcionamiento y las técnicas asociadas.
- \* Reconocer las distintas técnicas observacionales y ser capaz de decidir sobre su utilización.
- \* Comprender el funcionamiento de los detectores astronómicos de uso actual en el rango óptico.
- \* Conocer los errores de medición y su influencia en el resultado final de una observación.
- \* Planear una observación astronómica en el rango óptico.
- \* Practicar la observación en los telescopios disponibles en Córdoba, o desde Córdoba en modo remoto.
- \* Reconocer y utilizar la relación señal/ruido como un indicador de la calidad de una observación.
- \* Manipular, desplegar y efectuar procesamiento elemental de imágenes digitales empleando software específico para astronomía.
- \* Extraer datos astrométricos y fotométricos a partir de imágenes digitales.
- \* Efectuar mediciones astrométricas sencillas a partir de imágenes CCD.
- \* Evaluar la calidad de datos observacionales.
- \* Manejar la bibliografía astronómica profesional.
- \* Expresar los resultados de sus observaciones en el formato de una publicación científica.
- \* Conocer acerca de los principales emprendimientos observacionales, presentes y futuros, desde tierra y desde el espacio.
- \* Conocer los principales catálogos y bases de datos astronómicos de uso actual.
- \* Conocer el actual sistema de referencia celeste internacional (ICRS – International Celestial Reference System) y su realización práctica en los catálogos astrométricos.

## CONTENIDO

### **Introducción a la observación astronómica**

Metodología Científica y Ciencia: conceptos generales. Particularidades de la Astronomía como ciencia. Observaciones y modelos. Portadores de información astronómica. La cadena de observación. Reducción de observaciones. Nomenclatura de objetos astronómicos, catálogos, atlas y bases de datos. Publicación de resultados.

### **Mediciones astronómicas y errores**

Mediciones en astronomía: observables y atributos. Estándares. Reducción de observaciones. Exactitud y precisión. Errores sistemáticos y aleatorios. Incerteza. Cifras significativas. Descripción estadística de una población finita. Variables aleatorias. Distribuciones de probabilidad. Momentos. Distribuciones de Poisson y de Gauss. Teorema del límite central. Propagación de incertezas.

### **Radiación electromagnética**

Modelos para el comportamiento de la luz. Características de la radiación electromagnética. Fuentes térmicas y no térmicas. El espectro electromagnético. Origen de los espectros continuo y de líneas. Flujo de fotones y magnitudes. Señal, ruido y relación señal/ruido. Ruido fotónico.

### **Medios y atmósfera**

Influencia de los diferentes medios que atraviesan las señales astronómicas. La atmósfera terrestre: composición, características, propiedades físicas. Influencia de la Atmósfera: absorción selectiva, extinción atmosférica, dispersión, brillo del cielo, refracción, refracción diferencial, dispersión cromática, centelleo. Modelo de turbulencia. Seeing astronómico: concepto, influencia en la observación. Medición del seeing. Seeing instrumental. Caracterización de sitios astronómicos. Observaciones desde el espacio: ventajas y desventajas.

### **Colectores**

Telescopios ópticos. Tipos de monturas y configuraciones ópticas. Aberraciones ópticas. Óptica activa. Óptica adaptativa. Telescopios en tierra para el rango visible e infrarrojo. Telescopios espaciales. Telescopios fuera del rango óptico: UV, X, gamma, microondas, radio. Interferómetro estelar de Michelson.

### **Codificadores**

Concepto de codificación, discriminación o clasificación de señales. Filtros: concepto, filtro ideal, banda pasante. Tipos de filtros: neutros, coloreados, interferenciales, polarizadores. Sistemas fotométricos. Elementos dispersores: prismas y redes de difracción. Redes echelle. Espectrógrafos de ranura larga: dispersión simple y echelle. Unidades de campo integral. Etalón interferencial. Resolución espectral.

### **Detectores**

Concepto de detector. Características descriptivas: curva característica, rango dinámico, eficiencia cuántica, eficiencia cuántica detectiva, respuesta espectral, respuesta temporal. Detectores en distintas bandas del espectro electromagnético. Fotomultiplicadora. Placa fotográfica. Microdensitómetros. Detectores de estado sólido: el CCD (Charge-Coupled Device) y CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor): principio de funcionamiento, curva característica, sensibilidad espectral, resolución espacial y resolución digital, corriente de oscuridad, ruido de lectura, bias y flat-field. Preprocesamiento de imágenes CCD.

### **Imágenes astronómicas**

Formación de imágenes. Función de punto extendido (PSF). Nociones de óptica de Fourier. Función de transferencia óptica (FTO) y sus partes: función de transferencia de modulación (FTM) y función de transferencia de fase (FTF). Digitalización de imágenes, muestreo y discretización. Teorema de Nyquist. Imagen digital: despliegue y análisis. Combinación y preprocesamiento de imágenes CCD. Operaciones con imágenes. Filtrado digital. Detección de fuentes astronómicas.

## Elementos de astrometría y fotometría

El Sistema de Referencia Celeste Internacional (ICRS). Marcos de referencia y catálogos astrométricos. Astrometría de pequeño campo con imágenes CCD. Fotometría de apertura: fundamentos. Fotometría de apertura con imágenes digitales.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- \* To Measure the Sky. An introduction to Observational Astronomy. Frederick R. Chromey (2010).
- \* Compendium of Practical Astronomy, Vol. 1: Instrumentation and Reduction Techniques. Ed. Günther Dietmar Roth (1994).
- \* Astrophysical Techniques, 4th edition. C. R. Kitchin (2003).
- \* Fundamentals of Astrometry. Jean Kovalevsky and P. Kenneth Seidelmann (2004).
- \* A Practical Guide to CCD Astronomy. Patrick Martinez and Alain Klotz (1997).
- \* Observational Astrophysics. P. Léna, F. Lebrun, F. Mignard (2008).
- \* An Introduction to Error Analysis. J.R. Taylor. University Science Books (1997).
- \* Fundamentos de Optica, F. A. Jenkins y H.E. White, Aguilar (1964).
- \* Optics, E. Hecht, Addison Wesley, Reading, MA (1998), 3ed.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Debido a que la materia está orientada al estudio de instrumental astronómico, se complementa la bibliografía con manuales, catálogos, páginas web y cualquier otro material que describa las características de distintos instrumentos astronómicos. Para el instrumental actual se recurre a la información técnica brindada en los sitios web de las instituciones que los albergan.

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

Durante el cursado los/as estudiantes serán evaluados/as mediante seis trabajos prácticos escritos y exposiciones orales de los mismos.

La evaluación final consistirá en una exposición oral sobre los temas que forman parte del programa presentado para los/as estudiantes que hayan logrado la regularidad de la materia.

Los/as estudiantes con la condición de libres deberán aprobar en primera instancia un examen escrito y luego la exposición oral.

#### REGULARIDAD

- Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas.
- Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos.

#### PROMOCIÓN

En esta materia no se contempla régimen de promoción.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Bases de Datos	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Bases de Datos	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 60 Horas.

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

En el mundo moderno las empresas y las organizaciones públicas necesitan manejar información para poder llevar a cabo sus actividades. Para poder, consultar, definir, gestionar esa información resulta imprescindible el diseño y manejo de bases de datos lo cual se puede llevar a cabo con la ayuda de herramientas de modelado y de sistemas de gestión de bases de datos.

El alumno deberá estar capacitado para:

- Diseñar modelos de datos de calidad y definir restricciones de integridad que deben cumplir los datos.
- Tomar decisiones de diseño para el modelado de datos y justificarlas.
- Poder evaluar un diseño de entidad-relación usando diferentes criterios.
- Poder evaluar el diseño de una base de datos relacional usando diferentes criterios.
- Comprender y aplicar los algoritmos de normalización enseñados para producir diseños de bases de datos relacionales de calidad.
- Poder mapear diagramas de entidad-relación a tablas de modelo relacional.
- Especificar consultas, disparadores y restricciones de integridad en SQL, a partir de descripciones en lenguaje natural provistos por clientes.
- Leer una consulta expresada en un lenguaje de consultas y entender su significado. Esto incluye SQL, MongoDB y álgebra de tablas.
- Programar usando algún sistema comercial de gestión de bases de datos. Esto incluye algún motor que soporta SQL y MongoDB.
- Poder definir índices tanto en SQL como en MongoDB.
- Poder estimar el costo de evaluar una consulta de acuerdo a un plan.
- Poder aplicar técnicas de optimización de consultas.
- Poder escribir prompts para robots de chat.
- Poder usar sistemas de retorno de la información y entender su funcionamiento.

### CONTENIDO

#### **1 - Introducción**

¿Qué es una base de datos? Aplicaciones de bases de datos. Esquemas y ejemplares. Modelos de los datos. Modelo relacional. Modelos de datos no relacionales. Lenguajes consulta. SQL. Álgebra relacional. Diseño de base de datos relacionales. Diseño de entidad-relación. Teoría de normalización. Traducción de diseño de entidad-relación a tablas. Sistemas gestores de bases de datos. Arquitectura. Gestión del almacenamiento. Procesamiento de consultas. Transacciones. Planificaciones. Gestión de transacciones. Arquitectura de aplicaciones de bases de datos.

## 2 - Diseño de Entidad-Relación

Diagramas de entidad-relación. Entidades, atributos y conjuntos de entidades. Superclaves, claves candidatas y claves primarias de conjuntos de entidades. Relaciones y conjuntos de relaciones. Clasificación de Atributos. Correspondencia de cardinalidades. Restricciones de participación. Notación de intervalos. Conjuntos de entidades débiles. Especialización y generalización. Restricciones de diseño sobre las generalizaciones. Decisiones de diseño al construir un diagrama de entidad-relación. Estructura básica de las bases de datos relacionales. Esquema de una base de datos relacional. Claves primarias. Claves foráneas. Reducción de un esquema de entidad-relación a tablas.

## 3 - Álgebra de tablas

Lenguajes de consulta. Álgebra relacional. Limitaciones del álgebra relacional. Álgebra de tablas. Listas y sus operaciones. Tablas y sus esquemas. Operadores: proyección generalizada, selección, producto cartesiano, reunión selectiva, reunión natural, renombramiento, concatenación, resta, intersección, remoción de duplicados, agregación, agrupación, ordenamiento. Definiciones locales. Consultas usando el álgebra de tablas. Propiedades de los operadores en el álgebra de tablas.

## 4 - SQL

Lenguaje de definición de datos: tipos de dominios en SQL, definición de esquemas en SQL. Restricciones de los dominios en SQL. Cláusulas select, from y where. La operación de renombramiento. Variables tupla. Operaciones sobre Cadenas. Operaciones sobre conjuntos. Funciones de agregación. Manejo de valores nulos. Subconsultas anidadas. Vistas. Modificación de la base de datos. Reunión de relaciones.

## 5 - Integridad y Seguridad

Integridad referencial. Integridad referencial en SQL. Aserciones. Aserciones en SQL. Disparadores. Disparadores en SQL. Seguridad y autorización: medidas de seguridad en varios niveles, autorizaciones, concesión de privilegios, papeles. Autorización en SQL: privilegios en SQL, papeles, el privilegio de conceder privilegios.

## 6 - Procesamiento de consultas

Organización de archivos. Organización de registros en archivos. Almacenamiento del diccionario de datos. Buffer de la base de datos. Índices. Índices ordenados. Índices árboles B+ y sus extensiones. Definición de índices en SQL.

Pasos en el procesamiento de consultas. Cómo medir el costo de una consulta. Costo de operadores: selección, ordenamiento, reunión natural, eliminación de duplicados, proyección, agregación, operaciones de conjuntos. Evaluación de expresiones de consulta. Materialización. Canalización.

## 7 - Optimización de consultas

Planes de evaluación. Transformación de expresiones relacionales. Reglas de equivalencia. Optimización basada en transformación. Optimización basada en costo. Programación dinámica en optimización. Optimización heurística. Optimizadores de consultas.

## 8 - MongoDB

Bases de datos NoSQL. Categorías de bases de datos NoSQL. Qué es MongoDB. Bases de datos, colecciones y documentos. Documentos BSON. MongoDB Shell: Comandos. Operaciones CRUD en MongoDB. Sintaxis típica de una consulta en MongoDB. Operaciones InsertOne e InsertMany. Operación Find. Operadores de comparación. Consultas en arreglos. Consultas en documentos embebidos. Operaciones updateOne y updateMany. Operaciones deleteOne y deleteMany. Operadores de consulta, de proyección y de actualización.

## 9 - Asuntos avanzados de MongoDB

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Pipeline de agregación. \$match, \$project, \$group, \$lookup. Modelado de distintos tipos de relaciones en MongoDB. Creación de índices en MongoDB.

### 10 - Dependencias Funcionales

Dependencias funcionales: conceptos básicos, cierre de un conjunto de dependencias funcionales, cierre de un conjunto de atributos, implicación lógica, deducción, teorema de completitud, recubrimiento canónico. Descomposición. Propiedades deseables de una descomposición: descomposición de reunión sin pérdida y preservación de las dependencias.

### 11 - Formas Normales

Forma normal de Boyce-Codd (FNBC): definición, chequeo de FNBC, algoritmo de descomposición de un esquema relacional en FNBC. Tercera forma normal (3FN): definición, chequeo de 3FN, algoritmo de descomposición de un esquema en 3FN. Comparación de Forma normal de Boyce-Codd con tercera forma normal.

### 12 - Retorno de la información

Retorno de la información. Lenguajes de consulta para retorno de la información. Relevancia. Modelos booleanos. Modelos de espacio vectorial. Selección de términos de un documento. índices invertidos. Consultas usando índices invertidos. Medición de relevancia de resultados de una consulta.

Máquinas de búsqueda en la web. Rastreadores web. Relevancia de documentos en la web. Popularidad de sitios web. Algoritmo pageRank.

### 13- Bots de chat conversacionales inteligentes de texto

Procesamiento de lenguaje natural: Componentes clave. Comprensión del lenguaje natural y sus etapas. Generación del lenguaje natural y sus etapas. El contexto y tipos de contexto. Etapas de comprensión del contexto.

Chatbots conversacionales de texto inteligentes: modelos de texto, modelos de lenguaje, grandes modelos de lenguaje, modelos conversacionales. Etapas para crear un modelo de IA. Arquitectura de chatbots generativos inteligentes. Transformers: su arquitectura. El codificador y sus fases. El decodificador y sus fases. Entrenamiento de un transformer. Limitaciones de un chatbot de texto inteligente conversacional.

Prompt engineering: prompt, prompt engineering, tokenización, playground de OpenAI y sus parámetros. Partes de un prompt. Tipos de prompt. Recomendaciones para crear prompts.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Silberschatz, Korth y Sudarshan. Fundamentos de Bases de Datos. Mc Graw Hill, Ediciones: Cuarta Edición (2002), Quinta (2005), Sexta (2011), o Séptima (2020).

Elmasri, R., Navathe, S. Fundamentals of Database Systems. Pearson. Quinta Edición (2007), Séptima edición (2016).

Ziliani F., Bordone, M. Álgebra de Tablas. 2020.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

García-Molina, Ullman, Widom. Database System Implementation. Prentice Hall (2000).

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Dos (2) evaluaciones parciales del teórico-práctico, cada una correspondiente a aproximadamente la mitad de los capítulos de la materia.
- Dos (2) recuperatorios de esos parciales.
- Hay trabajos individuales de taller con evaluación.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

---

### **REGULARIDAD**

Aprobación de los 2 parciales del teórico-práctico, o de 1 parcial y de 1 recuperatorio (del parcial no aprobado).

Aprobar al menos el 60% de los trabajos individuales de taller.

### **PROMOCIÓN**

Aprobación de los 2 exámenes parciales.

Deberá tener notas no menores a 6 en cada parcial y promedio no menor a 7 en los parciales.

Aprobar un coloquio sobre el teórico-práctico de la materia.

Entrega y aprobación de todos los trabajos individuales de taller en las fechas establecidas con nota no menor a 6.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Ecuaciones Diferenciales II	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Las ecuaciones en derivadas parciales tienen una gran importancia no sólo teórica sino también por sus múltiples aplicaciones y conexiones con diversos campos de la matemática y física.

Los objetivos principales de la asignatura son que los alumnos sean capaz de:

- familiarizarse y comprender diversas técnicas y/o herramientas básicas en el área de las ecuaciones en derivadas parciales.
- abordar ejercicios teórico-prácticos relacionados a las ecuaciones de Laplace, del calor y de ondas.

### CONTENIDO

#### Método de separación de variables.

Motivación e introducción al método de variables separables para las ecuaciones del calor, ondas y Laplace. Series de Fourier. Ejemplos y aplicaciones.

#### Ecuación del calor

Ecuación del calor. Derivación de la solución fundamental y propiedades. Solución del problema de valores iniciales (problema de Cauchy). Problemas no homogéneos. Principio del máximo débil. Principio del máximo fuerte en dominios no necesariamente cilíndricos. Resultados de unicidad en dominios acotados y para el problema de Cauchy. Métodos de energía: unicidad y unicidad "hacia atrás".

#### Ecuación de ondas

Ecuación del transporte. Problema de valores iniciales. Problema no homogéneo. Ecuación de ondas. Fórmula de d'Alembert. Método de reflexión. Método de las medias esféricas. Ecuación de Euler-Poisson-Darboux. Solución de la ecuación de ondas en tres dimensiones, fórmula de Kirchoff. Solución en dos dimensiones utilizando el método de descenso de Hadamard, fórmula de Poisson. Métodos de energía: unicidad y dominios de dependencia.

#### Ecuación de Laplace, ecuaciones elípticas

Deducción de la ecuación de Laplace. Solución fundamental. Fórmulas del valor medio. Caracterización de las funciones armónicas. Funciones subarmónicas. Principios del máximo débil y fuerte. Lema de Hopf. Regularidad y estimaciones para las derivadas de las funciones armónicas. Teorema de Weyl. Resultados de unicidad. Teoremas de Liouville para funciones armónicas y subarmónicas. Desigualdad de Harnack y teorema de convergencia monótona de Harnack. Función de Green: definición y propiedades. Fórmulas de representación usando funciones de Green (fórmulas de Poisson). Función de Green para la bola y el semiplano, núcleo de Poisson. Métodos de energía o variacionales: unicidad, principio de Dirichlet. Método de Perrón. Funciones barrera. Diversas caracterizaciones de la regularidad de la frontera de dominios acotados (condiciones de esfera exterior e interior, fronteras suaves, etc.) Existencia y unicidad de soluciones para el problema de Dirichlet en dominios acotados.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- L. Evans, "Partial differential equations", Graduate Studies in Mathematics, Volume 19, AMS, 2010.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

- I. Peral Alonso, "Primer curso de ecuaciones en derivadas parciales", Addison Wesley, 2004.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- J. Jost, "Partial differential equations", Springer, New York, 2007.

- M. Protter, H. Weinberger, "Maximum principles in differential equations", Springer-Verlag, New York, 1984.

- R. Haberman, "Elementary applied partial differential equations. With Fourier series and boundary value problems", Prentice Hall, 1987.

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Los alumnos serán evaluados mediante dos (2) evaluaciones parciales, de contenidos teórico-prácticos.

El examen final constará de una evaluación sobre contenidos teórico-prácticos.

#### **REGULARIDAD**

La regularidad será obtenida al aprobar las dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Ecuaciones Diferenciales II	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 Horas.

### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Al modelar matemáticamente problemas provenientes de física, biología, química y economía, entre otros, la función que describe el fenómeno estudiado es desconocida pero caracterizada por ciertas propiedades. Cuando esas propiedades son dadas por ecuaciones donde se ven involucradas las derivadas parciales de la función, estamos ante un problema de ecuaciones diferenciales parciales. Resolver este problema consiste en hallar la función que satisface tales ecuaciones.

En este curso se darán técnicas para resolver ciertas ecuaciones en derivadas parciales consideradas fundamentales en el área. Específicamente, se estudiarán ecuaciones de primer orden lineales y cuasilineales y ecuaciones de segundo orden lineales.

El objetivo del curso es proveer herramientas para discernir la existencia de soluciones de ecuaciones en derivadas parciales, hallar tales soluciones, determinar su unicidad y estudiar su comportamiento.

### **CONTENIDO**

#### **1- Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales**

Repaso de técnicas para resolver ecuaciones ordinarias. Definición de EDP. Deducción de ecuaciones fundamentales. Clasificación, elípticas, parabólicas e hiperbólicas.

#### **2- Ecuaciones en derivadas parciales de primer orden**

Ecuaciones cuasilineales de primer orden. Curvas características. Existencia y unicidad de soluciones.

#### **3- Problema de autovalores**

Problema de Sturm-Liouville. Autovalores y autofunciones. Series de Fourier. Problemas regulares de Sturm-Liouville con valores en la frontera.

#### **4- Método de separación de variables.**

Separación de variables para la ecuación del calor, de ondas y de Laplace.

#### **5- Método de funciones de Green**

Transformada de Fourier. Funciones de Green para resolver la ecuación del calor, de ondas y de Laplace.

#### **6- Propiedades de las ecuaciones fundamentales**

Ondas planas y esféricas, leyes de conservación, vibración de una membrana, el principio de Duhamel. La ecuación de difusión, método de energía, el principio del máximo. Ecuaciones de la Mecánica de Fluidos.

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Constanda, Christian. Solution techniques for elementary partial differential equations. Chapman and Hall/CRC, 2018.

- Peral Alonso, Irene. Primer curso de ecuaciones en derivadas parciales. Addison-Wesley, 2004.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Haberman, Richard. Elementary applied partial differential equations. Prentice Hall, 1983.
- Evans, Lawrence C. Partial differential equations. American Mathematical Soc., 2010.

<b>EVALUACIÓN</b>
-------------------

### **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 examen final constará de una evaluación escrita con contenidos prácticos y una evaluación oral.

### **REGULARIDAD**

Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Electromagnetismo II	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo del curso es comprender, en los aspectos básicos, el uso de las ecuaciones de Maxwell con campos dependientes del tiempo. Los aspectos básicos a tener en cuenta son: propagación de ondas en medios con y sin condiciones de contorno, y la aplicación de la relatividad especial al problema de radiación.

Estos objetivos abarcan todos los contenidos mínimos del actual plan de estudio (RESOLUCIÓN HCD N° 71/08)

### CONTENIDO

#### Unidad 1: Las ecuaciones de Maxwell. Leyes de conservación

Propiedades generales de las ecuaciones de Maxwell.

Leyes de conservación para el campo electromagnético:

- conservación de la carga.
- Conservación de la energía. El teorema de Poynting para un sistema de partículas cargadas en un campo electromagnético.
- El teorema de Poynting en un medio lineal disipativo con pérdida.
- El teorema de Poynting para campos armónicos. Definición impedancia.
- Conservación del momento lineal y el momento angular.

#### Unidad 2: Relatividad Especial.

Transformaciones de Galileo y mecánica Newtoniana El concepto de simetría en física. Ecuación de ondas y transformaciones de Lorentz.

Los dos postulados fundamentales de la Relatividad Especial. Deducción de las transformaciones de Lorentz de los postulados. Invariancia del intervalo

El concepto de espacio-tiempo en relatividad especial. Geometría del espacio-tiempo Diagramas de espacio-tiempo. Cuadrivelocidades y transformaciones de Lorentz. Suma de velocidades. Efecto Doppler y aberración en ondas planas. Dinámica de partículas relativistas.

Formulación covariante de las ecuaciones de Maxwell. Transformación de los campos ante la transformación de Lorentz. Potencial vector. Gauge de Lorentz en la formulación covariante. Tensor de energía-momento del campo electromagnético.

#### Unidad 3: Ondas planas, guías de ondas y cavidades resonantes.

Ondas planas en vacío: polarización, propiedades mecánicas, paquetes de ondas, velocidad de grupo. Ondas planas en la materia: Reflexión y refracción en dieléctricos. Polarización por reflexión y reflexión total interna. Modelo para un dieléctrico y dispersión. Relaciones de Kramers-Kronig.

Reflexión en conductores. Campos en la superficie y en el interior de un conductor no perfecto.

Guías de ondas: La solución de las ecuación de onda de Maxwell con condiciones de contorno. Medios ideales (no dispersivos) y medios disipativos. Ejemplo:a) Modos en una guía rectangular. Frecuencias de corte.b) Modos en guías con dieléctricos constantes a trozos. Flujo de energía y atenuación en una guía de ondas.

#### Unidad 4: Radiación Electromagnética, radiación emitida por cargas en movimiento.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Potenciales y gauge: gauge de Lorenz y Coulomb. La función de Green para la ecuación de onda en el vacío sin frontera. Construcción de la solución general de la ecuación de ondas a partir de función de Green . Potenciales retardados (y avanzados) . Formulación covariante de los potenciales. Aproximaciones para calcular A .

Sistemas radiativos: Campos producidos por fuentes oscilatorias localizadas.

Radiación dipolar eléctrica. Radiación dipolar magnética y cuadrupolar eléctrica.

Radiación emitida por cargas en movimiento. Potenciales de Liénard-Wiechert.

Potencia emitida por una carga acelerada. Distribución angular de la radiación emitida por una carga acelerada.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1- John David Jackson. Classical Electrodynamics. John Wiley, third edition, 1999.

2- David J. Griffiths. Introduction to Electrodynamics. Prentice Hall, New Jersey, 1999.

3-A. Zangwill. Modern Electrodynamics. Modern Electrodynamics. Cambridge University Press, 2013.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Oscar Reula. Electrodynamics. <http://www.famaf.unc.edu.ar/~reula/>, 2014.

- L.D. Landau and E.M. Lifshits. Electrodynamics of continuous media Vol 8. Pergamon international library of science, technology, engineering, and social studies. Pergamon, 1984.

- L. D. Landau, E.M. Lifshitz - Teoría Clásica De Los Campos Vol 2 -Reverte. Segunda edición (1992).

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

1. Dos parciales + recuperación de uno de ellos.

2. Examen final con problemas similares a los realizados durante el curso.

### REGULARIDAD

Dos parciales aprobados o sus correspondientes recuperatorios y cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas.

### PROMOCIÓN

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



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Elementos de Física	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Profesorado en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 195 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Se presentan conceptos básicos de física clásica abarcando la mecánica y el electromagnetismo. El alumno que apruebe el curso deberá haber logrado un buen manejo conceptual de los temas tratados en el curso. Se espera además que pueda comprender a los procesos de medición y tratamiento de datos, como aspectos esenciales de los procesos de validación de modelos físicos elaborados a partir de conocimiento previo. La materia incluye tres prácticos de laboratorio que facilitan la comprensión de conceptos básicos, a la vez de poner en práctica las herramientas aprendidas para el tratamiento de los datos adquiridos.

#### CONTENIDO

##### **Unidad 1 El proceso de medición.**

Mediciones e incertidumbres. Tratamiento estadístico de datos experimentales. Sistemas de unidades. Patrones y referencias.

##### **Unidad 2 Ajuste de una curva de datos experimentales.**

Representación gráfica de resultados. Ajuste de una función lineal. Cuadrados mínimos. Algoritmo de Levenberg-Marquardt. Ajustes en funciones no-lineales.

##### **Unidad 3 Movimiento en una dimensión.**

Relación entre posición y tiempo. Función de movimiento. Distancia recorrida y desplazamiento. Velocidad media y velocidad instantánea. Aceleración. Integración de las ecuaciones de movimiento. Tiro vertical y caída libre.

##### **Unidad 4 Movimiento en el plano.**

Posición de una partícula en el plano. Trayectoria y funciones de movimiento. Vectores y versores. Descripción vectorial del movimiento en el plano. Vector posición. Vector desplazamiento. Vector velocidad. Vector aceleración. Tiro parabólico. Movimiento circular. Coordenadas polares. Funciones de movimiento en coordenadas polares. Integración de las ecuaciones de movimiento en coordenadas polares.

##### **Unidad 5 Fuerza y movimiento.**

Leyes de Newton. Dinámica de una partícula. Fuerza gravitatoria. Tensión en una cuerda. Resorte: ley de Hooke. Fuerza elástica. Fuerza centrípeta. Fuerzas de contacto. Rozamiento. Fuerzas viscosas.

##### **Unidad 6 Trabajo, energía y potencia.**

Energía cinética. Energía potencial. Trabajo. Trabajo de una fuerza gravitacional. Conservación de la energía mecánica. Fuerzas conservativas. Trabajo realizado por una fuerza elástica en un resorte. Potencia.

##### **Unidad 7 Momento lineal e impulso.**

Momento lineal de una partícula. Centro de masa. Interacción entre dos partículas. Sistema de muchas partículas. Conservación del momento lineal. Impulso. Relación entre impulso y fuerza. Choque.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### **Unidad 8 Movimiento oscilatorio.**

Movimiento oscilatorio en una dimensión. Oscilador armónico. Péndulo matemático. Pequeñas oscilaciones. Oscilador amortiguado.

### **Unidad 9 Campo gravitacional.**

Ley de gravitación universal. Masa inercial y masa gravitatoria. Satélite en órbita circular.

### **Unidad 10 Campo eléctrico.**

Carga. Fuerza eléctrica. Ley de Coulomb. Campo eléctrico de una carga puntual. Líneas de fuerza. Movimiento de una carga en un campo eléctrico. Ley de Gauss. Potencial eléctrico. Ecuaciones básicas de la electrostática.

### **Unidad 11 Campo magnético.**

Corriente eléctrica. Densidad de corriente eléctrica. Definición de campo magnético. Movimiento de una carga en un campo magnético. Fuerza de Lorentz. Campo magnético originado por una corriente. Ley de Ampere. Ecuaciones básicas de la magnetostática.

### **Unidad 12 Campo electromagnético.**

Inducción. Ley de Faraday. Ley de Lenz. Campos eléctricos inducidos. Ley de Gauss para el campo magnético. Campos magnéticos inducidos. Ley de Ampere-Maxwell. Corriente de desplazamiento. Ecuaciones de Maxwell. Ondas electromagnéticas.

## BIBLIOGRAFÍA

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- D. Halliday, R. Resnick y J. Walker, Fundamentals of Physics, 8º - 10º ediciones (2008-2013) John Wiley & Sons.
- S. Pérez, C. Schürer y G. Stutz, Análisis de Datos e Incertidumbres en Física Experimental (2015) Trabajos de Física Serie C N°44/11, FaMAF.
- A. Wolfenson, J. Trincavelli y P. Serra, Introducción a la Mecánica Newtoniana (2025) Editorial UNC.
- A. Wolfenson, J. Trincavelli y P. Serra, Introducción a la Física, Segunda Edición Revisada (2020) FaMAF.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- J. G. Roederer, Mecánica Elemental (todas las ediciones), Eudeba.
- J. G. Roederer, Electromagnetismo Elemental, 2º edición (2020) Eudeba.
- R. A. Serway y J. W. Jewett, Física para ciencias e ingeniería 10º edición (2019) Cengage.
- H. D. Young, R. A. Freedman y A. L. Ford, Física Universitaria (vols. I y II) 12º edición (2009) Addison-Wesley.

## EVALUACIÓN

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Se tomarán dos evaluaciones parciales con sus respectivos recuperatorios. Además, se tomarán tres trabajos prácticos de laboratorio. Se tomará un examen final escrito, y sólo en caso de ser necesario, un examen oral.

### **REGULARIDAD**

Para ser regular será necesario aprobar dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios, y al menos dos trabajos prácticos de laboratorio.

### **PROMOCIÓN**

La materia no tiene régimen de promoción. Todos los alumnos rinden examen final.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### PROGRAMA DE ASIGNATURA

<b>ASIGNATURA:</b> Elementos de Funciones Complejas	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Profesorado en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 105 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Las funciones de variable compleja son objetos de la matemática básica que aparecen y son útiles en muchas áreas, no solo de la matemática, sino de la física y la ingeniería.

La teoría de funciones de variable compleja es muy rica; presenta ideas novedosas fundamentales a partir de las cuales se obtienen gran cantidad de resultados.

En este curso se presentan las herramientas básicas para desarrollar la teoría y las habilidades de cálculo propias del área.

### CONTENIDO

#### 1 - Números complejos y topología del plano

La aritmética de los números complejos. Representación polar. regiones del plano. Abiertos y cerrados del plano.

#### 2 - Funciones diferenciables de $\mathbb{R}^2$

Diferenciabilidad real de funciones del plano en sí mismo. Desarrollo de Taylor.

#### 3 - Funciones Analíticas

Funciones complejas derivables. Ecuaciones de Cauchy-Riemann. La función exponencial. Funciones armónicas.

#### 4 - Integrales de línea, desarrollos en series de potencias y aplicaciones

Integrales de línea. Teorema de Cauchy. Series de potencias. Fórmula integral de Cauchy. Teorema de Liouville. El principio de la identidad. El principio del módulo máximo.

#### 5 - Funciones especiales

La exponencial. Las funciones trigonométricas. El logaritmo principal.

#### 6 - Singularidades

Series de Laurent. Tipos de singularidades. El teorema de Casorati-Weierstrass.

#### 7 - Residuos

Definición. El teorema del Residuo. Teorema de Rouché. Cálculo de integrales reales.

#### 8 - Transformaciones de Mobius y mapas conformes

Definición y cálculo con transformaciones de Mobius. Mapas conformes.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Robert B. Ash, W. Phil Novinger. Complex variables, Dover, New York 2004.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

James Ward BROWN and Ruel Vance CHURCHILL, Complex variables and applications. MacGraw-Hill Higher Education, 2009.

Serge LANG, Complex Analysis. Third Edition. MacGraw-Hill Book Co, New York, 1987.

## EVALUACIÓN

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Se tomarán 2 parciales y sus respectivos recuperatorios.

La materia se aprobará por medio de un examen final teórico - práctico escrito o alcanzando la promoción.

### **REGULARIDAD**

Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

### **PROMOCIÓN**

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

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

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Estructuras Algebraicas	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

En esta materia se introducen las nociones básicas relacionadas con las estructuras de grupo, anillo y módulo. Se estudian ejemplos de distinta naturaleza de dichas estructuras, y se demuestran algunos resultados fundamentales, como son los Teoremas de Sylow para grupos finitos y el Teorema de Estructura para módulos finitamente generados sobre un dominio de ideales principales. Tales estructuras son importantes, no sólo en el área específica del Álgebra, ya que aparecen naturalmente en diversas áreas de la matemática.

Objetivos:

1. Incorporar las nuevas nociones abstractas que se introducen en la materia y ser capaz de elaborar respuestas a problemas en forma independiente.
2. Adquirir manejo de los conceptos básicos inherentes a las distintas estructuras que se estudian en la materia, es decir, grupos, anillos y módulos, como asimismo de los distintos ejemplos en cada caso.
3. Tener familiaridad con los ejemplos básicos de dichas estructuras.
4. Saber aplicar los resultados teóricos en la resolución de problemas concretos relacionados con los contenidos.
5. Poder dar los enunciados y demostraciones de los principales resultados específicos sobre los temas que se desarrollan en la materia.

### CONTENIDO

#### 1- Grupos.

Definición. Homomorfismos y Subgrupos. Grupos cíclicos, orden y clases, grupos cocientes. Teoremas de isomorfismo. Grupos finitos. Grupos de permutaciones. Acciones de grupos sobre un conjunto. Teoremas de Sylow. Estructura de grupos abelianos finitamente generados. Nociones básicas de categorías.

#### 2- Anillos

Definición. Morfismos. Ideales. Factorización en dominios de integridad. Ideales maximales, ideales primos, Dominios de factorización única, dominios de ideales principales, dominios euclidianos. Anillos de fracciones. Anillos de polinomios. Factorización en anillos del polinomios.

#### 3- Módulos

Definición. Módulos sobre un anillo. Homomorfismos. Submódulos y módulos cociente. Teoremas de isomorfismo de Noether. Sucesiones exactas. Módulos libres. Módulos proyectivos e inyectivos. Módulos finitamente generados sobre dominios de ideales principales. Teorema de Estructura. Formas normales de matrices.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

T. Hungerford, Algebra, Graduate Texts in Mathematics, Vol. 73, Springer- Verlag, Berlin, 1980.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

\*) S. Lang, S. Lang. Álgebra, Addison. Wesley, 1965.

\*) E. Gentile, Estructuras algebraicas, II. Monografía no. 12, Progr. Reg. Des. Cient. y Tec., Organización de los Estados Americanos, 1971.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAFA**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAFA

\*) Teoría de Módulos, J.J. Martínez, Trabajos de Matemática 28/99, Serie C, FAMAFA, UNC.

### EVALUACIÓN

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Dos (2) evaluaciones parciales y sus respectivos recuperatorios. Los mismos serán sobre contenidos teórico-prácticos.

El examen final constará de una evaluación escrita sobre los contenidos prácticos y teóricos de la materia y, de ser necesario, evaluación oral sobre contenidos teóricos.

#### **REGULARIDAD**

Aprobar las dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

#### **PROMOCIÓN**

Sin promoción.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Física	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

- Conocer conceptos fundamentales de la Física Clásica.
- Conocer y valorar el método científico de las ciencias naturales.
- Adquirir el lenguaje y los alcances de la Física para así facilitar la realización de modelos y la integración de equipos interdisciplinarios para investigación y desarrollo.
- Conexión entre la Física y las Ciencias de la computación.
- Obtener herramientas para la comprensión de fenómenos actuales de la Física.

Modalidad: clases teóricas y prácticas para la resolución de ejercicios típicos. Clases demostrativas con experimentos sencillos.

#### CONTENIDO

##### Capítulo I: Mecánica.

Unidad I: Cinemática 1D y 2D.

Repaso de magnitudes y vectores. Definición de punto material. Sistemas de referencia. Movimiento rectilíneo. Coordenadas de una partícula puntual. Velocidad media. Velocidad instantánea. Aceleración. Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Caída libre y tiro vertical.

Movimiento en dos dimensiones. Vector posición y velocidad. Trayectoria. Aceleraciones normal y tangencial. Aceleración constante. Tiro de proyectil. Funciones del movimiento angular. Velocidad y aceleración angular. Movimiento circular uniforme y no uniforme. Movimiento relativo. Problemas de encuentro.

Unidad II: Dinámica.

Concepto de masa inercial. Definición de fuerza. Leyes de Newton. Ejemplos de fuerzas: reacción, vínculo, tensión, Peso. Ley de Hooke. Diagrama de cuerpo asilado. Péndulo y Resorte. Momento lineal. Centro de masa. Conservación del momento lineal. Extensión a dos dimensiones.

Unidad III: Energía mecánica.

Trabajo de una Fuerza. Teorema del trabajo y la energía (teorema de las fuerzas vivas). Fuerzas conservativas y energía potencial. Fuerzas disipativas: fuerzas de roce o fricción.

Unidad IV: Momento angular.

Campos de fuerzas centrales. Magnitud conservada en un campo central: el momento angular. Dos partículas en interacción. Campo gravitatorio. Nociones de cuerpo rígido.

##### Capítulo II: Electricidad y Magnetismo.

Unidad V: Campo Eléctrico.

Carga eléctrica, cuantización. Ley de Coulomb. Campo eléctrico. Líneas de campo.

Unidad VI: Flujo de un campo vectorial. Ley de Gauss. Potencial. Distribuciones de carga. Equilibrio electrostático. Potencial eléctrico. Diferencia de potencial en un campo uniforme. Energía potencial para cargas puntuales. Dipolo eléctrico. Estructura eléctrica de la materia, experiencia de Millikan.

Unidad VII: Capacidad y dieléctricos.

Definición de capacidad. Combinaciones de condensadores. Energía en un condensador. Dipolo eléctrico. Medios dieléctricos. Desplazamiento eléctrico. Condensadores. Carga y descarga de un condensador.

Unidad VIII: Conductividad eléctrica. Ley de Ohm. Corriente eléctrica. Resistencia. Leyes de

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Kirchhoff. Circuitos.

Unidad IX: Campo magnético. Fuerza sobre una carga en movimiento. Dipolo magnético. Movimiento de una carga en un campo magnético. Fuerza sobre corriente eléctrica. Torque sobre corriente eléctrica. Fuerzas entre corrientes. Ley de Ampère. Ley de Biot y Savart. Flujo magnético. Ley de Faraday.

### **Capítulo III: Termodinámica.**

Unidad X: El problema termodinámico.

Naturaleza de las mediciones macroscópicas. Composición de los sistemas termodinámicos. Energía interna. El equilibrio termodinámico. Mensurabilidad de la energía, paredes y restricciones. Definición del calor. Primera ley de la termodinámica.

Unidad XI: Gases ideales.

Parámetros intensivos. Ecuación de estado del gas ideal. Equilibrio térmico.

Unidad XII: Entropía.

Segunda ley de la termodinámica. Direccionalidad de los eventos. El ciclo de Carnot. Algunas propiedades de los ciclos.

Unidad XIII: Concepto microscópico de entropía.

Estados microscópicos y macroscópicos. Estadística y termodinámica. Probabilidad. Secuencias binarias. Grandes números. Una desigualdad importante. Información mutua. El método de máxima entropía. Aplicaciones.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Física para Ciencias e Ingeniería, Serway, R; Jewett J., Cengage Learning.
- Fundamentals of Physics, Halliday y Resnick, 8va edición, extendida.
- Física vol. 2: Campos y Ondas, M. Alonso y E. Finn
- Apuntes de las materias Introducción a la Física y Física General I.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Termodinámica e Introducción a la Termostatística, H. B. Callen
- Classical and Modern Physics, K. Ford.
- Physics for Computer Science Students de N. García y A. Damask
- Introducción a la Mecánica, Materia y Ondas, U. Ingard y W. Kraushaar.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

- Habrá 2 parciales y 1 recuperatorio.
- Regularidad: Se requiere aprobar dos parciales
- Se incluirá el régimen de promoción directa
- En caso de no alcanzar la promoción directa, se requerirá aprobar un examen final escrito de resolución de problemas integradores, al estilo de los parciales de la materia.

### **REGULARIDAD**

- Asistencia al 70% de las clases teóricas y prácticas
- Aprobar 2 (dos) evaluaciones parciales con nota mayor o igual a 4 (cuatro).
- Se tomará 1 (un) parcial recuperatorio al final del curso para aquellos alumnos que no hayan aprobado uno de los dos parciales.

### **PROMOCIÓN**

- Asistencia al 80 % de las clases teóricas y prácticas.
- Aprobar 2 (dos) evaluaciones parciales con nota no menor a 6 (seis), y con promedio no menor a 7 (siete).
- Realizar un trabajo práctico y un coloquio grupal.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Física I	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 1° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 Horas.

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Se presentan los conceptos básicos y fundamentales de la Mecánica Clásica. El egresado de esta carrera, a partir de una sólida formación matemática, estará en condiciones de interactuar con profesionales de distintas disciplinas, en este caso de Física, por lo que el conocimiento de sus fundamentos es esencial.

Se pretende que el asistente al curso alcance los siguientes objetivos:

- Conocer los conceptos fundamentales de la Mecánica Clásica.
- Comprender y valorar las leyes de conservación.
- Reconocer y valorar la evidencia experimental como la justificación última de las teorías científicas en general y de la Física en particular.
- Adquirir autonomía para avanzar en el estudio de la disciplina.
- Desarrollar habilidad en la resolución de problemas y en la formulación de modelos a partir de las leyes de la Física.

#### CONTENIDO

##### - Unidad 1 Movimiento unidimensional

Presentación general del curso. Posición de un cuerpo en la recta. Sistema de Coordenadas. Coordenadas de un punto. Distancia entre dos puntos. Unidades de medida. Cambio de sistemas de coordenadas. 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. Desplazamiento y distancia recorrida. Caracterización de la rapidez del movimiento. Velocidad media entre dos instantes de tiempo. Velocidad instantánea. La velocidad en función del tiempo. Variación de la velocidad. Aceleración del movimiento. Análisis de funciones de movimiento. Ejemplos de movimientos acelerados. Relación entre aceleración, velocidad y función de movimiento. Integración de las funciones de movimiento.

##### - Unidad 2 Movimiento en el plano

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. Encuentro de móviles en el plano. Vector desplazamiento y camino recorrido. Vectores en el plano. Descomposición de vectores. Versores ortogonales. Bases en el plano. Componentes. Operaciones con vectores. 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.

##### - Unidad 3 Movimiento circular

Movimiento circular. Velocidad angular, aceleración angular. Descomposición de la aceleración en componentes normal y paralela a la trayectoria. Sistema de coordenadas polares. Relación entre coordenadas cartesianas y polares. Descripción de movimientos en coordenadas polares. Movimiento circular en coordenadas polares.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

#### **- Unidad 4 Transformaciones de Galileo**

Cambio de coordenadas. Transformaciones de Galileo. Teorema de adición de las velocidades. Velocidad relativa.

#### **- Unidad 5 Dinámica de masas puntuales**

La noción de fuerza. Medición de fuerzas por medio de resortes. La fuerza como magnitud vectorial. Composición de fuerzas. Primera y segunda Ley de Newton. Masa de un cuerpo. El concepto de masa puntual. Ecuación de movimiento para una masa puntual. Ejemplos: Fuerza nula. Fuerza constante. Peso de un cuerpo. Caída libre de los cuerpos y tiro en el vacío. Energías cinéticas, potencial y total del movimiento en caída libre. Condición de equilibrio del punto material. Tensiones en hilos. Ejemplos. Fuerzas de vínculo. Fuerzas de contacto. Ejemplos. Fuerza Centrípeta. Fuerzas de rozamiento estático y dinámico. Coeficientes de rozamiento. Fuerza límite de rozamiento estático. Ejemplos.

#### **- Unidad 6 Ley de gravitación universal**

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

#### **- Unidad 7 Movimiento oscilatorio armónico**

Movimiento oscilatorio armónico. Ecuación de movimiento. Solución de la ecuación. Frecuencia angular. Período y frecuencia. Constantes de integración: amplitud y fase inicial. Energía potencial y total para este movimiento. Cuerpo suspendido de un resorte. Ecuación de movimiento y su solución. Energía potencial y total. Péndulo ideal o matemático. Ecuación de movimiento. Tensión del hilo. Ecuación de movimiento para pequeñas amplitudes. Su solución. Función de movimiento de un péndulo ideal. Frecuencia angular. Período de oscilación. Energía potencial y total.

#### **- Unidad 8 Momento lineal y angular**

Interacción entre dos masas puntuales. Tercera Ley de Newton. Vector momento lineal de una partícula y de un sistema de partículas. Fuerzas interiores y exteriores al sistema. Teorema de conservación del vector momento lineal. Centro de masa. Vector posición y vector velocidad del centro de masa. Variación del vector momento lineal por la acción de fuerzas exteriores. Producto vectorial de dos vectores. Propiedades. Momento de un vector. Momento de un par de vectores. Vector velocidad angular. Vector momento angular de una masa puntual. Vector momento de una fuerza. Vector momento angular de un par de masas puntuales en interacción. Ejemplo: fuerza central. Vector momento angular de un sistema de partículas. Vectores momentos de fuerzas, interiores y exteriores al sistema mecánico. Variación del vector momento angular de un sistema de partículas por acción de momentos de fuerzas exteriores.

#### **- Unidad 9 Trabajo y energía**

Integrales de línea. Trabajo de una fuerza. Campo de fuerzas. Algunos ejemplos. Campos conservativos. Campo uniforme, gravitatorio y elástico. Trabajo de las fuerzas de campos conservativos. Energía potencial. Fuerza derivada de un potencial: caso unidimensional. Trabajo de fuerzas no conservativas. Trabajo de fuerzas disipativas. 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. Potencia. Unidades.

#### **-Unidad 10 Colisiones**

Choque entre dos masas puntuales: caso unidimensional. Choque elástico, plástico y explosivo. Choque en dos dimensiones.

#### **- Unidad 11 Cuerpo rígido**

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Centro de masa del cuerpo rígido. Movimientos de traslación, rotación y roto-traslación. Vector velocidad de los puntos del cuerpo rígido. Carácter absoluto del vector velocidad angular. Eje instantáneo de rotación pura. Vector aceleración de los puntos del cuerpo rígido. Vector momento angular del cuerpo rígido. Vector momento angular intrínseco y orbital. Ecuaciones de movimiento del cuerpo rígido. Momento de inercia. Ejes principales de inercia. Momentos principales de inercia. Relación entre el vector momento angular y el vector velocidad angular del cuerpo rígido. Teorema de Steiner. Ejemplos: movimiento del cuerpo rígido bajo la acción de su propio peso, péndulo físico. Trabajo y energía de un cuerpo rígido. Energía potencial. Energía cinética de rotación y de traslación.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- "Introducción a la mecánica newtoniana", A. Wolfenson, J. Trincavelli y P. Serra. Apunte (2022).
- "Introducción al estudio de la Mecánica, Materia y Ondas". U. Ingard y W. Kraushaar, Ed. Reverte (1966).
- "Física". M. Alonso y E. J. Finn. Fondo Ed. Interamericano, (1971).
- "Física". R. Resnick y D. Halliday. Ed. CECSA (2001).
- "Física para ciencias e ingeniería", R. Serway y J. Jewett, Ed. Cengage (2008).
- "Física Universitaria". Sears, Zemansky, Young y Freedman. Ed. Pearson (2009).

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Mecánica Elemental. - J. G. Roederer, Ed. Eudeba (2008).
- The Feynman lectures on Physics.- R. Feynman, R. Leighton y M. Sands, Ed. Basic Books (2011).

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

Dos evaluaciones parciales.  
Examen Final escrito y oral.

#### REGULARIDAD

- Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
- Aprobar las dos evaluaciones parciales. Habrá una instancia de recuperación en la última semana de clase. Solo es posible realizar el recuperatorio de uno de los dos parciales.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Física Contemporánea	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La falta de tiempo para desarrollar en extenso los temas de investigación actual en física, hacen que ciertos contenidos de importancia para la formación básica de un físico (tanto como formación en la especialidad elegida como parte de una cultura general) no puedan ser abordados en profundidad. Así, la materia tiene dos objetivos principales:

- 1) Brindar una descripción somera de un conjunto de temas de relevancia en la física contemporánea, los cuales no se encuentran incluidos en las demás disciplinas de la carrera, tales como física molecular, física nuclear, física de partículas, relatividad general, superconductividad y láser.
- 2) Brindar un panorama acerca de algunos tópicos de investigación actuales en las áreas anteriores.

### CONTENIDO

#### 1. Física Molecular

I) Estructura molecular.

La molécula de hidrógeno ionizada. Aproximación de Born-Oppenheimer. Estados ligante y antiligante.

Ligadura covalente: La molécula de hidrógeno. Modelo de Heitler-London.

Ligadura iónica: La molécula de LiF.

Interacción de Van der Waals.

Moléculas poliatómicas.

II) Dinámica molecular.

Rotaciones moleculares. Espectro rotacional.

Vibraciones moleculares. Espectro vibracional.

Espectros roto-vibracionales.

Transiciones electrónicas en moléculas.

#### 2. Física Nuclear

I) Estructura nuclear.

Constituyentes del núcleo. Distribución de carga nuclear. Masa atómica. Energía de ligadura nuclear. Fórmula semiempírica de masa. Modelo nuclear de capas. Números mágicos. Momento angular nuclear. Momentos electromagnéticos nucleares.

II) Procesos nucleares.

Decaimiento radiactivo. Ley de decaimiento radiactivo. Decaimiento alfa. Energía liberada.

Espectroscopía alfa. Vida media. Decaimientos beta. Decaimiento beta-, beta+ y captura electrónica. Energía liberada. Otros modos de decaimiento.

#### 3. Superconductividad

Fenomenología. Resistividad. Temperatura crítica. Efecto Meissner. Campo crítico. Superconductores tipo I y II. Teoría de London. Nociones de la teoría BCS. Ejemplos de materiales superconductores. Efecto Josephson.

#### 4. LÁSER

Transiciones radiativas espontáneas y estimuladas o inducidas. Tasa de cambio de población de los niveles. Coeficientes de Einstein. Mecanismos de inversión de población. Láser de tres y

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

cuatro niveles. Tipos de láser. Ejemplos.

### **5. Relatividad general y cosmología**

Revisión de la Teoría de la Relatividad Especial. Espacio-tiempo y simultaneidad. Geometría del espacio-tiempo plano. Transformaciones de Lorentz. Cuadriectores. Principio de equivalencia. Relatividad General. Espacio-tiempo curvo. Referenciales inerciales locales. Geodésicas. Geometría de Schwarzschild. Precesión del perihelio.

### **6. Física de partículas**

Introducción histórica de las Partícula Elementales. Dinámica de las Partícula Elementales. Introducción al modelo estándar.

Simetrías continuas. Noción de Grupos de Lie. Isoespin. Simetrías discretas. Rompimiento de la simetría CP.

Ecuación de Dirac. Solución de la ecuación de Dirac. Covariancia. Cuantificación del campo electromagnético. Cálculos de Feynman en Electrodinámica cuántica.

Aceleradores y detectores de partículas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

J.J. Brehm and W. J. Mullin, Introduction to the Structure of Matter (Wiley, 1989).

Mark Thomson, Modern Particle Physics, Cambridge University Press (2013).

David Griffiths, Introduction to Elementary Particles, WILEY-VCH (2008).

J. B. Hartle, Gravity: An introduction to Einstein's General Relativity, Addison Wesley (2003).

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

P.W. Atkins and R.S. Friedman, Molecular Quantum Mechanics (Oxford University, 1997).

B.R. Martin, G. Shaw, Nuclear and Particle Physics: An Introduction (Wiley, 2019).

K.S. Krane, Introductory Nuclear Physics (John Wiley, 1988).

C. Kittel, Introduction to Solid State Physics (John Wiley, 2005).

N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics (Saunders College, 1976).

E. Hecht, Optics (Addison Wesley, 2002).

J. D. Bjorken and S. D. Drell, Relativistic quantum mechanics, McGraw-Hill (1964).

F. Mandl and G. Shaw, Quantum Field Theory, Wiley (2010).

S.A. Cannas y R.C. Zamar, Elementos de la Física Contemporánea, Trabajos de Física, Serie C, 13/2019 (FAMAF-UNC, 2019).

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Dos parciales que consistirán en la resolución de problemas y preguntas teóricas que apunten a evaluar la comprensión de los aspectos básicos de los diferentes tópicos abordados.

Un parcial recuperatorio, en caso de no aprobar alguno de los anteriores, para acceder a la condición de alumno regular



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

---

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

**REGULARIDAD**

Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Física Experimental II	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 75 horas

### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

La física es una ciencia netamente fáctica, por lo que resulta de gran importancia que los alumnos de las Licenciaturas en Física y en Astronomía aprendan a observar la naturaleza a través de experimentos. En particular, es importante que entiendan que los modelos físicos son modelos que se apoyan, en la mayoría de los casos, en suposiciones que, a veces, son imposibles de lograr experimentalmente.

En este curso el alumno se familiarizará con el uso de técnicas termométricas y con la medición de magnitudes físicas en experimentos de termometría y calorimetría termodinámica. Otro objetivo fundamental del curso es continuar con el aprendizaje de procesamiento de datos experimentales y de análisis y evaluación de incertidumbres en mediciones de laboratorio, al mismo tiempo que se afianza en el manejo del cuaderno de laboratorio, de gran importancia en física experimental.

### **CONTENIDO**

#### **Clases Teóricas**

Unidad I: Normas de seguridad de Laboratorio\*

Normas generales de seguridad en laboratorios y talleres. Conceptos básicos. Medidas generales de prevención. Medidas de seguridad y riesgos específicos en experimentos típicos que se realizan en el curso de Física Experimental II. Hojas de seguridad, interpretación.

\*A cargo de la Responsable de la Oficina de Gestión, Higiene, Seguridad y Media Ambiente Laboral de FaMAF.

Unidad II: Tratamiento estadístico de datos experimentales para pocos puntos

Distribución t-student. Propiedades. Intervalo de confianza basados en una población con distribución normal pero con muestras pequeñas. Comparación de valores determinados experimentalmente para muestras pequeñas. Inferencias en relación con dos varianzas poblacionales. Distribución F. Propiedades.

Unidad III: Intervalo de confianza para magnitudes que dependen de varias variables.

Variables dependientes o correlacionadas. Cálculo de incertidumbres para magnitudes que dependen de variables correlacionadas. Covarianza. Correlación. Grado de libertad efectivo. La fórmula de Welch-Satterthwaite. Intervalo de cobertura. Evaluación de incertidumbres combinadas de acuerdo a la Guía GUM. Incertidumbres expandidas.

Unidad IV: Distribución binomial y de Poisson.

Distribución binomial. Propiedades. Aproximación Gaussiana a la distribución binomial. Distribución de Poisson. Propiedades. Aproximación Gaussiana a la distribución de Poisson.

Unidad V: Ajuste por el método de cuadrados mínimos de un polinomio.

Ecuaciones matriciales. Evaluación de las incertidumbres de los parámetros.

#### **Clases de Laboratorio**

Laboratorio 1: Termometría. (3 clases).

Objetivos específicos: Calibración de termómetros de mercurio, termistores y termocuplas tipo K. Estudio de la respuesta de termistores envainados.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Objetivos generales:

- Aprender a medir temperaturas.
- Estudio de las características básicas de diferentes termómetros.
- Evaluación de incertidumbres.

Laboratorio 2: Medición de coeficientes de viscosidad (1 clase).

Objetivo específico: Medir el coeficiente de viscosidad dinámica del alcohol etílico utilizando el viscosímetro de Ostwald.

Objetivos Generales:

- Uso de la fórmula de Welch-Satterthwaite para el cálculo del número de grados de libertad efectivo. Evaluación del intervalo de cobertura.
- Aplicación de la GUM a incertidumbres tipo B.

Laboratorio 3: Experimento de Clément & Desormes (1 clase).

Objetivo específico: Determinación del cociente  $c_p/c_v$ .

Objetivos Generales:

- Medición de presiones.
- Evaluación de incertidumbres.

Laboratorio 4: Dilatación térmica (2 clases).

Objetivo específico: Medir el coeficiente medio de dilatación térmica lineal de diferentes materiales (aluminio, cobre, bronce, hierro y vidrio).

Objetivos Generales:

- Uso de comparadores.
- Ajuste lineal.
- Evaluación de incertidumbres.

Laboratorio 5: Calorimetría I (2 clases).

Objetivo específico: Medición del calor específico de un cuerpo sólido utilizando el calorímetro de las mezclas.

Objetivos Generales:

- Evaluación del  $\pi$  del calorímetro.
- Evaluación de incertidumbres.

Laboratorio 6: Calorimetría II (1 clases).

Objetivo específico: Medición del calor latente de vaporización del nitrógeno líquido.

Objetivo General: Evaluación de incertidumbres.

### Seminarios

Dos (2) seminarios sobre aspectos históricos y actuales de los conceptos físicos desarrollados en la materia.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- S. Perez, C. Shurrer y G. Stutz, "Análisis de Datos e Incetidumbres en Física Exoerimental", Trabajos de Física, Serie C, No 4/11, FaMAF-UNC, 2011.
- John R. Taylor, "An introduction to error analysis, the study of uncertainties in physical measurements", 2nd ed., University Science Book, 1997.
- Philip Bevington and D. Robinson, "Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences", 3rd ed., Mc. Graw Hill 2003.
- Les Kirkup and Bob Frenkel, "An introduction to Uncertainty in Measurement", Cambridge University Press, 2006.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

- Salvador Gil y Eduardo Rodriguez, "Física re-Creativa", Pearson Education S.A., 2001.
- JCGM 100: 2008. "Evaluation of measurement data—guide for the expression of uncertainty in measurement (GUM)", 1st. ed., 2008.
- Barry Taylor and Chris Kuyatt. "NIST technical note 1297." Guidelines for evaluating and expressing the uncertainty of NIST measurement results", 1994 ed. NIST, 1994.
- Dennis Wackerly, William Mendenhall and Richard Scheaffer. "Estadística matemática con aplicaciones". Sexta Ed. International Thomson 2002, México.
- Jay Devore. "Probabilidad y estadística para ingenierías y ciencias", Quinta Ed. International Thomson 2001, México.
- J.V. Nicholas y D.R. White, "Traceable Temperatures", 2nd. ed., John Wiley & Sons, 2005.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Formas de evaluación:

- Dos (2) evaluaciones parciales. Las evaluaciones parciales serán de contenido teórico-práctico.
- Realización de todas las experiencias de laboratorio. La evaluación considerará el trabajo en el laboratorio y el cuaderno de laboratorio.

Condiciones para aprobar la materia conforme al plan de estudio

- Asistencia: 80% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas.
- Exámenes parciales: Aprobar dos (2) exámenes parciales con calificación mayor o igual a cuatro (4), con opción a recuperar uno.
- Trabajos de Laboratorio: Aprobar todos los laboratorios con calificación mayor o igual a cuatro (4), con opción a recuperar uno.
- Asistencia al 100% de los seminarios.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Física Experimental IV	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 75 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Como parte de la formación de grado en física es necesario comprender los fenómenos ópticos más comunes. Los conceptos involucrados son fundamentales para el entendimiento de la óptica y de la física moderna misma. Los alumnos que cursan esta materia ya poseen conocimientos teóricos básicos de óptica, electricidad, magnetismo y algunas ideas básicas de la física moderna de inicios del siglo XX dados en las Físicas Generales.

La comprensión integral de los conceptos involucrados en la materia Física General IV se logrará incluyendo la observación experimental, fundamentalmente con algunos experimentos que cambiaron el rumbo de la física a comienzos de 1900.

En la formación de los físicos, es importante además de un manejo teórico de los conceptos contar con aptitudes para la planificación y ejecución de experimentos, mediciones, tratamiento de los datos e interpretación de los mismos.

Se plantea como objetivos que los alumnos sean capaces de:

- Dar una interpretación física a los resultados de experimentos que involucren fenómenos ópticos y ondulatorios, fundamentándolos en un marco teórico basado en los modelos físicos a su alcance.
- Realizar mediciones de índices de refracción, polarización, longitudes de onda, irradiancia, fotometría.
- Plantear y desarrollar experimentos que involucren sistemas ópticos.
- Diseñar experimentos que permitan caracterizar sistemas físicos a través de sus propiedades ópticas.
- Desarrollar destrezas en el manejo de los instrumentos de medición.
- Redactar informes de laboratorio y ejercitarse con la presentación oral de resultados de un trabajo de laboratorio.

#### CONTENIDO

##### Clases teóricas

Se dictarán clases teóricas para cubrir los siguientes temas:

- Normas de seguridad en laboratorio (a cargo de la responsable de la oficina de gestión, Higiene, Seguridad y Medio ambiente Laboral de FAMAF).
- Fuentes y detectores de Luz.
- Efectos electro y magneto ópticos.
- Redacción de Informes de laboratorio.
- Seminarios: Se organizará un seminario con docentes invitados/as que contemple aspectos históricos o novedosos de la óptica.

##### Laboratorio 1

Calibración del Sensor de Luz

##### Laboratorio 2

Ley de Malus y Elipsometría

##### Laboratorio 3

Polarización perpendicular y paralela a una interfaz.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

#### Laboratorio 4

Optica geométrica. Distancias focales de lentes convergentes y divergentes. Instrumentos ópticos: proyector, lupa, microscopio

#### Laboratorio 5

Interferencia y difracción

#### Laboratorios 6 y 7

Elección de dos prácticas entre la siguientes:

Interferómetro

Efecto Fotoeléctrico

Espectrómetros de Prisma

#### Laboratorios especiales

Elección de un tema a investigar y desarrollar por el/la alumno/a.

- Efecto Faraday
- Efecto Pockels con haz canoscópico
- Efecto Pockels con luz modulada
- Anillos de Newton
- Interferómetro de Fabry-Perot
- Intensidad de un patrón de difracción
- Óptica de Fourier
- Medición de gradientes de índice de refracción
- Difracción e interferencia con Resorte

#### Exposiciones orales

Exposición oral de 10 minutos sobre el Laboratorio especial desarrollado.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- "Handbook of Optics". Volume I: Geometrical and Physical Optics, Polarized Light, Components and Instruments. Third Edition. Mc Graw Hill (2010)
- "Handbook of Optics". Volume III: Vision and Vision Optics. Third Edition. Mc Graw Hill (2010)
- "Modern Optics". Robert D. Guenther. John Wiley & Sons (1990).
- "Optics". Ajoy Ghatak. . Mc Graw Hill (2010).
- "Optics" E. Hetch. Adison Wesley (2002)
- "Physics Laboratory Manual". David H. Loyd. Third Edition. Thomson Brooks/Cole (2008).
- "Como se escribe un informe de laboratorio" E. Martines. Eudeba 2004

##### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Manuales Pasco
- Diversos artículos de Am. J. Phys.

Measurements of refractive index gradients by deflection of a laser beam  
Barnard and Ahlborn, Am. J. Phys. 43 (7), 573 (1975)

Spatially varying index of refraction: An open ended undergraduate topic  
David A. Krueger, Am. J. Phys. 48 (3), 183 (1980)



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Los alumnos serán evaluados por su trabajo en el aula, la presentación de los cuadernos de laboratorio, informes y presentaciones orales. Realizarán además prácticos especiales en los cuales trabajarán en forma individual e independiente.

### PROMOCIÓN

1. Cumplir con un mínimo de 80% de asistencia a clases de laboratorio
2. Realizar y aprobar todos los Trabajos Prácticos de Laboratorio con una nota no menor a 6 (seis)



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Física General III	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Física General III	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Profesorado en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 195 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La materia está dirigida a proveer al estudiante con los conocimientos básicos e intermedios de electricidad y magnetismo. Esto involucra la presentación de la fenomenología electromagnética y su descripción matemática a un nivel intermedio, así como el desarrollo de algunas aplicaciones. El estudiante que aprueba el curso debe poseer sólidos conocimientos conceptuales de electricidad y magnetismo, a la vez de tener un claro entendimiento de las ecuaciones de Maxwell y de su significado. El curso sirve además como una introducción apropiada a los cursos de Física General IV (ondas) y Electromagnetismo I, así como al curso de Física Experimental III.

#### CONTENIDO

##### **1 Carga eléctrica y campo eléctrico.**

Carga eléctrica. Ley de Coulomb. Campo eléctrico. Líneas de campo. Principio de superposición. Campo debido a una distribución uniforme de carga. Movimiento de una carga en un campo uniforme. Campo de un dipolo. Conservación y cuantificación de la carga. Experimento de Millikan.

##### **2 Ley de Gauss.**

Flujo eléctrico. Ley de Gauss. Esfera uniformemente cargada. Conductores. Propiedades de un conductor en equilibrio electrostático. Campo eléctrico en las cercanías de un conductor.

##### **3 Potencial eléctrico.**

Potencial y diferencia de potencial. Relación entre campo y potencial. Potencial de un dipolo. Potencial de una distribución de carga. Potencial de un conductor cargado. Divergencia de un campo vectorial. Teorema de Gauss. Ecuación de Poisson y Laplace.

##### **4 Corriente eléctrica.**

Corriente y densidad de corriente. Corriente estacionaria y conservación de la carga. Conductividad y resistencia. Fuerza electromotriz. Ley de Ohm. Física de la conducción eléctrica. Transporte de cargas en un circuito eléctrico. Disipación de energía en la conducción. Potencia. Superconductividad.

##### **5 Resistencia, condensador e inductancia como elementos circuitales.**

Definición de circuito. Comportamiento de los elementos en corriente continua (CC). Disipación térmica. Elementos ideales y reales. Circuitos equivalentes. Resistencias en serie y paralelo. Condensadores en serie y paralelo. Inductancias en serie y en paralelo.

##### **6 Circuitos eléctricos básicos.**

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Topología de circuitos. Leyes de Kirchhoff. Teorema de Thèvenin. Teorema de Norton. Circuitos RC y RL: transitorios. Circuitos LC y RLC: oscilaciones. Transferencia entre energía eléctrica y magnética. Teorema de máxima transferencia de energía.

### **7 Energía eléctrica.**

Energía potencial eléctrica. Generador electrostático. Capacidad y condensadores. Campo eléctrico en un condensador. Energía almacenada en un campo eléctrico. Densidad de energía eléctrica. Materiales dieléctricos en condensadores. Campos desplazamiento y polarización. Energía almacenada en un condensador. Celda galvánica. Pilas y baterías.

### **8 Campo magnético.**

Fenomenología, definición y unidades. Ley de Ampere. Espira ideal y solenoide. Campo en un solenoide. Ley de Biot y Savart. Flujo magnético y Ley de Gauss del magnetismo. Fuerza de Lorentz. Fuerzas sobre conductores con corrientes. Torque sobre una espira en un campo magnético uniforme. Movimiento de una carga en un campo magnético uniforme. El ciclotrón. Efecto Hall.

### **9 Energía magnética y materiales magnéticos.**

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

### **10 Circuitos de corriente alterna (CA).**

Comportamiento de R, C y L en corriente alterna. Impedancia, reactancia, admitancia, conductancia y susceptancia. Circuito RLC en CA. Resonancia. Transformador. Potencia en CA.

### **11 Electromagnetismo.**

Ecuaciones de Maxwell. Cavidad resonante. Ondas electromagnéticas. Vector de Poynting. Guía de onda.

### **12 Campos eléctricos y magnéticos dependientes del tiempo.**

Ley de Faraday. Inductancia. Autoinductancia e inductancia mutua. Fuerza electromotriz inducida por movimiento. Ley de Lenz. Fem inducida y campos eléctricos. Corriente de desplazamiento. Ley de Ampere-Maxwell. Generador y motor eléctrico. Corrientes parásitas.

## BIBLIOGRAFÍA

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- H. Young y R. Freedman, Física Universitaria (vol 2), Pearson (2009).
- 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, Physics for Scientists and Engineers (Brooks-Cole, 2008).
- E.M. Purcell, Electricidad y Magnetismo, 2a Edición – Berkeley Physics Course (Reverté, Barcelona, 1990).
- M. Alonso y E. J. Finn, Física vol II: Campos y Ondas, Addison-Wesley (1995).

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

R. Feynman, R. B. Leighton y M. Sands, Lectures on Physics: The Electromagnetic Field, Addison-Wesley (1964).

## EVALUACIÓN

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

---

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

- Dos evaluaciones parciales sobre contenidos teórico-prácticos, con un recuperatorio para regularizar.
- El examen final consta de una evaluación escrita y, cuando se considere apropiado, de un examen oral.

### **REGULARIDAD**

Aprobar al menos 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).



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Funciones Analíticas	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El estudio de las funciones de variable compleja está entre las materias de matemática básica y forma parte de los fundamentos del análisis con aplicaciones a otras muchas áreas como la geometría, la teoría de números, la física y la ingeniería.

La teoría de funciones de variable compleja es muy rica; presenta ideas novedosas que muestran un marcado contraste con las funciones de una variable real.

El objetivo del curso es presentar a los estudiantes el núcleo básico y universal de herramientas y resultados del área y dotarlos de destreza suficiente en su manejo para la resolución de problemas afines.

Se espera que comprendan los conceptos importantes de manera que puedan estudiar y trabajar en otras áreas en las que aparezcan las funciones de variable compleja como herramienta.

### CONTENIDO

#### - Unidad 1

El cuerpo  $\mathbb{C}$  de los números complejos. Conjugación y módulo de un complejo, propiedades. Representación polar. Fórmula de De Moivre. Raíces de un número complejo. El grupo de raíces  $n$ -ésimas de la unidad. Topología del plano complejo. El plano extendido, representación esférica. Sucesiones y series de números y funciones complejas. Convergencia absoluta y convergencia uniforme. Criterio de Weierstrass. Series de potencias, radio de convergencia. Producto de series absolutamente convergentes.

#### - Unidad 2

Funciones complejas diferenciables; suma, producto y cociente. Regla de la cadena. Funciones analíticas, ejemplos. Relación entre diferenciabilidad en  $\mathbb{C}$  y en  $\mathbb{R}^2$ . Las series de potencias como ejemplos de funciones analíticas. Estudio de las funciones  $e^z$ ,  $\sin z$  y  $\cos z$ . Ramas del logaritmo y de  $z^b$ . Ecuaciones de Cauchy-Riemann. Funciones armónicas. Existencia de armónica conjugada en un disco.

#### - Unidad 3

Integración compleja. Integral de línea de una función a lo largo de una curva  $C^1$  a trozos, propiedades. Representación de las funciones analíticas por series de potencias. Corolarios: las funciones analíticas son infinitamente diferenciables; estimación de Cauchy; Teorema de Cauchy en un disco. Funciones enteras. Teorema de Liouville. Teorema fundamental del álgebra. Teorema "pequeño" de Picard (enunciado).

#### - Unidad 4

Ceros de una función analítica, multiplicidad. Los ceros son aislados. Teorema del módulo máximo. Índice de una curva cerrada respecto de un punto. Fórmula integral de Cauchy. Teorema de Cauchy. Teorema de Morera. El anillo de funciones analíticas en una región es un espacio métrico completo. Curvas homotópicas. Teorema de la independencia del camino. Otras versiones del teorema de Cauchy. Regiones simplemente conexas, equivalencias. Conteo de ceros de una función analítica. Teorema de la aplicación abierta. Teorema de Goursat.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### - Unidad 5

Singularidades aisladas: evitables, polos y singularidades esenciales. Caracterización de los diferentes tipos de singularidades aisladas. Funciones meromorfas. Teorema de Mittag-Leffler. Teorema de Casorati-Weierstrass. Desarrollo de Laurent. Teorema "grande" de Picard (enunciado). Residuos. Teorema de los residuos. Cálculo de integrales mediante residuos, distintos casos. Principio del argumento. Teorema de Rouché, aplicaciones. Otra versión del teorema del módulo máximo. Lema de Schwarz. Principio de reflexión de Schwarz.

### - Unidad 6

Series de Fourier. Definición y propiedades. Transformada de Fourier. Transformada inversa de Fourier. Teorema de convolución. Aplicaciones. Transformada discreta. Transformada de Laplace. Transformada inversa de Laplace. Funciones especiales: Bessel, Chebyshev, Legendre.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- James Ward Brown, Ruel Churchill, Complex variables and Applications - 9º Edición, McGraw-Hill Education, 2014.
- John B. Conway, Functions of one complex variable, Ed. Springer-Verlag, 1978.
- K. F. Riley, M. P. Hobson, S. J. Bence, Mathematical Methods for Physics and Engineering, Cambridge University Press, 2006.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Lars V. Ahlfors, Análisis de variable compleja, Ed. Aguilar, 1966.
- Edward B. Saff, Arthur David Snider, Fundamentals of Complex Analysis, Engineering, Science, and Mathematics, Pearson Education Limited, 2013.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Se tomarán dos parciales y sus correspondientes recuperatorios, en los que se pedirá resolver ejercicios del tipo de los desarrollados en los prácticos.

El examen final constará de una parte práctica, de características similares a los parciales, y una parte teórica. En esta última los estudiantes deben demostrar algunos resultados expuestos en las clases teóricas.

### REGULARIDAD

Para regularizar, se requiere aprobar dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

### PROMOCIÓN

No hay régimen de promoción.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Funciones Complejas	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 Horas.

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Las funciones de variable compleja son objetos fundamentales de la matemática básica que aparecen y son útiles en muchas áreas, no sólo de la matemática, sino también de la física y la ingeniería.

La teoría de funciones de variable compleja es muy rica y presenta ideas novedosas que muestran un marcado contraste con las funciones de una variable real.

El objetivo del curso es presentar las herramientas básicas de las funciones de variable compleja y adquirir las habilidades de cálculo propias del área. Se espera que los estudiantes comprendan los conceptos importantes de manera que puedan estudiar y trabajar en otras áreas en las que aparezcan las funciones de variable compleja como herramienta.

### CONTENIDO

#### Unidad 1: Números complejos

Números complejos. Operaciones. Conjugación y módulo. Forma polar. Potencias y raíces de números complejos. Regiones del plano complejo.

#### Unidad 2: Funciones complejas

Funciones de variable compleja. Límites. Continuidad. Derivadas. Funciones analíticas. Ecuaciones de Cauchy-Riemann. Funciones analíticas. Funciones armónicas. Función armónica conjugada.

#### Unidad 3: Funciones elementales

Exponencial compleja. Funciones trigonométricas e hiperbólicas complejas. Logaritmo complejo. Ramas del logaritmo y sus derivadas. Las funciones  $z^c$  con  $c$  un número complejo. Möbius. Concepto de transformación conforme.

#### Unidad 4: Integrales

Integración compleja. Antiderivadas. Teorema de Cauchy-Goursat. Dominios simplemente conexos. Independencia de la curva. Fórmula integral de Cauchy. Derivadas de orden superior. Teorema de Liouville. Teorema fundamental del álgebra. Teorema del módulo máximo.

#### Unidad 5: Series

Convergencia de series. Teorema de Taylor. Series de Laurent. Convergencia absoluta y uniforme de series de potencias. Diferenciación e integración de una serie de potencias.

#### Unidad 6: Residuos

Singularidades. Residuos. Teorema del residuo de Cauchy. Integrales reales. Aplicaciones.

#### Unidad 7: Series de Fourier

Definición y propiedades. Transformada de Fourier. Transformada inversa de Fourier. Teorema de convolución. Aplicaciones. Transformada discreta de Fourier. Transformada de Laplace. Transformada inversa de Laplace. Funciones especiales: Bessel, Chebyshev, Legendre.

**BIBLIOGRAFÍA****BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- James Ward Brown and Ruel Churchill, Complex variables and Applications - 9º Edición, McGraw-Hill Education, 2014.
- Allan Pinkus and Samy Zafrany, Fourier Series and Integral Transforms, Cambridge University Press, 1997, vii+189p

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Robert B. Ash and W. Phil Novinger, Complex variables, New York Dover, 2004, iv+214 p.
- John B. Conway, Functions of one complex variable, Ed. Springer-Verlag, 1978, xiv+320p
- Elias M. Stein and Rami Shakarchi, Complex Analysis, Princeton University Press, 2003, xviii+379p

**EVALUACIÓN****FORMAS DE EVALUACIÓN**

Se tomarán dos parciales y sus correspondientes recuperatorios.

El examen final constará de una evaluación teórico-práctica sobre todos los contenidos de la materia.

**REGULARIDAD**

Para regularizar, se requiere aprobar dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

**PROMOCIÓN**

No hay régimen de promoción.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Geometría I	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Profesorado en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 165 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Fundamentación:

En esta materia se presenta una construcción rigurosa y sistemática de las nociones básicas de la geometría del plano con la que los estudiantes ya están familiarizados. Esta construcción se basa en la introducción de un sistema axiomático consistente, y a partir de allí se deducen resultados mediante un razonamiento lógico deductivo. Los conocimientos y habilidades adquiridos por los estudiantes mediante este proceso serán fundamentales para su desempeño como futuros profesores de matemática.

Objetivos:

- Formar a los futuros profesores en el pensamiento matemático y geométrico a través de uno de los sistemas axiomáticos más importantes en la historia como ha sido el desarrollado por Euclides (completado por Hilbert y otros) para la geometría del plano llamado euclideo.
- Aprender los conceptos y teoremas básicos de esta geometría, que incluyen las transformaciones rígidas del plano culminando con su clasificación completa.
- Comprender que existen otras geometrías, las llamadas no euclidianas, que se obtienen a partir de un sistema axiomático distinto al planteado por Euclides, pero igualmente consistente.
- Al finalizar la materia, los estudiantes estarán en condiciones de comprender los enunciados de todos los teoremas de la materia, reproducir sus demostraciones y aplicarlos para resolver ejercicios. Asimismo, tendrán la base teórica necesaria para poder volcar estos conocimientos en el aula cuando se desempeñen laboralmente como profesores de matemática.

### CONTENIDO

#### Axiomas de tipo I y II

El sistema axiomático de la geometría del plano según Euclides-Hilbert. Axiomas de enlace o incidencia. Rectas paralelas y rectas secantes. Axiomas de ordenación y separación. Semirectas, segmentos, subconjuntos convexos. Semiplanos.

Ángulo y sector angular. Ángulos opuestos por el vértice, adyacentes y consecutivos. Punto y semirecta interior a un ángulo. Triángulo y sector triangular. Teorema de Pasch. Polígono convexo y región poligonal. Intersección de polígonos con rectas, semirectas y segmentos. Poligonal. Poligonal cerrada simple. Teorema de Jordan.

#### Axiomas de tipo III

Axiomas de congruencia o rigidez. Figuras congruentes. Transformaciones rígidas involutivas. Simetría central. Existencia y unicidad del punto medio de un segmento. Simetría axial. Ángulo recto. Rectas perpendiculares. Existencia y unicidad de la perpendicular a una recta por un punto dado. Mediatriz de un segmento. Existencia y unicidad de la bisectriz de un ángulo. Equidistancia. La bisectriz de un ángulo es el conjunto de puntos interiores que equidistan de los lados.

#### Axioma de tipo IV. Triángulos y cuadriláteros.

En un triángulo dos lados son congruentes si y sólo si sus ángulos opuestos lo son. Clasificación de los triángulos según sus lados. La mediatriz es el conjunto de puntos que equidistan de los extremos del segmento. Suma de segmentos. Ángulo suma. Ángulos complementarios y suplementarios. Desigualdad entre segmentos y entre ángulos. Ángulos agudos y obtusos. Clasificación de los triángulos por sus ángulos.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Triángulos rectángulos, hipotenusa y catetos. Axioma de paralelismo. La relación de paralelismos es de equivalencia. Construcciones con regla y compás. Ángulos entre dos rectas paralelas cortadas por una secante. La suma de los ángulos interiores de un triángulo es un ángulo llano. En un triángulo, a mayor lado se opone mayor ángulo. Desigualdades triangular y poligonal. Criterios de congruencia de triángulos.

Cuadriláteros planos: paralelogramo, rectángulo, cuadrado, rombo, romboide y trapecio. Propiedades de simetría. Base media del triángulo y del trapecio. División de un segmento en  $n$  segmentos congruentes.

### **Clasificación de transformaciones rígidas. Axiomas de tipo V.**

Semirrectas igualmente orientadas. Vectores. Equipolencia de vectores. Traslación. Propiedades. Dos traslaciones son iguales, si y sólo si, los vectores de traslación son equipolentes. El grupo de las traslaciones. Suma de vectores. Composición de una traslación y una simetría axial. Reflexión deslizante. Propiedades.

Ángulo orientado. Ángulos igualmente orientados. Orientación del plano. Transformaciones rígidas positivas y negativas.

Rotación. Propiedades. Composición de simetrías axiales. Dos rotaciones son iguales, si y sólo si, los ángulos de rotación son congruentes. Suma de ángulos orientados de igual vértice. Composición de una rotación con una simetría axial.

La única transformación rígida positiva que lleva una semirrecta en otra no paralela es una rotación. Clasificación de las transformaciones rígidas. Toda transformación rígida es composición de a lo sumo tres simetrías axiales. Axiomas de Arquímedes y de completitud. Sistema de abscisas sobre una recta  $A$  asociado a un vector  $(o,u)$ .

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Geometría euclidea del plano. Walter Dal Lago. (Notas de curso - 2011)

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Curso de geometría métrica. Tomo I. Pedro Puig Adam. (1947)

- El Plano. Juan A. Tirao. Series: Matemática universitaria, 1979.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Para evaluar el desempeño de los alumnos se tomarán dos (2) exámenes parciales durante el dictado de la asignatura, y luego un examen final para su aprobación, que tiene una primera parte escrita y luego una parte oral.

En los parciales se pide resolver ejercicios del tipo de los que se plantearon en los prácticos, mientras que en el final hay una parte práctica, de características similares a los parciales, y una parte teórica. En esta última los alumnos deben demostrar algunos resultados expuestos en las clases teóricas.

### **REGULARIDAD**

Para regularizar se requiere la asistencia al 70% de las clases, tanto teóricas como prácticas, y aprobar los dos parciales o sus respectivos recuperatorios.

### **PROMOCIÓN**

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

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Geometría Diferencial	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria, optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática, Profesorado en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas (Lic. en Matemática) / 165 horas (Prof. en Matemática)

### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

La Geometría Diferencial es el estudio de la geometría usando las herramientas del Análisis Matemático. En esta asignatura se aprenderán los aspectos básicos de la teoría de curvas y superficies en  $R^3$ . Se definirán los conceptos de curvatura y torsión de una curva.

Se estudiarán las superficies regulares, analizando los ejemplos más usuales y sus propiedades características. Se introducirán los conceptos de curvatura, geodésicas, líneas de curvatura, isometrías.

Finalmente, se estudiarán algunos teoremas clásicos que demuestran que algunas propiedades de las superficies sólo dependen de la geometría intrínseca, es decir, no dependen de qué manera la superficie está incluida en el espacio ambiente  $R^3$ .

La meta de esta asignatura es que la/el estudiante llegue a manejar los conceptos y técnicas, de tal manera que le permitan resolver problemas relacionados. Asimismo se pretende fomentar el empleo de la intuición al trabajar con los conceptos del análisis y al mismo tiempo reconocer la necesidad de la precisión en el uso del lenguaje y del rigor para justificar las afirmaciones matemáticas.

Los temas de esta materia constituyen la puerta de entrada en una disciplina relacionada fuertemente con otras dentro de la matemática, y con aplicaciones a otras áreas, por ejemplo, física, química, y más recientemente, machine learning.

Se intenta que la/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 contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.

Las clases constarán de una parte teórica y una parte práctica:

**PARTE TEÓRICA:** Se desarrollará frente al pizarrón, donde se expondrán los contenidos de la materia. Se espera que las/los estudiantes analicen las demostraciones y los ejemplos de manera crítica y se establezca un diálogo docente-estudiante que permita una mejor comprensión de los temas.

**PARTE PRÁCTICA:** Las clases prácticas se organizan de manera de que las/los estudiantes resuelvan de manera independiente o grupal ejercicios prácticos, bajo la supervisión y acompañamiento del docente. También el docente interactúa con las/los estudiantes mediante exposiciones para la resolución de algunos problemas.

### **CONTENIDO**

#### **1- Curvas en el espacio**

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Curvas, longitud de arco, reparametrización por longitud de arco. Curvatura. Curvas en el espacio. El triedro de Frenet, curvatura y torsión. Fórmulas de Frenet. Curvatura signada de curvas planas. Transformaciones rígidas del plano y el espacio. Congruencia de curvas.

## 2- Superficies regulares

Definición de superficie regular, sistemas de coordenadas. Ejemplos: plano, cilindro, cono, esfera, superficies regladas y de revolución. Superficies definidas implícitamente como preimagen de un valor regular de una función diferenciable. Cambio de coordenadas. Funciones diferenciables entre superficies. Plano tangente, la diferencial de una función. Teorema de la función inversa en superficies.

## 3- Isometrías locales entre superficies

Área de regiones acotadas en una superficie; el ejemplo de la función de Arquímedes del cilindro a la esfera. Transformaciones entre superficies que preservan áreas. Longitud de curvas en una superficie. Isometrías locales entre superficies. Los coeficientes de la primera forma fundamental y su relación con las isometrías locales. La isometría local del helicoide al catenoide. Superficies regladas, curva guía de una superficie reglada.

## 4- Orientación de superficies

Superficies orientables. Las superficies de revolución son orientables. La cinta de Moebius no es orientable.

## 5- El operador de forma

El operador de forma; propiedades. Curvatura normal, curvaturas principales. Líneas de curvatura. Líneas asintóticas. Fórmula de Euler. Curvatura gaussiana y curvatura media. Clasificación de los puntos de una superficie según las curvaturas principales: puntos elípticos, hiperbólicos, parabólicos y planares. Puntos umbílicos. Caracterización de superficies con todos sus puntos umbílicos.

## 6- Geodésicas y transporte paralelo

Geodésicas. Geodésicas del plano, la esfera, el cilindro. Ecuación diferencial para las coordenadas de una geodésica. Existencia y unicidad de geodésicas. Las isometrías locales preservan geodésicas. Trayectorias de geodésicas de las superficies de revolución (Teorema de Clairaut). Campos vectoriales a lo largo de curvas. Transporte paralelo a lo largo de curvas. Teorema egregium de Gauss. Distancia entre dos puntos de una superficie conexa.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Barrett O'Neill, Elementos de geometría diferencial, Limusa, 1990.
- Manfredo do Carmo, Differential geometry of curves and surfaces, Prentice-Hall, 1976.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Alfred Gray, Modern differential geometry of curves and surfaces with MATHEMATICA, CRC 1998.
- Andrew Pressley, Elementary Differential Geometry, Springer-Verlag, 2001.
- Wolfgang Kühnel, Differential geometry : curves - surfaces - manifolds, Student Mathematical Library v. 16, American Mathematical Society, 2006
- Kristopher Tapp, Differential geometry of curves and surfaces, Undergraduate texts in mathematics, Springer, 2016

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Dos (2) evaluaciones parciales y dos (2) recuperatorios.
- El examen final constará de una evaluación escrita con contenidos prácticos y teóricos.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

---

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### **REGULARIDAD**

Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases prácticas y teóricas, y la aprobación de dos evaluaciones parciales con calificación mayor o igual a 4, o sus respectivos recuperatorios.

### **PROMOCIÓN**

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



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Gestión de Proyectos	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 80 Horas.

### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Las organizaciones de bienes y servicios, tanto públicas como privadas, implementan sus estrategias y generan valor a través de proyectos. Para lograr los resultados previstos, resulta fundamental comprender e implementar una buena gestión de dichos proyectos. En este curso se propone introducir los procesos recomendados por organismos internacionales líderes en dirección de proyectos; analizar las perspectivas mundiales sobre la administración de proyectos y los enfoques utilizados para obtener beneficios y valor de los resultados de estos; y otorgar herramientas a los futuros profesionales para mejorar la eficiencia en la participación y gestión integral de proyectos. Se busca que el alumno adquiera habilidades novedosas en la toma de decisiones y la aplicación de los conocimientos adquiridos en la carrera a los proyectos en los que se involucre, fortaleciendo así el perfil profesional del egresado de la carrera de la Licenciatura en Matemática Aplicada.

Durante el cursado se llevará a cabo el análisis de distintos casos de ejemplo, incluyendo algunos seminarios dictados por profesionales invitados, y se ejercitará la planificación de proyectos reales y el uso de herramientas matemáticas en este contexto. Se abordarán temas como: utilización de recursos, toma de decisiones, estructuración de sistemas presupuestarios para el proceso de gestión y control, evaluación de los riesgos del proyecto y formas de mitigar sus efectos. Y también cuestiones de recursos humanos y comunicación, que permitan optimizar la relación con el equipo del proyecto, así como identificar las características requeridas de capacitación y motivación del equipo de trabajo.

De esta forma, durante el curso el alumno podrá desarrollar su capacidad de gestión y adquirir herramientas (conocimientos, técnicas y software) para conformar y administrar proyectos en cualquier tipo de organización.

#### **Objetivos**

- Conocer la relevancia de la gestión de proyectos en una organización.
- Comprender el flujo de procesos que interactúan a lo largo del ciclo de vida del proyecto, así como sus entradas, salidas y las técnicas y herramientas necesarias para gestionarlos.
- Desarrollar habilidades para trabajar por proyectos y gestionarlos correctamente, aplicando los conocimientos adquiridos en la carrera.

### **CONTENIDO**

#### **Introducción a la administración de proyectos**

Proyectos, procesos, tareas, ciclo de vida del proyecto, administración de proyectos, stakeholders o interesados, planificación del proyecto, métodos de evaluación de proyectos, análisis económico-financiero, gestión de proyectos de innovación, marcos de referencia: PMI.

#### **Alcance del proyecto**

Objetivos y alcances del proyecto, procesos del alcance del proyecto, documentos claves de planeamiento de proyectos. Partición estructurada de tareas (WBS) y estimación. Técnicas para formular WBS.

#### **Gestión de tiempos**

Procesos de la gestión de tiempos, secuencia de actividades, estimación de recursos, ruta crítica, presupuestos de tiempo y esfuerzo, herramientas de agenda (calendarización).

### **Gestión de costos**

Procesos de la gestión de costos, estimación de costos, histograma de recursos, control presupuestario (técnica del valor ganado).

### **Gestión de recursos humanos**

Procesos de gestión de recursos humanos y organización del proyecto, roles de proyecto, plan de asignación de recursos, estructura del equipo de trabajo y distintas configuraciones, matriz de responsabilidades.

### **Gestión de riesgos**

Procesos de gestión de riesgos, identificación y análisis de riesgos, gestión de incertidumbre, planificación del riesgo, reportes de riesgo, diagramas de red (PERT, CPM) , técnicas de reducción de la duración del proyecto , estimación de reservas, control y monitoreo del riesgo, software para el análisis cuantitativo de riesgo.

### **Métodos ágiles**

Métodos y artefactos de la gestión de proyectos; cambio de paradigmas, filosofía y principios; introducción a ágil, Lean y el Método Kanban. Scrum.

### **Recursos tecnológicos en la gestión de proyectos**

Gestión de documentación y cadenas de suministros. Seguimiento de flujo de materiales en obras civiles mediante la aplicación de tecnologías RFID. Gestión de proyectos en empresas de desarrollo de software: startups y grandes empresas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Pablo Lledó, Gustavo Rivarola. Gestión de proyectos, 2007.

Project Management Institute. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Séptima edición, 2021.

Pablo Lledó. Profesional Ágil: Apuntes para la certificación PMI-ACP, 2020.

Adán López Miranda, Dolores Lanckenau Caballero. Administración de proyectos - La clave para la coordinación efectiva de actividades y recursos. Pearson Educación, 2017.

Harold Kerzner. Project management a systems approach to planning, scheduling, and controlling. Wiley, 2017.

Project Management Institute. Guía práctica de ágil. 2017.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

M. Dempsey, A. Brennan, A. Holzberger, J. McAvoy. A Review of the Most Significant Challenges Impacting Conventional Project Management Success. IEEE Engineering Management Review, vol. 50, no. 3, pp. 193-199, 1, 2022.

Adedeji B. Badiru. Project management: Systems, principles, and applications. CRC Press, 2019.

Adedeji B. Badiru, Tina Kovach. Statistical techniques for project control. CRC Press, 2012.

Hêriş Golpîra. Application of Mathematics and Optimization in Construction Project Management. Springer, 2021.

Torabi Yeganeh, Farnaz, Seyed Hessameddin Zegordi. A multi-objective optimization approach to project scheduling with resiliency criteria under uncertain activity duration. Annals of Operations Research 285, 2020, 161-196.

Dixit, Vijaya, Manoj Kumar Tiwari. Project portfolio selection and scheduling optimization based on risk measure: a conditional value at risk approach. Annals of Operations Research 285.1, 2020, 9-33.

Alwadi, Ali, Amjad Gawanmeh, Sazia Parvin, Jamal N. Al-Karaki. Smart solutions for RFID based inventory management systems: A survey. Scalable Computing: Practice and Experience 18.4, 2017, 347-360.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Elghamrawy, Tarek, and Frank Boukamp. Managing construction information using RFID-based semantic contexts. Automation in construction 19.8, 2010, 1056-1066.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación se realizará de manera continua. Habrá dos entregas de Trabajos Prácticos, con sus correspondientes recuperatorios.

Para aprobar la materia, los/as estudiantes deberán reportar los resultados en un informe o trabajo integrador individual o en parejas que incluirá el resumen de los conceptos teóricos empleados para la resolución de cada caso planteado, el procedimiento de análisis realizado, las herramientas utilizadas, los resultados obtenidos y el análisis de los mismos. Este reporte deberá presentarse con anterioridad a la fecha del examen final para ser defendido de manera oral.

### REGULARIDAD

Aprobar los dos Trabajos Prácticos, o sus instancias de recuperación.

### PROMOCIÓN

La materia no tiene régimen de promoción.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Ingeniería del Software I	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

La materia se organiza en clases teóricas, clases prácticas y actividades de laboratorio. En las clases teóricas se brindan los contenidos fundamentales de la asignatura. En las clases prácticas se ejercita sobre los temas cubiertos en la teoría, con especial énfasis en actividades de análisis y diseño orientado a objetos, especificación de requisitos y testing. Las clases de laboratorios se utilizan para llevar adelante un proyecto de desarrollo, de tamaño mediano, que es resuelto en grupos y en el cual los alumnos experimentan los problemas que surgen en el desarrollo de un sistema real, siguiendo todas las etapas que involucra el desarrollo de un proyecto real. Las clases teóricas son complementadas con charlas de temáticas variadas vinculadas a la ingeniería de software, brindadas por docentes de la asignatura e invitados de la industria local.

Lograr que el alumno sea capaz de:

Entender y aplicar actividades de análisis y especificación de requerimientos, diseño, codificación y testing de software.

Manejar elementos de planificación, especificación y documentación de proyectos usando el paradigma de OO en análisis y diseño de sistemas.

### **CONTENIDO**

#### **1 Introducción**

El dominio del problema.

El desafío de la Ingeniería del Software.

El enfoque de la Ingeniería del Software.

#### **2 El proceso del software**

Procesos. Modelo de procesos. Componentes. Enfoque ETVX.

Características deseadas del proceso del software: Predecible y repetible, Tolerante a cambios, Testeable y Mantenible.

Proceso de desarrollo del software, etapas fundamentales.

Modelos de procesos de desarrollo: Cascada, Prototipado, Iterativo.

Otros procesos del software: Administración del proyecto, Proceso de inspección, Administración de configuración, Administración de cambios, Administración del proceso (CMM).

#### **3 Análisis y especificación de los requerimientos del software**

Requerimientos del software, Necesidad de la especificación de requerimientos, Proceso de requerimientos.

Análisis del problema: Enfoque informal, Modelo de flujo de datos (DFD), Modelo orientado a objetos (UML), Prototipado.

Especificación de los requerimientos del software: Características, Componentes, Lenguajes de especificación, Estructura de un documento.

Especificación funcional con Casos de Uso: Conceptos, Estructura, Abstracción.

Validación.

Métricas: Tamaño, Calidad.

#### **4 Arquitectura del software**

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Rol de la arquitectura del software.

Vistas: Módulos, Componentes y conectores, Asignación de recursos.

Vista de Componentes y Conectores (C&C;): Estilos arquitectónicos para C&C;: Tubos y Filtros, Datos compartidos, Cliente-servidor, Publish-subscribe, Peer-to-peer, Procesos que se comunican. Patrones arquitectónicos: Monolito, Multi-tier, Web architecture - REST API, Microservices, Event driven.

Documentación del diseño arquitectónico.

Arquitectura en comparación con el diseño. Preservación de la integridad de una arquitectura.

Evaluación de las arquitecturas (método de análisis ATAM).

## 5 Planeamiento del proyecto de software

Planeamiento del proceso.

Estimación del esfuerzo: Incertidumbres, Construcción de los modelos (estimaciones top-down y bottom-up). El modelo COCOMO.

Planificación y recursos humanos: Planificación global y detallada, Estructura del equipo de trabajo.

Plan del Control de Calidad: Introducción y eliminación de errores, Enfoques, Plan.

Administración del Riesgo: Conceptos, Evaluación, Control.

Planeamiento del seguimiento del proyecto: Mediciones, Seguimiento observacional, Registro del seguimiento.

## 6 Diseño orientado a funciones

Niveles en el proceso de diseño.

Principios del diseño: Particionado y jerarquía, Abstracción, Modularidad. Estrategias top-down y bottom-up.

Acoplamiento y Cohesión.

Notación y especificación del diseño.

Metodología de diseño estructurado: Cuatro pasos elementales, Heurísticas de diseño, Análisis de transacción.

Verificación.

Métricas: de red, de estabilidad y de flujo de información.

## 7 Diseño orientado a objetos

Conceptos de la orientación a objetos: Clases, Objetos, Relación entre objetos, Herencia, Polimorfismo.

Conceptos de diseño: Acoplamiento, Cohesión, Principio abierto-errado. UML.

Una metodología de diseño: Modelado dinámico, Modelado funcional, Definición de clases y operaciones, Optimización.

ORM.

Métricas.

## 8 Diseño detallado

Lenguaje de diseño de procesos (PDL). Diseño lógico (del algoritmo). Modelo de estado de clases (Autómatas de estado nito). Refinamiento en abstracciones de datos e invariantes de representación.

Verificación: Recorrido del diseño, Revisión crítica (bajo proceso de inspección), Verificación de consistencia y Uso de técnicas formales.

Métricas: Complejidad Ciclomática, Vínculos de datos, Métricas de cohesión.

## 9 Codificación

Principios y pautas para la programación: Errores comunes, Programación estructurada, Ocultamiento de la información, Practicas de programación, Estándares de Codificación.

Proceso de Codificación: Incremental, Dirigido por test, Programación de a pares, Control del código fuente y construcción (build).

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Refactorización: Conceptos básicos, Malos olores, Refactorizaciones comunes.

Verificación: Inspección del código, Test de unidad, Análisis Estático, Métodos formales.

Métricas: Tamaño y Complejidad.

## 10 Testing

Conceptos fundamentales: Defecto y desperfecto (fault & failure), Oráculos, Casos de test y criterios de selección, Psicología del test.

Testing de caja negra: Particionado por clases de equivalencia, Análisis de valores límites, Grafo de causa-efecto, Testing de a pares, Casos especiales, Testing basado en estados (Maquinas de estado finitas).

Testing de caja blanca: Criterios basados en flujo de control, Criterios basados en flujo de datos, Testing por mutación, Generación de casos de tests y herramientas de soporte.

El proceso de testing: Niveles, Plan, Especificación de los casos de test, ejecución de los casos de test, Análisis, Registro de defectos y seguimiento.

Análisis y Prevención de los defectos.

Métricas. Estimación de la con habilidad.

## 11 Aspectos profesionales y sociales

Computación y sociedad.

Propiedad intelectual, licencia de software y contratos informáticos.

Aspectos legales.

Responsabilidad y ética profesional.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

El curso sigue fundamentalmente el libro: Pankaj Jalote. An Integrated Approach to Software Engineering, Third Edition. Springer. 2005. ISBN: 0-387-20881-X.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- F. Brooks. The Mythical Man Month. Addison-Wesley. 1995.
- R. Glass. The Relationship Between Theory and Practice in Software Engineering. Communications of the ACM, 39(11):1113. Nov. 1996.
- R. C. Martin. Clean Code, A Handbook of Agile Software Craftsmanship, 2008.
- Gamma, Helm, Johnson, Vlissides. Patrones de Diseño.
- IEEE. Estándares de la IEEE sobre la Ingeniería del Software.
- B. Meyer. Object-Oriented Software Construction (2nd Edition). Prentice Hall. 2000.
- D. Parnas. Software Engineering: An Unconsummated Marriage. Communications of the ACM, 40(9):128. Sep. 1997.
- Sun Microsystems. Java Code Convention. 1997.
- PEP 8 – Style Guide for Python Code. <https://peps.python.org/pep-0008/>
- R. Stallman et al. GNU coding standards. 2007.
- Martin Fowler. Microservices. <https://martinfowler.com/articles/microservices.html>

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Aprobar con una nota no menor a 4 (cuatro), correspondiente al 60%, al menos dos evaluaciones parciales o un parcial y el recuperatorio del otro.
- Dos trabajos prácticos.
- Un examen final.

### REGULARIDAD

- Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases prácticas, o de laboratorio.
- Aprobar con una nota no menor a 4 (cuatro), correspondiente al 60%, al menos dos evaluaciones parciales o un parcial y el recuperatorio del otro.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

---

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

- Aprobar el 60% de los trabajos prácticos y laboratorios.

### **PROMOCIÓN**

- Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
- Aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis) correspondiente al 73%, y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete) correspondiente al 80%.
- Aprobar los trabajos prácticos.
- Aprobar un coloquio.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Astrofísica	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 75 horas.

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La asignatura "Introducción a la Astrofísica" presenta al estudiante de Astronomía los conceptos básicos de la astrofísica tradicional, es decir, el estudio físico de los objetos celestes en base a su emisión térmica, principalmente en el rango energético del espectro visible. Dada la inaccesibilidad física de los objetos astronómicos, la radiación electromagnética proveniente de los mismos es el único vehículo de información disponible para el astrónomo, quien debe detectarla y analizarla como paso previo a la elaboración de la interpretación física del fenómeno observado. Esta es una característica distintiva de la ciencia astronómica. Por ello, "Introducción a la Astrofísica" es una asignatura de fundamental importancia para el futuro astrónomo. Si bien se pone énfasis en la astrofísica estelar en el rango óptico, muchos de los conceptos estudiados pueden extenderse a otras clases de objetos astronómicos y a la emisión en otras zonas del espectro electromagnético.

### CONTENIDO

#### Materia y radiación

La naturaleza de la luz. El espectro electromagnético. Radiación térmica. Equilibrio termodinámico. Cuerpo negro. Función de Planck. Ley de Stefan-Boltzmann. Aproximaciones de Wien y de Rayleigh-Jeans. Leyes de desplazamiento de Wien. Radiancia, luminosidad y temperatura efectiva.

#### Principios de fotometría astronómica

Definiciones básicas: flujo luminoso, intensidad de flujo, iluminación, intensidad específica, densidad de flujo, radiación isotrópica. Leyes de Lambert. Flujo total recibido en el telescopio. Magnitudes astronómicas. Ley de Pogson. Sistemas fotométricos. Índice de color. El sistema UBV. Índices B-V y U-B: diagramas color-magnitud y color-color. Reducción al sistema estándar UBV. Otros sistemas fotométricos. Magnitudes aparente y absoluta. Módulo de distancia. Absorción interestelar: extinción y enrojecimiento; extinción relativa, módulos de distancia aparente y verdadero. Flujo total medido; transmisión atmosférica e instrumental. Magnitud bolométrica. Corrección bolométrica. Magnitudes monocromática y heterocromática; longitud de onda equivalente.

#### Fundamentos de espectroscopía astronómica

Leyes de la radiación térmica y de la espectroscopía de Kirchhoff. Modelo atómico clásico de Rutherford-Bohr. Número cuántico principal. Transiciones radiativas y colisionales. Excitación e ionización de un átomo. Series espectrales del hidrógeno. Clasificación de Harvard de los tipos espectrales. Ley de equilibrio de excitación de Boltzmann. Ley de equilibrio de ionización de Saha. Diagrama de Hertzsprung y Russell. Clases de luminosidad. Clasificación de Yerkes (MKK). Corrimiento Doppler de las líneas espectrales. Perfil y ancho equivalente de una línea espectral. Metalicidad. Estrellas de Población I y II.

#### Determinación de parámetros estelares

Medición de distancias: métodos directos e indirectos. Paralajes. Estrellas pulsantes: relación periodo-luminosidad. Candelas y reglas estándar para distancias extragalácticas. Estimación de diámetros estelares. Determinación de masas estelares. Binarias visuales: elementos orbitales. Binarias espectroscópicas con uno y dos espectros observados. Curva de velocidades radiales. Función de masas. Binarias eclipsantes: curvas de luz, efectos que las modifican.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

**Estrellas y cúmulos estelares**

El Sol como estrella: determinación de sus parámetros astrofísicos. Apuntes de estructura y evolución estelar. Descripción de nuestra Galaxia. Cúmulos abiertos y globulares: diagramas color-magnitud, distancias, ubicación en la Galaxia, edades, metalicidades. Perfil de King.

**BIBLIOGRAFÍA****BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Aller, L. H. 1991, Atoms, Stars and Nebulae, Cambridge University Press  
Ambartsumian, V. A. 1966–1967, Astrofísica Teórica (2 vols.), EUDEBA  
Böhm-Vitense, E. 1992, Introduction to Stellar Astrophysics (3 vols.), Cambridge University Press  
Carroll, B. W. y Ostlie, D. A. 2007, An Introduction to Modern Astrophysics, 2nd. Ed., Addison-Wesley  
Claria, J. J. 2007, Astronomía General I: Astrofísica, Universidad Nacional de Córdoba  
Harwit, H. 1973, Astrophysical Concepts, John Wiley & Sons  
Swihart, T. L. 1968, Astrophysics and Stellar Astronomy, John Wiley & Sons  
Unsöld, A. 1969, The New Cosmos, Springer-Verlag  
Voigt, H. 1974, Outline of Astronomy (2 vols.), Noordhoff

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Binnendijk, L. 1960, Properties of Double Stars, Penn University Press  
Claria, J. J. 2007, Elementos de Fotometría Estelar, Universidad Nacional de Córdoba  
Herzberg, G. 1944, Atomic Spectra and Atomic Structure, Dover Publications  
Kaler, J. B. 2011, Stars and their Spectra, Cambridge University Press, 2nd Ed.  
Novotny, E. 1973, Introduction to Stellar Atmospheres and Interiors, Oxford University Press  
Padmanabhan, T. 2000, Theoretical Astrophysics (2 vols.), Cambridge University Press  
Sparke, L. S. y Gallagher III, J. S. 2014, Galaxies in the Universe, Cambridge University Press, 2nd Ed., 8va impresión

**EVALUACIÓN****FORMAS DE EVALUACIÓN**

Dos evaluaciones parciales durante el cuatrimestre. Examen final escrito y 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-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Lógica y la Computación	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria, optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Profesorado en Matemática, Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas (Lic. en Ciencias de la Computación) / 165 horas (Prof. en Matemática)

<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Lógica y la Computación	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 60 Horas.

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Fundamentación:

Se han definido para esta materia tres grandes ejes de contenidos teóricos que contribuirán a lograr los objetivos propuestos.

El primer eje trata de estructuras ordenadas, que constituyen la base para la definición de modelos matemáticos, tanto de los lenguajes de programación como de las lógicas que se utilizan para razonar sobre los programas.

El segundo eje aborda la lógica proposicional a través de una presentación diferente a la ofrecida en materias anteriores, que no pone énfasis en el cálculo, sino en el concepto de demostración. Este abordaje establece las bases para conectar la lógica con otras áreas fundamentales de las Ciencias de la Computación, como el cálculo lambda (a través del isomorfismo de Curry-Howard), y la inteligencia artificial.

Por último, el tercer eje trata sobre mecanismos de computación y formas de definición de lenguajes formales, con aplicaciones directas en el desarrollo de los lenguajes de programación, por ejemplo mediante las técnicas de parsing.

#### OBJETIVOS

En esta materia se abordan contenidos que constituyen algunos de los pilares teóricos de las Ciencias de la Computación. El objetivo general es proveer un marco teórico que tenga aplicaciones tanto en la práctica profesional como en la investigación científica.

Entre los objetivos específicos se espera que las y los estudiantes adquieran destrezas relativas a:

- 1) La aplicación de los diversos algoritmos que involucran estructuras matemáticas surgidas de las teorías del orden, de los autómatas y lenguajes formales y de la lógica.
- 2) Manejo de los conceptos de inducción y recursión estructural.
- 3) Desarrollo de demostraciones matemáticas y formales involucrando los conceptos de la materia.

### CONTENIDO

#### 1. Relaciones y orden

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Noción de Relación y propiedades. Relaciones de Equivalencia y Particiones. Órdenes Parciales. Conjuntos Parcialmente Ordenados ("posets"). Máximos, mínimos, elementos maximales y minimales, ínfimos y supremos. Diagramas de Hasse. Isomorfismo de posets y sus propiedades.

## 2. Reticulados y Álgebras de Boole

Posets reticulados. Versión algebraica: retículos. Equivalencia de dichas definiciones. Isomorfismo de retículos. Equivalencia con isomorfismo de posets. Pruebas de desigualdades en reticulados. Reticulados acotados y complementos. Reticulados distributivos. Álgebras de Boole y sus propiedades. Teoremas de Representación. Representación de las álgebras de Boole finitas como álgebras de conjuntos. Teorema de Birkhoff de Representación de reticulados distributivos finitos. Caracterizaciones de la distributividad en reticulados.

## 3. Cálculo Proposicional: Sintaxis y Semántica

La sintaxis de las proposiciones (PROP). Definición inductiva de PROP como un conjunto de cadenas. La inducción estructural; recursión sobre PROP. Noción de verdad: Asignaciones y valuaciones. Tautologías y la relación de consecuencia. Lema de coincidencia y tablas de verdad.

## 4. Cálculo Proposicional: Deducción Natural

Noción de demostración: el sistema de deducción natural de Gentzen-Pravitz. Caso intuicionista y clásico: la reducción al absurdo. Inducción estructural en derivaciones. Conjuntos consistentes, maximales. Teoremas de Corrección y Completitud del cálculo proposicional. Álgebra de Lindenbaum.

## 5. Autómatas Finitos y Lenguajes Regulares

Alfabetos, Cadenas y Lenguajes. Codificación de problemas con lenguajes. Autómatas finitos deterministas (DFA). Trazas. Lenguajes regulares como los aceptados por un DFA. Autómatas no deterministas (NFA) y con movimientos silenciosos ( $\epsilon$ -NFA). Determinización de  $\epsilon$ -NFAs. Expresiones regulares y propiedades de clausura de los lenguajes regulares. Teorema de Kleene. Lema de bombeo ("Pumping") como método para ver no regularidad.

## 6. Gramáticas

Gramáticas Libre de Contextos (CFG). Derivación. Lenguajes Libres de Contexto. Gramáticas Regulares; equivalencia con lenguajes regulares. Ejemplo de autómata a pila. Lenguajes contextuales (CSL). Introducción a la computabilidad y la Jerarquía de Chomsky.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Apunte de Cátedra: "Lenguajes y Autómatas", Alejandro Tiraboschi y colaboradores, 2009.

Apunte de Cátedra: "Lógica Proposicional", Pedro Sánchez Terraf, 2004. Edición 2022.

Apunte de Cátedra: "Reticulados y Álgebras de Boole", Alejandro Tiraboschi y Héctor Gramaglia, 2020.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

B. Davey, H. Priestley, "Introduction to Lattices and Order", Cambridge University Press, 1997.

Jeffrey Ullman; John Hopcroft; Rajeev Motwani. "Introducción a la teoría de autómatas, lenguajes y computación". Pearsons, 2008.

D. Van Dalen, "Logic and Structure". Springer, 1997.

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

---

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Se tomarán 3 (tres) exámenes parciales, pudiendo recuperarse uno de los dos primeros. Las evaluaciones parciales serán sobre contenidos teórico-prácticos.

El examen final de la materia será escrito.

### **REGULARIDAD**

Aprobar las dos primeras evaluaciones parciales, o una de ellas y el recuperatorio de la otra.

### **PROMOCIÓN**

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



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMA F**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMA F

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Probabilidad y Estadística	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a Probabilidad y Estadística	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Profesorado en Matemática, Profesorado en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 135 horas (Prof. en Física) / 165 horas (Prof. en Matemática)

<b>ASIGNATURA:</b> Probabilidad y Estadística	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 Horas.

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El propósito del curso es proporcionar una base sólida, a nivel universitario, de la teoría de Probabilidad y Estadística, destacando su importancia en la resolución de problemas de diversas disciplinas.

Se espera que el alumno, al finalizar el curso, esté preparado para poder: calcular probabilidades en diferentes situaciones (Probabilidad), describir el comportamiento de conjunto de datos (Estadística descriptiva) y tomar decisiones sobre posibles hipótesis planteadas (Inferencia Estadística), para la población en estudio.

En este curso se darán las herramientas básicas de la Inferencia Estadística. Se espera que el alumno sea crítico al momento de la interpretación de resultados estadísticos para documentos publicados.

También pretendemos que los alumnos puedan interpretar salidas del software estadístico Python para las situaciones consideradas en el curso.

#### CONTENIDO

##### 1 Probabilidad

Modelos matemáticos; modelos determinísticos y aleatorios. Elementos de un modelo aleatorio o probabilístico: espacio muestral, Familia de eventos, función de probabilidad. Propiedades. Probabilidad de unión de eventos. Espacios finitos equiprobables. Probabilidad condicional. Propiedades. Fórmula multiplicativa, fórmula de la probabilidad total, teorema de Bayes. Independencia de eventos. Esquema de extracción sin reposición.

##### 2 Variables aleatorias continuas.

Definición de variable aleatoria continua. Función densidad de probabilidad. Función de distribución acumulada. Percentil de una v.a. con densidad f. Valor esperado o valor medio de una v.a. continua. Valor esperado de funciones de v. a. discretas. Varianza y desviación estándar.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Ejemplos de distribuciones de v.a. continuas. Distribución uniforme y normal. Media y varianza. Distribución normal estándar. Uso de tablas normales. Cálculo de percentiles de una distribución normal en términos de la distribución normal estándar. Distribución Gamma. Casos particulares: Distribución Exponencial y Distribución Chi-cuadrado. Distribución lognormal. Distribución de Weibull. Media y varianza de todas las variables mencionadas.

### 3 Distribución de probabilidad conjunta

Distribución de probabilidad conjunta. Función de probabilidad de masa conjunta de dos v.a. discretas. Caso continuo: Función de densidad de probabilidad conjunta. Funciones de densidad de probabilidad marginales. Variables aleatorias independientes. Caracterización en términos de la factorización de la Función de densidad de probabilidad conjunta o de la función de probabilidad de masa conjunta. Cálculo de esperanza usando distribución de probabilidad conjunta. Covarianza. Coeficiente de correlación. Propiedades.

### 4 Distribución de muestreo y estimación puntual

Estadísticos. Muestra aleatoria. Media muestral. Distribución en el caso normal. Enunciado del Teorema Central del Límite. Ejemplos. Aproximación normal a la binomial. Esperanza, varianza y covarianza de combinaciones lineales de v.a. Caso de muestra aleatoria de una distribución normal. Estimación puntual. Parámetros de una población o distribución. Estimadores insesgados. Error estándar estimado. Métodos de estimación puntual: Método de los Momentos y Método de Máxima Verosimilitud (EMV). Propiedad de Invarianza para el EMV.

### 5 Intervalos de confianza basados en una sola muestra.

Intervalos de confianza. Nivel de confianza. Intervalo de confianza para la media de una distribución normal con varianza conocida. Longitud del intervalo de confianza. Intervalo de confianza con muestras grandes para la media poblacional y proporción poblacional. Selección del tamaño muestral para lograr una longitud especificada. Intervalo de confianza para la media de una distribución normal con varianza desconocida. Distribución t de Student con n grados de libertad. Uso de tablas de la distribución t de Student para el cálculo de probabilidades. Intervalo de confianza para la diferencia de medias basado en datos apareados, cuya diferencia tiene una distribución normal con varianza desconocida. Uso de tablas de la distribución chi cuadrado con v grados de libertad. Intervalo de confianza para la varianza de la distribución normal.

### 6 Pruebas o tests de hipótesis.

Pruebas o tests de hipótesis. Elementos de un test de hipótesis: hipótesis nula y alternativa, estadístico de prueba, región de rechazo. Error Tipo I y II. Nivel y potencia del test. Tests unilaterales y bilaterales. Pruebas para la media para una m. a. con distribución normal y varianza conocida. Función de potencia. Determinación de tamaño muestral para conseguir una potencia prefijada en una alternativa fija. Tests de nivel aproximado para muestras grandes. Tests para la media para una m.a. con distribución normal con varianza desconocida. Test de hipótesis para la diferencia de medias basado en datos apareados, cuya diferencia tiene una distribución normal con varianza desconocida.

Tests para la varianza para una m.a. con distribución normal. Tests de muestras grandes para proporción desconocida. P-valor. Relación entre tests bilaterales e intervalos de confianza.

### 7 Variables aleatorias discretas

Variable aleatoria (v.a.): definición. Variable aleatoria discreta. Distribución de probabilidad o función de probabilidad de masa. Función de distribución acumulada de una variable aleatoria. Propiedades. Esperanza, valor esperado o media de una v.a. discreta. Valor esperado de funciones de variable aleatoria discreta. Varianza y desviación estándar. Propiedades de varianza. Ejemplos de v.a. discretas: distribución de probabilidad binomial, media y varianza. Distribución de Poisson. Aproximación binomial a la distribución de Poisson. Media y varianza de la distribución de Poisson. Distribución hipergeométrica. Esperanza y varianza de la distribución

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

hipergeométrica. Aproximación binomial a la hipergeométrica. Distribución binomial negativa. Esperanza y varianza.

### **8 Elementos de estadística descriptiva**

Recopilación de datos. Organización de la información. Presentación y tabulación. Análisis de resultados.

Modelos matemáticos; modelos determinísticos y aleatorios. Población y muestra. Estadística descriptiva de conjuntos numéricos de datos. Métodos gráficos y tabulares para resumir y describir. Histogramas. Distribución de frecuencia de la muestra. Formas cualitativas de histogramas. Medidas de posición: media muestral, mediana muestral y cuartiles. Medidas de variabilidad: desviación estándar, distancia intercuartílica. Box-plot. El coeficiente de variación. Gráficos multivariados para datos tabulares.

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Notas de curso Elementos de Probabilidad y Estadística. Dra Ana Georgina Flesia. 2024
- Devore, Jay. Probabilidad y Estadística para ingeniería ciencias. Cengage Learning, novena edición (2015).

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Hoel, Paul; Port, Sidney and Stone, Charles. Introduction to Probability Theory. Houghton Mifflin College, Boston, 1971.

Ross, Sheldon. Introducción a la Estadística. Editorial Revertè, 2007.

Wackerly, Dennis; Mendenhall, William y Scheaffer, Richard. Estadística Matemática con Aplicaciones. Cengage Learning, séptima edición (2010).

Walpole; Myers y Myers. Probabilidad y Estadística para ingeniería ciencias. Pearson educación, novena edición (2012).

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Deberán entregar todos los Trabajos Prácticos derivados de la ejercitación general. Tendrán dos instancias de evaluación parcial en el aula.

#### **REGULARIDAD**

1. Aprobar con 4 (cuatro) al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.
2. Aprobar el 60% de los Trabajos Prácticos.

#### **PROMOCIÓN**

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



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Laboratorios de Termodinámica y Electromagnetismo	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 75 horas.

### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

En la formación de astrónomos, es esencial no solo el conocimiento teórico sino también la experiencia práctica que les permita desarrollar habilidades experimentales. Una materia experimental centrada en los fundamentos de electromagnetismo y termodinámica proporcionará a los estudiantes una comprensión más profunda y aplicada de estos conceptos fundamentales. Los experimentos en estas áreas permiten a los estudiantes observar directamente los fenómenos físicos, desarrollar habilidades en la recopilación y análisis de datos, y aplicar teorías abstractas a situaciones concretas.

**Electromagnetismo y circuitos eléctricos:** Los fenómenos electromagnéticos son esenciales para la astronomía, ya que la mayor parte de la información sobre el universo se obtiene a través de la observación de la radiación electromagnética. Experimentos en esta área pueden incluir la medición de campos eléctricos y magnéticos, la observación de ondas electromagnéticas, y la aplicación de las leyes de Maxwell. Estos experimentos ayudan a los estudiantes a entender cómo se propaga la luz, cómo interactúan los campos electromagnéticos con la materia y cómo se pueden detectar y analizar las señales electromagnéticas provenientes del espacio. También en la astronomía observacional, los datos recogidos de telescopios y otros instrumentos suelen contener ruido y variaciones indeseadas. Los circuitos eléctricos se utilizan en el procesamiento de estas señales, ayudando a suavizar y limpiar los datos para un análisis más preciso.

**Termodinámica:** La termodinámica es fundamental para comprender la estructura y evolución de los cuerpos celestes. Los experimentos en termodinámica permiten a los estudiantes explorar conceptos como la transferencia de calor, el comportamiento de los gases, la radiación térmica y los principios de la termodinámica. Estos experimentos proporcionan una base para entender procesos astrofísicos como la formación estelar, la evolución de las estrellas, y la dinámica de los gases interestelares.

Los objetivos de esta materia son:

1) Desarrollar habilidades experimentales en electromagnetismo:

- Realizar mediciones precisas de campos eléctricos y magnéticos.
- Observar y analizar ondas electromagnéticas en diferentes condiciones.
- Utilizar circuitos eléctricos.

2) Comprender y aplicar los principios de la termodinámica experimentalmente:

- Estudiar la transferencia de calor en diferentes materiales y condiciones.
- Medir y analizar el comportamiento de gases ideales y reales.
- Observar y caracterizar la radiación térmica y su relación con la temperatura.

3) Integrar conocimientos teóricos y prácticos:

- Aplicar teorías de electromagnetismo y termodinámica a situaciones experimentales.
- Interpretar resultados experimentales en el contexto de modelos teóricos.
- Desarrollar habilidades en el diseño y ejecución de experimentos científicos.

4) Fomentar la capacidad de análisis y resolución de problemas:

- Desarrollar habilidades en la recopilación y análisis de datos experimentales.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

- Utilizar herramientas matemáticas y computacionales para el análisis de resultados.
- Promover el pensamiento crítico en la interpretación de datos y la identificación de errores experimentales.

5) Preparar a los estudiantes para la investigación científica:

- Desarrollar habilidades en la redacción de informes científicos claros y precisos.
- Fomentar la colaboración en equipos de trabajo para la realización de experimentos.
- Preparar a los estudiantes para llevar a cabo investigaciones independientes en el futuro.

## CONTENIDO

### Parte teórica

Parte I: Normas de seguridad de Laboratorio. Normas generales de seguridad en laboratorios y talleres. Conceptos básicos. Medidas generales de prevención. Medidas de seguridad y riesgos específicos en experimentos típicos que se realizan en el curso de Física Experimental II. Hojas de seguridad, interpretación.

Parte II: Tratamiento estadístico de datos experimentales para pocos puntos. Distribución t-student. Propiedades. Intervalo de confianza basados en una población con distribución normal pero con muestras pequeñas. Comparación de valores determinados experimentalmente para muestras pequeñas. Inferencias en relación con dos varianzas poblacionales. Distribución F. Propiedades.

Parte III: Intervalo de confianza para magnitudes que dependen de varias variables. Variables dependientes o correlacionadas. Cálculo de incertidumbres para magnitudes que dependen de variables correlacionadas. Covarianza. Correlación. Grado de libertad efectivo. La fórmula de Welch-Satterthwaite. Intervalo de cobertura. Evaluación de incertidumbres combinadas de acuerdo a la Guía GUM. Incertidumbres expandidas.

Parte IV: Distribución binomial y de Poisson. Distribución binomial. Propiedades. Aproximación Gaussiana a la distribución binomial. Distribución de Poisson. Propiedades. Aproximación Gaussiana a la distribución de Poisson.

Parte V: Ajuste por el método de cuadrados mínimos de un polinomio. Ecuaciones matriciales. Evaluación de las incertidumbres de los parámetros.

### Parte experimental

Laboratorio 1: Conducción térmica.

Objetivos específicos:

Estudiar la conducción del calor en un sólido

Objetivos generales:

Se medirá en este laboratorio la conducción de calor por una barra metálica y se observará un estado estacionario de temperatura en la misma. Se usaran termistores y un software específico para determinar la evolución de las temperaturas.

Laboratorio 2: Termómetro de gas:

Objetivos específicos:

Se estudiará el comportamiento del aire ante cambios de temperatura.

Objetivos generales:

Se estudiará la expansión de los gases y la validez de la ecuación de los gases. Se relacionará de esta manera la presión de un gas con su temperatura. Se obtendrá naturalmente la escala absoluta de temperatura. Se usaran termistores y un software específico para determinar la evolución de las temperaturas.

Laboratorio 3: cv/cp.

Objetivos específicos:

Se estudiarán transformaciones termodinámicas en un volumen de gas confinado.

Objetivos generales:

Se estudiarán transformaciones isocoras e isotérmicas en aire confinado. Se medirá el cociente entre el calor específico de un gas a volumen y presión constante respectivamente.

Laboratorio 4: Calor Latente de nitrógeno.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Objetivo específico:

Se medirá el calor de vaporización

Objetivo general:

En este laboratorio se medirá el calor latente de vaporización del nitrógeno. También con el mismo dispositivo experimental podremos determinar el equivalente calórico de la energía mecánica.

Laboratorio 5: circuito RC y RL .

Objetivo específico:

Respuesta transitoria en circuitos RC y RL.

Objetivos generales:

Medición de tiempos característicos. Uso de osciloscopio y generador de ondas.

Laboratorio 6: Bobina de Helmholtz.

Objetivo específico:

Campo magnético generado por corrientes.

Objetivo general:

Medición del campo magnético longitudinal generado por bobinas de Helmholtz

Laboratorio 7: Polarización de la luz.

Objetivo específico:

Poder rotatorio de la polarización de la luz de una sustancia.

Objetivo general:

Se determinará el cambio en el ángulo de polarización que sufre la luz al atravesar una solución de agua azucarada.

Laboratorio 8: Velocidad de la luz.

Objetivo específico:

Se determinará la velocidad de la luz

Objetivo general:

Estudiar la propagación de la luz y determinar su velocidad en el aire y en el agua.

Laboratorio 9: Radiación de cuerpo negro.

Objetivo específico:

Estudiar la radiación de un cuerpo negro.

Objetivo general:

Se estudiaría como decae la energía emitida con la distancia y como varia la misma con la temperatura en un cuerpo negro.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Bibliografía básica

John R. Taylor, "An Introduction to error analysis, the study of uncertainties in physical measurements", 2nd ed., University Science Book, 1997. - Philip Bevington and D. Robinson,

"Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences", 3rd ed., Mc. Graw Hill 2003.

Les Kirkup and Bob Frenkel, "An Introduction to Uncertainty in Measurement", Cambridge University Press, 2006.

- Fenómenos Eléctricos y Magnéticos. R. Bürgesser, G. Farrher, E. Anardo, 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).

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

#### Bibliografía específica:

Salvador Gil y Eduardo Rodríguez, "Física re-Creativa", Pearson Education S.A., 2001. - JCGM 100: 2008. "Evaluation of measurement data—guide for the expression of uncertainty in measurement (GUM)", 1st. ed., 2008.

Barry Taylor and Chris Kuyatt. "NIST technical note 1297." Guidelines for evaluating and expressing the uncertainty of NIST measurement results", 1994 ed. NIST, 1994.

Dennis Wackerly, William Mendenhall and Richard Scheaffer. "Estadística matemática con aplicaciones". Sexta Ed. International Thomson 2002, México.

Jay Devore. "Probabilidad y estadística para ingenierías y ciencias", Quinta Ed. International Thomson 2001, México.

J.V. Nicholas y D.R. White, "Traceable Temperatures", 2nd. ed., John Wiley & Sons, 2005

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación considerará el desempeño de los estudiantes durante la ejecución de cada uno de los prácticos de laboratorio (PL), el cuaderno de laboratorio y el informe de laboratorio, evaluando particularmente la aptitud de trabajo en forma individual e independiente.

Conforme la Modificación del Plan de Estudios de la Lic. en Astronomía (RHCD-2021-175-E-UNC-DECFAMAF), el curso se aprueba exclusivamente por promoción.

#### PROMOCIÓN

Condiciones para aprobar la materia conforme al plan de estudio vigente:

- Asistencia: 80% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas.
- Exámenes parciales: Aprobar dos (2) exámenes parciales con calificación mayor o igual a cuatro (4), con opción a recuperar uno.
- Trabajos de Laboratorio: Aprobar todos los PL con calificación mayor o igual a cuatro (4), con opción a recuperar uno.
- Asistencia al 100% de los seminarios.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Lógica	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Lógica	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Lógica	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas.

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Lograr que el alumno maneje con madurez conceptos básicos de la lógica de primer orden. Estos conceptos le permitirán acceder a ideas y habilidades fundamentales para el desempeño de en las ciencias de la computación teórica.

#### Metodología de trabajo

Clases teóricas de aproximadamente dos horas, en las cuales se cubren los contenidos teóricos de la materia y clases prácticas de dos horas en las cuales se asiste al alumno en la resolución de los ejercicios con la finalidad de que se afirmen y esclarezcan los conceptos introducidos en la teoría.

#### CONTENIDO

##### Capítulo 1

Conjuntos parcialmente ordenados. Diagramas de Hasse. Elementos maximales, máximos y supremos. Homomorfismos de posets. Reticulados. Equivalencia de la definición geométrica y la algebraica. Subreticulados. Homomorfismos de reticulados. Congruencias de reticulados. Relación entre congruencias y homomorfismos. Reticulados acotados. Subreticulados acotados. Homomorfismos y congruencias de reticulados acotados. Reticulados complementados. Subreticulados complementados. Homomorfismos y congruencias de reticulados complementados. El teorema del filtro primo. Lema de Rasiova y Sikorski.

##### Capítulo 2

Tipos de primer orden. Términos. Unicidad de la lectura de términos. Fórmulas. Unicidad de la lectura. Variables libres y acotadas. Reemplazos.

##### Capítulo 3

Estructuras de tipo T. Valor de un término para una asignación en una estructura. Valor de verdad de una fórmula para una asignación en una estructura (Tarski). Substitución. Sentencias universalmente válidas. Equivalencia de fórmulas.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

**Capítulo 4**

Tipos algebraicos. Algebras. Subuniversos y subalgebras. Producto directo de dos álgebras. Homomorfismos. Congruencias. Teorema del isomorfismo. El álgebra de términos. Identidades y el teorema de Completitud de la lógica ecuacional (Birkhoff).

**Capítulo 5**

Teorías de primer orden. Modelos. Concepto de prueba formal. Teorema de corrección. Consistencia. El álgebra de Lindembaum de una teoría. Teorema de completitud de Godel. Teorema de compacidad. Aplicaciones.

**Capítulo 6**

La aritmética de Peano. Algunos teoremas básicos. Inducción completa. El modelo estandar. Existencia de modelos no estandar. Análisis de recursividad del lenguaje de primer orden: los teoremas forman un conjunto recursivamente enumerable. Funciones representables. La función  $\beta$  de Godel. Toda función primitiva recursiva es representable. Teorema de incompletitud de Godel.

**BIBLIOGRAFÍA****BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

\* Apunte de Lógica, por Diego Vaggione. 2024.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

\* Bell and Machover. A course in mathematical logic. North-Holland. 1986.

\* Ebbinghaus, Flum and Thomas, Mathematical Logic. UTM. Second Edition. Springer-Verlag. 1994.

**EVALUACIÓN****FORMAS DE 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 dos de tres evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

**PROMOCIÓN**

No se contempla régimen de promoción.

**CORRELATIVIDADES**

Optativa Licenciatura en Matemática Aplicada: (aprobadas)

Algoritmos y Estructuras de Datos

Matemática Discreta I

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Matemática Financiera	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Profesorado en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 165 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Matemática Financiera	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 Horas.

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Las finanzas cuantitativas constituyen, desde hace varias décadas, un área particular de estudio dentro de la matemática. Esta nueva disciplina surge de la necesidad de encontrar modelos matemáticos que permitan describir el comportamiento aleatorio de activos financieros y, en particular, valorar los llamados productos derivados. En este curso se presentan los conceptos matemáticos fundamentales que se aplican a la teoría de arbitraje para la valoración de derivados financieros.

Un modelo simple pero con amplias propiedades es el llamado Modelo binomial para valoración de derivados. En esta teoría se simula la dinámica de precios de un activo a través de un proceso estocástico discreto, y se valora la prima de un derivado utilizando propiedades de martingala en una medida de probabilidad particular. Una ventaja de este modelo es la propiedad de ser completo y sin arbitraje, y por ello todo derivado puede ser valuado con un precio único libre de arbitraje. Otra propiedad es su similitud con el modelo continuo para valoración de derivados utilizado por Black y Scholes para el cálculo de la prima de una opción call, y que mereció un premio Nobel de Economía en 1997. También se incluye en este curso una introducción a modelos sobre activos de renta fija: los bonos. En particular el concepto de tasas forward y las curvas de tasas asociadas, algunos modelos paramétricos simples y los principales derivados financieros sobre tasas de interés.

A lo largo del curso se introducirá la terminología financiera que será utilizada, tales como activos, derivados, arbitraje, payoff, y su correspondencia con conceptos matemáticos presentes en el modelo: procesos estocásticos, variables aleatorias, cambios de medida, martingalas, entre otros.

Son objetivos de este curso lograr que el estudiante:

- domine los conceptos básicos del cálculo financiero en un ambiente de certidumbre,
- reconozca e incorpore el concepto del "valor temporal del dinero", como fundamental para la valoración de instrumentos financieros,
- se familiarice con los conceptos básicos del mercado financiero en un ambiente de incertidumbre,
- sea capaz de aplicar modelos matemáticos discretos para la simulación y valoración de algunos derivados financieros,
- reconozca la existencia de otros modelos matemáticos que incorporan procesos estocásticos continuos y conceptos matemáticos más complejos.

### CONTENIDO

#### **Unidad I: El interés.**

Concepto de interés. El valor temporal del dinero.

Elementos de una operación financiera de préstamo: capital inicial y final, tiempo, interés, tasa de

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

interés, unidad de tiempo. Sistemas de capitalización simple y compuesto.  
Tasa de interés nominal (TNA). Tasa de interés efectiva (TEA).

### **Unidad II: Mercado financiero.**

Tipos de mercado: bursátil y extrabursátil (OTC). Productos financieros: acciones, bonos, commodities, monedas, fondos de inversión. Índices. Derivados financieros: contratos futuros, opciones, contratos forward. Mercado de futuros: cotización y márgenes. Tipos de opciones. Prima y payoff de un derivado. Diagramas de payoff y de ganancia. Cobertura, arbitraje y especulación.

### **Unidad III: Principios para la valoración de derivados.**

Tasa libre de riesgo. El principio de no arbitraje. Concepto de valoración de un derivado financiero. Replicación de portfolios. Determinación del precio forward. Paridad put - call en opciones europeas. Concepto de mercado completo.

### **Unidad IV: Modelos discretos para la valoración de opciones.**

Definición de proceso estocástico. El modelo binomial para la representación de dinámica de activos. Probabilidad neutral al riesgo.

Valoración de derivados europeos: Modelo binomial de un paso. Modelo binomial multiperiodico. Valoración de derivados europeos, del tipo vainilla y exóticos. Esperanza condicional, martingalas y numerarios.

Valoración de derivados americanos. Stopping times. Método de valoración. Replicación de un derivado americano.

Modelo trinomial: medidas de martingala. Mercados no completos.

### **Unidad V: Modelos continuos para la valoración de opciones.**

El modelo de Black-Scholes. Movimiento browniano. Tendencia y volatilidad. La cuenta de moneda en el modelo continuo. El movimiento geométrico browniano como límite del modelo binomial. Derivación de la fórmula de Black Scholes. Volatilidad implícita. Las greeks. Aplicación del método de Montecarlo para valoración de opciones.

### **Unidad VI: Instrumentos de renta fija.**

Bonos. Tipos de bonos. Rendimiento. Tasas cupón cero. Tasas implícitas o tasas forward. Derivados sobre tasas de interés: Tasas Libor y tasas Sofr. FRA. Swap. Opciones sobre tasas de interés: cap, caplet, floor, floorlet, swaption. Introducción al modelado discreto de tasas de interés. Valoración de derivados sobre tasas de interés.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Notas de clase: Modelos matemáticos en finanzas cuantitativas. Kisbye, Patricia (2023). Disponibles en el aula virtual.
- Hull, John C., Introducción a los Mercados Futuros y Opciones. Sexta Edición. Prentice Hall (2009)
- Roman, Steven. Introduction to the Mathematic of Finance. Springer (2010).
- Shreve, Steven E. Stochastic Calculus for Finance I. The binomial asset pricing model. Springer. (2003).
- Hilpisch, Yves, Derivatives Analytics with Python. John Wiley & Sons Ltd. (2015)

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Ross, Sheldon. An Elementary Introduction to Mathematical Finance. Cambridge University Press. (2011)
- Baxter, M; Rennie, A; Financial Calculus: An Introduction to Derivative Pricing. Cambridge University Press. (1996)

## **EVALUACIÓN**

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

- Dos evaluaciones parciales, con sus correspondientes recuperatorios.
- Un trabajo práctico especial, de carácter individual o de a dos, con un plazo de entrega de dos semanas.
- El examen final podrá tener preguntas de teoría y ejercicios de práctica, y podrá tener instancias escrita y oral. Será requisito tener el trabajo práctico especial aprobado.

### **REGULARIDAD**

Se deberá:

- Aprobar ambas evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios, y
- Aprobar el Trabajo Práctico especial.

### **PROMOCIÓN**

Se deberá:

- Aprobar ambas evaluaciones parciales con nota mínima 6 (seis) y promedio 7 (siete).
- Aprobar el Trabajo Práctico especial.

Sólo se podrá recuperar una de las evaluaciones parciales para acceder a la promoción, y sólo en el caso de que la calificación obtenida haya sido inferior a 6 (seis). En tal caso se considerará la nota del recuperatorio como calificación obtenida en dicho parcial.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Mecánica	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 1° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La materia pretende familiarizar al estudiante con los conceptos, desarrollos y formalismo matemático de la dinámica clásica posteriores a la formulación newtoniana, hasta el nivel introductorio de la teoría y práctica actual en el área.

En el transcurso del curso se espera proveer al estudiante de los recursos conceptuales y operativos indispensables para formular problemas físicos en el área de la dinámica clásica y resolverlos utilizando sus herramientas específicas, con un adecuado nivel de capacidad tanto teórica como práctica.

### CONTENIDO

#### Unidad 1. Dinámica newtoniana:

Masas puntuales: momento lineal y angular, energía y trabajo. Centro de masa. Potencial de pares y fuerzas conservativas. Inconsistencia con las interacciones electromagnéticas y delimitación del campo de la dinámica clásica.

#### Unidad 2. Formulación Lagrangiana I:

Vínculos holónomos, coordenadas generalizadas, desplazamientos virtuales. Principio de los trabajos virtuales, fuerzas generalizadas. El método de d'Alembert, ecuaciones de Lagrange. Fuerzas conservativas, el lagrangiano. Fuerza de Lorentz, función disipación de Rayleigh. Forma general de la energía cinética. Ejemplos ilustrativos.

#### Unidad 3. Formulación Lagrangiana II:

Cálculo variacional: funcionales, variación y extremos. La acción, principio de Hamilton, ecuaciones de Euler-Lagrange, invariencias. Sistemas autónomos, coordenadas ignorables y lagrangiano reducido. Simetrías, el Teorema de Noether, ejemplos. Teorema del Virial. Configuración, estado mecánico y desplazamientos virtuales. Vínculos holónomos, multiplicadores de Lagrange, fuerzas de vínculo y lagrangiano ampliado. Vínculos no-holónomos, fuerzas de vínculo, incompatibilidad con un principio de extremo, formulación de Flannery.

#### Unidad 4. Campo central:

Problema de dos cuerpos, masa reducida y separación del lagrangiano. Conservación del momento angular. Potencial efectivo e integración de las ecuaciones de movimiento. Órbitas acotadas y no acotadas, periodicidad, caída al centro. El problema de Kepler: ecuación de las órbitas, funciones de movimiento, vector de Lenz.

#### Unidad 5. Pequeñas Oscilaciones:

Desarrollo del lagrangiano alrededor de un mínimo de potencial y linealización de las ecuaciones de Euler-Lagrange. Diagonalización del sistema de ecuaciones, autofrecuencias y modos normales. Solución general, propiedades. Coordenadas normales, interpretación. Ejemplos ilustrativos.

#### Unidad 6. Cuerpo rígido:

Definición. Grados de libertad y coordenadas generalizadas. Sistema de coordenadas fijo al cuerpo. Velocidad angular, unicidad. Energía cinética y momento angular, tensor de inercia;

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

diagonalización y momentos de inercia principales.

Simetrías, trompo esférico y trompo simétrico; precesión y nutación. Ecuaciones de movimiento. Ángulos de Euler. Ecuaciones de Euler. Ejemplos ilustrativos.

Movimiento en sistemas no inerciales. Energía potencial de un cuerpo extenso.

### **Unidad 7. Formulación Hamiltoniana:**

Transformada de Legendre y hamiltoniano. Ecuaciones de Hamilton, estructura simpléctica, espacio de fases. Paréntesis de Poisson, propiedades, Teorema de Poisson. Acción en función de las coordenadas. Transformaciones canónicas, función generatriz, formas particulares. Flujo en el espacio de fases: Teorema de Liouville, la evolución temporal como transformación canónica. Ejemplos ilustrativos.

### **Unidad 8. El método de Hamilton-Jacobi:**

Ecuación de Hamilton-Jacobi, propiedades generales de las soluciones. Resolución de las ecuaciones de movimiento. Casos particulares: sistemas autónomos y ecuación reducida; coordenadas ignorables. Condiciones de separabilidad y sistemas integrables. Ejemplos: oscilador armónico, campo central; el problema de Kepler.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- H. Goldstein, C. Poole, and J Safko, Classical Mechanics, 3rd ed. Pearson, Essex, 2014.
- L. D. Landau y E. M. Lifshitz, Mecánica, 2ª ed. Editorial Reverté, Barcelona, 1994.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- N. Lemos, Mecânica analítica, 2ª ed., Ed. Livraria da Física, São Paulo, Brasil, 2013.
- A. Deriglazov, Classical Mechanics - Hamiltonian and Lagrangian Formalism, 2ª ed., Springer, 2017.
- O. Moreschi, Fundamentos de la mecánica de sistemas de partículas, UNC, Córdoba, 2000.
- M. G. Calkin, Lagrangian and Hamiltonian Mechanics. World Scientific, Dalhousie University, Canada, 1998.
- V. I. Arnold, Mathematical Methods of Classical Mechanics, 2nd Ed. Springer-Verlag, 1989.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación se efectuará mediante 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.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Mecánica Celeste I	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 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 Restringido 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**

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Aplicación de Von-Zeipel al problema restringido 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 Planetary Systems", Princeton Series in Astronomy.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Ferraz-Mello, S. (2006). "Canonical Theories of Perturbation, Degenerate Systems and Resonance", Springer.
- Lichtenberg, A.J. y Leiberman, 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 (monografía).

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.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Mecánica Clásica	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Profesorado en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 165 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Mecánica Clásica	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Profesorado en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 135 horas.

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La Mecánica es un área central de la Física, relevante para las Ciencias Naturales en general, y esencial para la formulación rigurosa de los conceptos intuitivos que subyacen a muchos fenómenos de la vida cotidiana. La capacidad de los futuros Profesores de transferir en el aula estos conceptos y su comprensión en términos científicos requiere del desarrollo de capacidades y conocimientos más allá de las habilidades adquiridas en cursos básicos. Para ello es necesario profundizar la comprensión de la Mecánica Clásica revisando sus fundamentos y ampliando la formulación Newtoniana elemental ya conocida, tanto a sistemas más complejos como a formulaciones posteriores que supusieron un gran avance técnico sobre ella. Asimismo necesita de la comprensión de los límites de la formulación clásica, la evidencia experimental de los mismos, y las reformulaciones de la Mecánica desarrolladas en consecuencia, en particular en lo que hace a la Relatividad Especial. En atención a ello, se proponen como objetivos generales del curso:

- Revisar los postulados básicos de la Mecánica Newtoniana y reconocer sus consecuencias y las diversas maneras de reformular sus leyes.
- Extender el conocimiento adquirido en cursos anteriores al tratamiento de problemas más complejos: sistemas de dos y de muchas partículas, cuerpos extensos rígidos y elásticos, y fluidos.
- Comprender los motivos de la reformulación de la Mecánica en sus versiones Lagrangiana y Hamiltoniana, y adquirir las habilidades técnicas básicas correspondientes.
- Reconocer algunos de los límites de la Mecánica Clásica y la evidencia experimental que los puso de manifiesto, y el motivo del reemplazo de los conceptos clásicos de espacio y tiempo por su versión relativista.

### CONTENIDO

#### **Dinámica de sistemas de partículas**

La primera ley de Newton y los referenciales inerciales; interpretación de la segunda y tercera leyes. Los grupos de Galileo y de Lorentz. Partícula aislada e invariancia Galileana. Sistema externo. Reformulación de la segunda y tercera leyes en términos de momento lineal y angular, energía y trabajo; ejemplos. Superposición lineal y el sistema de dos partículas; momento lineal, centro de masa y la versión débil de la tercera ley; momento angular y la versión fuerte de la tercera ley; energía y potencial de interacción. El sistema de N partículas; momento lineal; momento angular orbital e intrínseco; energía cinética y potencial del centro de masa e intrínseca; sistema aislado y referencial centro de masa; sistemas macroscópicos y disipación. Ejemplos: teorema del virial; energía interna y presión de un gas ideal.

#### **El problema de dos cuerpos**

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Centralidad de la interacción, coordenadas del centro de masa y relativas, masa reducida; separación en movimiento del centro de masa y de una partícula ficticia en un campo central externo; reducción al plano, ecuación de la órbita y de movimiento radial, potencial efectivo. Gravitación Newtoniana y el problema de Kepler; cónicas Keplerianas; la elipse Kepleriana, semieje mayor y excentricidad; el movimiento tridimensional, elementos orbitales. Colisiones: referenciales de laboratorio y centro de masa; leyes de conservación, velocidad inicial y parámetro de impacto, ángulo de desviación. Ejemplos: esferas duras, dispersión Coulombiana.

### **Cuerpos extensos**

El cuerpo rígido: vínculos, velocidad angular, referencial fijo al cuerpo, ángulos de Euler; momento angular intrínseco, matriz de inercia, ejes y momentos principales, energía cinética, rotación libre; fuerza y torque, ecuaciones de movimiento, rotación con un punto fijo y con un eje fijo, rodadura; energía potencial, torques mutuos y efectos de marea, ejemplos. Referenciales rotantes, fuerzas centrífuga y de Coriolis; la Tierra rotante, desviación de proyectiles, el péndulo de Foucault. Sólidos elásticos, tensores de deformación y esfuerzo, módulo de Young, energía elástica. Fluidos: hidrostática, presión, principio de Arquímedes; ecuación de continuidad, fluidos incompresibles, energía y la ecuación de Bernoulli; ejemplos.

### **Formulaciones Lagrangiana y Hamiltoniana de la Mecánica**

Vínculos, coordenadas generalizadas, fuerzas generalizadas y ecuaciones de Lagrange. Fuerzas conservativas, Lagrangiana y ecuaciones de Euler-Lagrange. Introducción al cálculo variacional. El principio de Hamilton. Momentos generalizados y ecuaciones de Hamilton. Variables y transformaciones canónicas. El Teorema de Liouville. Ejemplos de aplicación.

### **Relatividad especial**

El experimento de Michelson y Morley; invariancia de la velocidad de la luz. Los postulados de Einstein y sus consecuencias: relatividad de los intervalos temporales y espaciales. La transformación de Lorentz, diagramas de Minkowski, relatividad de la simultaneidad y la paradoja de los gemelos. Momento y energía relativistas, leyes de conservación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Classical Dynamics of particles and systems - Stephen Thorton - Jerry Marion - Ed. Thomson Brooks / Cole
- Marcelo Alonso y Edward J. Finn, "Física Vol. I Mecánica". Fondo Educativo Interamericano, 1995.
- Kenneth S. Krane, "Modern Physics 3rd. ed." John Wiley & sons, 2012.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Feynman R, Leighton R, and Sands M. "The Feynman Lectures on Physics". Addison-Wesley, 2013.
- Young, Hugh D., "Sears and Zemansky's university physics: with modern physics, 13th ed." Addison-Wesley, 2012.
- L. D. Landau y E. M. Lifshitz, "Mecánica". Editorial Reverté, 1994.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Dos exámenes parciales escritos más un recuperatorio escrito.  
Examen final escrito.

### **REGULARIDAD**

Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Mecánica Cuántica II	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

En esta materia se complementan los contenidos de Mecánica Cuántica I, introduciendo fundamentalmente el estudio del espín, la suma de momentos angulares, teoría de dispersión de partículas y sistemas de partículas idénticas. Mediante la profundización de los métodos aproximados bosquejados en la materia anterior, se presentan también aplicaciones concretas a la solución del átomo de varios electrones y la interacción de los átomos con la radiación.

#### CONTENIDO

##### **Unidad 1: Espín**

El espín. Momento angular intrínseco: evidencia experimental. Los operadores de espín y las matrices de Pauli. Espinores y rotaciones. Evolución de un espín en un campo magnético. Mezcla estadística de estados. Polarización de espines 1/2

##### **Unidad 2: Suma de momentos angulares**

Adición de momentos angulares. Suma de dos espines 1/2. Caso general de suma de momentos angulares. Coeficientes de Clebsch-Gordan. Momento angular y rotaciones. Rotaciones de Euler. Operadores tensoriales irreducibles. Teorema de Wigner-Eckart.

##### **Unidad 3: Partículas idénticas**

Partículas idénticas. Sistemas de varias partículas distinguibles. Espacio de Hilbert para partículas indistinguibles. Postulado de simetrización. Construcción de funciones simétricas y antisimétricas. Principio de exclusión de Pauli. El teorema espín-estadística. Átomo de varios electrones; determinantes de Slater. La tabla periódica. Reglas de Hund. Métodos autoconsistentes: Hartree-Fock.

##### **Unidad 4: Perturbaciones estacionarias**

Desarrollo general para niveles no degenerados. El caso de niveles degenerados. Efecto Stark lineal. Estructura fina del átomo de hidrógeno: acoplamiento espín-órbita; corrección relativista. Efecto Zeeman anómalo

##### **Unidad 5: Perturbaciones dependientes del tiempo**

Diferentes representaciones: representación de Schrödinger, representación de Heisenberg, representación interacción. Perturbaciones dependientes del tiempo. Probabilidades de transición. Perturbaciones constantes y armónicas. Regla de oro de Fermi. Interacción de átomos con la radiación. Descripción cuántica del campo electromagnético. Aproximación dipolar. Perturbaciones adiabática y repentina. Reglas de selección.

##### **Unidad 6: Teoría de dispersión**

Teoría de dispersión o scattering. Sección eficaz total y diferencial. Amplitud de dispersión. Primera aproximación de Born. Dispersión por un potencial central. Análisis de ondas parciales; corrimientos de fase. Dispersión elástica e inelástica. Dispersión de partículas idénticas.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

- J. J. Sakurai: "Modern quantum mechanics", Addison-Wesley Publishing, Massachusetts, 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.
- R. Shankar: "Principles of Quantum Mechanics", 2a. edición. Plenum Press, Nueva York y Londres, 1994.
- S. Gasiorowicz: "Quantum Physics", 3a. edición. Wiley, Nueva Jersey, 2003.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

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).



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMA F**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMA F

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Métodos Matemáticos de la Física I	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Al aprobar el curso, los estudiantes deberán:

- Comprender y poder utilizar las nociones fundamentales del análisis de variable compleja; realizar cálculos con series e integrales complejas así como integrales reales mediante residuos.
- Comprender y poder utilizar las Series de Fourier y las Transformadas Integrales de Fourier y Laplace.
- Reconocer los tipos de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO). Comprender el teorema de existencia y unicidad para problemas de valores iniciales. Poder atacar los problemas que involucran EDO con las herramientas de uso más frecuente. Reconocer las EDO relacionadas a funciones especiales y sus propiedades para poder utilizarlas. Poder analizar la estabilidad de sistemas de EDO autónomos.

#### CONTENIDO

##### 1 - Funciones analíticas

Números complejos. Potencias fraccionarias. Funciones de variable compleja. Continuidad. Diferenciabilidad, ecuaciones de Cauchy-Riemann. Analiticidad. Funciones armónicas. Funciones elementales. Integrales en el plano complejo. El teorema de Cauchy-Goursat. Independencia del camino de integración. Primitivas. Fórmula integral de Cauchy y su extensión.

##### 2 - Series de potencias y residuos

Series complejas. Series de potencias. Series de Taylor. Series de Laurent. Convergencia uniforme, integración y derivación de series de potencias. Singularidades aisladas. Teorema de los residuos. Cálculo de integrales reales mediante residuos.

##### 3 - Series de Fourier

Series de Fourier con exponenciales complejas. Convergencia puntual y uniforme. Funciones reales, series de senos y cosenos. Suavidad vs. Decaimiento de los coeficientes. Fenómeno de Gibbs. Relación de Parseval y convergencia en norma  $L_2$ .

##### 4 - Transformadas integrales

Transformada de Fourier y sus propiedades. Fórmula de inversión. Convolución. Identidad de Plancherel. Extensión de la transformada de Fourier a funciones de cuadrado integrable. Transformada de Fourier en varias dimensiones. Transformada de Laplace. Propiedades. Convolución de Laplace.

##### 5 - Ecuaciones diferenciales ordinarias

Ecuaciones diferenciales ordinarias y problemas de valores iniciales. Ecuaciones escalares de primer orden: lineales, separables, exactas, homogéneas. Teorema de existencia y unicidad para el problema de valores iniciales. Ecuaciones de orden superior y reducción a primer orden. Ecuaciones lineales de segundo orden con coeficientes constantes. Ecuaciones lineales con coeficientes variables. Independencia lineal y Wronskiano. Variación de parámetros. Ecuaciones con coeficientes analíticos, soluciones en serie de potencias. Puntos regulares y puntos singulares. Teorema de Frobenius. Ecuación de Legendre. Ecuación de Euler. Ecuación de Bessel. Funciones especiales. Sistemas de EDO autónomos; estabilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- 1) J. W. Brown and R. V. Churchill, Complex Variable and Applications. McGraw Hill, 1990.
- 2) K.F. Riley, M.P. Hobson, S.J. Bence, Mathematical Methods for Physics and Engineering, Cambridge University Press, 2006.
- 3) W. E. Boyce and R. C. DiPrima, Ecuaciones Diferenciales y Problemas con Valores en la Frontera. Editorial Limusa S.A., 2000.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- 1) D. Wunsch, Variable Compleja y Aplicaciones, Adison Wesley Longman de México, 1999.
- 2) George B. Arfken and Hans J. Weber, Mathematical Methods for Physicists, Academic Press, 2001.
- 3) E. M. Stein and R. Shakarchi, Fourier Analysis, an Introduction. Princeton lectures in Analysis, Princeton University Press, 2003.
- 4) E. A. Coddington, An Introduction to Ordinary Differential Equations. Dover, 1961.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Habrán tres instancias de evaluación parcial.

Además de la revisión que haremos de los trabajos entregados, Explicaremos a los/las alumnos/as las soluciones correctas de los parciales para que ellos/ellas puedan hacer una auto evaluación de su progreso y detectar las dificultades encontradas.

El examen final constará de una evaluación escrita más una evaluación oral a criterio del tribunal examinador.

### REGULARIDAD

Para obtener la regularidad se requerirá la aprobación de al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

### PROMOCIÓN

Para obtener la promoción de la materia se requerirá:

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



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Optimización	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Optimización	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 Horas.

<b>ASIGNATURA:</b> Optimización	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Métodos Computacionales en Optimización	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 Horas.

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

##### FUNDAMENTACIÓN

La optimización matemática y numérica ha tenido un gran desarrollo en los últimos años por sus potenciales aplicaciones para resolver problemas de modelización provenientes de diferentes disciplinas como Física, Química, Ingeniería, Economía, etc. Existe una gran variedad de problemas de estas áreas que pueden formularse como un problema de minimización de una función sujeta a ciertas restricciones. De allí la importancia de disponer de métodos y algoritmos que permitan estudiar, modelizar y resolver tales problemas.

En este curso se estudian los fundamentos teóricos así como los aspectos prácticos y computacionales de métodos y algoritmos para resolver problemas de programación no lineal.

##### OBJETIVOS

El principal objetivo es estudiar los principales métodos de Optimización y Programación no lineal, junto con sus respectivos algoritmos y resultados de convergencia para resolver problemas de minimización irrestricta y con restricciones. Se espera que al finalizar el curso los/as estudiantes estén en condiciones de:

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

- \* formular y plantear un problema de optimización;
- \* comprender y analizar resultados de buena definición de un algoritmo y convergencia local y global;
- \* decidir cuál es el método o algoritmo más adecuado que se puede utilizar para resolver un problema o aplicación, dependiendo de las características y estructura del mismo.

## CONTENIDO

### 1- Condiciones de optimalidad

Problemas y aplicaciones. Introducción al problema de optimización no lineal. Formulación del problema y aplicaciones. Minimizadores locales y globales. Condiciones de optimalidad. Condiciones necesarias de primer y segundo orden. Condiciones suficientes de segundo orden. Multiplicadores de Lagrange. Condiciones de Karush-Kuhn-Tucker.

### 2- Convexidad.

Convexidad. Conjuntos convexos y funciones convexas. Problema de programación convexa. Condiciones de optimalidad para problemas de optimización convexa.

### 3- Minimización de cuadráticas.

Cuadráticas sin restricciones. Métodos directos e iterativos. Métodos de descenso. Métodos tipo gradientes. Minimización de cuadráticas con cotas en las variables.

### 4- Sistemas de ecuaciones no lineales

Método de Newton. Métodos secantes. Métodos Quasi-Newton. Métodos de Newton inexactos. Resultados de convergencia local y global.

### 5- Minimización irrestricta y búsqueda lineal

Algoritmos generales. Estrategias de globalización. Condición de Armijo. Algoritmos con búsqueda lineal. Teoremas de convergencia global.

### 6- Estrategias de región de confianza

Algoritmo general para el problema irrestricto y para minimización con restricciones de cotas en las variables.

### 7- Métodos para minimización con restricciones

Métodos de penalización interna y externa. Método de Lagrangiano Aumentado. Métodos de Restauración Inexacta. Métodos de Programación cuadrática secuencial.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- \* D.P. Bertsekas. Nonlinear Programming, Athena Scientific, 2nd edition, 1999.
- \* I. Griva, S. Nash, A. Sofer. Linear and nonlinear optimization, SIAM, 3ra. edición, 2017.
- \* J. Nocedal, S. Wright. Numerical Optimization. Springer Series in Operations Research, 2da. Edición, 2006.
- \* J. M. Martínez, S. Santos. Métodos computacionais em Otimização, IMPA, 1995.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- \* D. Luenberger, Y. Ye. Linear and nonlinear programming, Springer, 3ra. edición, 2010.
- \* M. Bazaraa, H. Sherali, C Shetty. Nonlinear programming: theory and algorithms, Wiley, 2006.
- \* E. Birgin, J. M. Martínez. Practical Augmented Lagrangian methods for constrained optimization. SIAM, 2014.
- \* J. Dennis, R. Schnabel. Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations, SIAM, 1996.

## EVALUACIÓN

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### FORMAS DE EVALUACIÓN

\* Se tomarán dos parciales sobre contenidos teórico/prácticos, con su correspondiente parcial recuperatorio.

\* Se deberá preparar y desarrollar un proyecto sobre algún tema de la materia, el que se presentará en forma oral al finalizar el cursado.

\* Evaluación final.

### REGULARIDAD

\* aprobar los dos parciales, o uno de ellos y el recuperatorio del otro.

\* aprobar el proyecto (trabajo práctico).

### PROMOCIÓN

No hay promoción.

### CORRELATIVIDADES

Para la Optativa de la Lic. en Matemática:

Para cursar:

Tener regularizada: Análisis Numérico II.

Tener aprobadas: Análisis Numérico I y Análisis Matemático III.

Para rendir: Tener aprobadas Análisis Numérico II y Análisis Matemático III.

Para la Especialidad de la Lic. en Matemática:

Para cursar:

Tener regularizada: Análisis Numérico II.

Tener aprobadas: Análisis Numérico I, Análisis Matemático III, Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.

Para rendir: Tener aprobadas Análisis Matemático III, Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.

Para la Optativa de la Lic. en Ciencias de la Computación:

Para cursar:

Tener regularizada: Análisis Numérico.

Tener aprobadas: Análisis Matemático II y Álgebra.

Para rendir: Tener aprobada Análisis Numérico.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Probabilidad	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Fundamentación: El aprendizaje de los conceptos básicos de probabilidad implica aprender una aplicación fundamental de las estructuras matemáticas en la resolución de situaciones problemáticas de la realidad. La mayoría de los fenómenos con que se enfrentan las ciencias aplicadas pueden ser entendidos a través de la modelización matemática, surgiendo los llamados modelos probabilísticos o estocásticos, que constituyen una forma de aproximación al fenómeno de interés. En estos modelos, una propiedad fundamental radica en que no hay una ley determinística de regulación de los fenómenos, sino una medida de creencia de ocurrencia sobre subconjuntos de resultados de la experiencia. El modelo trata de capturar características del fenómeno de interés, y la estructura matemática viene en ayuda para generar una teoría que explica, bajo los supuestos de los modelos, las cuestiones del fenómeno de interés. La teoría de probabilidad tiene entre sus principales vertientes originales los juegos de azar en donde el interés directo era poder detectar posibles reglas o estructuras que el azar cumple en medio de un aparente desorden.

Esta materia constituye una de las posibilidades que tienen entonces los estudiantes para aprender sobre una disciplina que escapa al esquema formal tradicional con el que vienen trabajando en los cursos básicos: axiomas y definiciones - teoremas - demostraciones. Si bien este esquema también está presente, se pretende enfatizar cómo el mismo ayuda a entender situaciones problemáticas surgidas de fenómenos aleatorios.

Objetivos:

- Desarrollar los fundamentos teóricos de los modelos probabilísticos.
- Afianzar técnicas combinatorias para poder calcular probabilidades en modelos equiprobables.
- Desarrollar el concepto de variables aleatorias que constituyen situaciones paradigmáticas de la realidad.
- Desarrollar las nociones de comportamientos límites o asintóticos para explicar características de los fenómenos aleatorios (ley de los grandes números, teorema central del límite).

### CONTENIDO

#### Unidad 1

Modelos matemáticos; modelos determinísticos y aleatorios. Elementos de un modelo probabilístico: espacio muestral,  $\sigma$ -álgebra, función de probabilidad. Propiedades. Espacios finitos equiprobables. Ejemplos de espacios finitos no equiprobables, espacios muestrales infinito numerables y no numerables. Técnicas de conteo: combinatoria. Probabilidad de unión de eventos. Problemas de apareamiento. Problemas de ocupación de bolas en celdas. Probabilidad como función continua de conjuntos.

#### Unidad 2

Probabilidad condicional. Propiedades. Teorema de probabilidad total, teorema de Bayes. Ejemplo: Esquema de urna de Polya. Fórmula multiplicativa. Independencia.

#### Unidad 3

Variable aleatoria: definición. Variable aleatoria discreta. Función de densidad discreta. Función de distribución acumulativa de una variable aleatoria. Propiedades. Definición de variable aleatoria continua. Distribución binomial. Distribución hipergeométrica. Distribución geométrica. Propiedad

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

de falta de memoria. Distribución binomial negativa. Distribución de Poisson. Aproximación Poisson a la distribución binomial.

#### Unidad 4

Vector aleatorio discreto. Densidad conjunta y marginal. Variables aleatorias independientes. Caracterización de independencia en variables aleatorias discretas. Densidad condicional. Distribución multinomial. Suma de variables aleatorias independientes. Suma de variables aleatorias independientes geométricas. Función generadora de probabilidad. Distribución de suma de variables aleatorias binomial, binomial negativa y Poisson.

#### Unidad 5

Variable aleatoria absolutamente continua. Función de densidad. Densidad de  $X^2$  cuando  $X$  tiene densidad. Distribución uniforme. Distribución exponencial. Propiedad de falta de memoria. Caracterización de la distribución exponencial. Distribución de funciones de variables aleatorias con densidad. Variables aleatorias simétricas. Caracterización en el caso absolutamente continuo. Distribución normal. Distribución de Cauchy. Distribución Gamma y chi-cuadrado. Relación entre las distribuciones Gamma y de Poisson. Distribución beta. Función de distribución inversa. Mediana y cuartiles.

#### Unidad 6

Variables aleatorias continuas conjuntamente distribuidas. Función de distribución conjunta de un par de variables aleatorias. Funciones de distribución marginales. Función de densidad conjunta. Caracterización de la independencia a través de la distribución o la densidad conjunta. Distribución normal bivariada. Función de distribución acumulativa y densidad de la suma de variables aleatorias continuas. Suma de variables aleatorias independientes Gamma y normales. Función de distribución acumulativa y densidad para cociente de variables aleatorias con densidad conjunta. Cociente de variables independientes Gamma y normales. Densidad condicional. Vectores aleatorios  $n$ -dimensionales. Teorema de cambio de variable.

#### Unidad 7

Esperanza o valor esperado de variables aleatorias. Caso discreto y absolutamente continuo. Esperanza de funciones de variables aleatorias. Propiedades. Linealidad de la esperanza de una combinación lineal de variables aleatorias. Esperanza del producto de variables aleatorias independientes. Momentos y momentos centrales de orden  $r$ . Varianza y desviación estándar. Covarianza de un par de variables aleatorias. Propiedades. Coeficiente de correlación. Desigualdad de Schwarz. Desigualdad de Chebyshev. Tipos de convergencia: casi segura, en probabilidad y en distribución. Ley débil y ley fuerte de los grandes números. Funciones características. Teorema central del límite.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Hoel, P. G.; Port, S. C. and Stone, C. J. Introduction to Probability Theory. Houghton Mifflin, 1971.
- Ross, S. A First Course in Probability (10a ed.). Pearson, 2018.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Devore, J. L. Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias (9a ed.). Cengage Learning, 2016.

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Dos (2) evaluaciones parciales, con una instancia de recuperación para cada una.
- Las evaluaciones parciales incluirán contenidos teórico-prácticos.
- El examen final constará de una evaluación escrita sobre contenidos teórico-prácticos.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

---

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### **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.

### **PROMOCIÓN**

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



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Sistemas de Control	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 Horas.

### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Los sistemas de control se diseñan para regular y mantener el comportamiento de un sistema físico, un proceso o una máquina de acuerdo con un objetivo deseado. Para ello, utilizan sensores, actuadores y algoritmos de control para medir variables, compararlas con valores de referencia y tomar acciones correctivas, asegurando así el funcionamiento óptimo y seguro de una amplia gama de aplicaciones.

En este contexto, las herramientas matemáticas son de fundamental importancia, dado que proporcionan el lenguaje y las herramientas necesarias para entender, analizar, diseñar y optimizar los diferentes esquemas de control. Asimismo, son requeridas para modelar comportamientos y analizar la estabilidad de los diferentes sistemas.

Por otro lado, los sistemas de control son fuertemente interdisciplinarios e incorporan, además conocimientos de física, electrónica, informática y otras disciplinas para abordar los desafíos y complejidades de diferentes aplicaciones. En este sentido, esta asignatura ofrece la posibilidad utilizar herramientas matemáticas en conexión con otras disciplinas y permite al estudiante familiarizarse con el lenguaje utilizado por docentes e investigadores de otras disciplinas, para lograr una adecuada interacción.

Particularmente, este curso introduce los conceptos de sistemas de control realimentado para sistemas lineales, abordando cuestiones que abarcan desde los conceptos básicos, el modelado matemático de los sistemas físicos desde el punto de vista de la frecuencia y desde el punto de vista temporal, conceptos de algoritmos de control e implementación de controladores.

Las actividades prácticas cubren una parte importante de la materia (50%), abarcando la resolución de problemas de complejidad creciente. El curso incluye un espacio para simulación utilizando el simulador de tipo MATLAB, ampliamente aceptado en la comunidad científica e industrial para el análisis y diseño de los sistemas control, en el dominio frecuencial y temporal. Si fuese necesario se utilizarán otros simuladores, tales como simuladores eléctricos, para establecer la performance del sistema de control. En los problemas más avanzados, alcanzados los objetivos de diseño en el simulador, se procederá a la implementación real de los circuitos y a la corroboración experimental del desempeño.

#### Objetivos

- Comprender adecuadamente el principio de los sistemas de control, así como sus alcances y limitaciones
- Modelar los sistemas a controlar utilizando las herramientas matemáticas adecuadas
- Desarrollar habilidades para el diseño e implementación de sistemas de control de interés en instrumentación científica y en entornos industriales.

### **CONTENIDO**

#### **Introducción a los sistemas de control y modelado matemático**

Conceptos de sistemas de control. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Función de transferencia y respuesta al impulso. Modelado en el espacio de estados. Transformación de modelos. Ejemplos de modelado de sistemas control mecánicos y electrónicos.

#### **Análisis de comportamiento dinámico y diseño de sistemas de control**

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Análisis de la respuesta transitoria y estacionaria. Análisis y diseño de control por método de lugar de raíces y respuesta en frecuencia. Controladores PID, ajustes e implementación.

### **Análisis y diseño de los sistemas de control en el espacio de estados**

Solución de la ecuación de estado invariante en el tiempo. Controlabilidad y observabilidad. Diseño de sistemas reguladores y de control con observadores. Criterio de estabilidad de Liapunov. Introducción al control óptimo cuadrático. Control robusto. Observadores en presencia de ruido: el filtro de Kalman. Consideraciones de diseño

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Dorf, Richard y Bishop, Robert. Modern Control Systems. FOURTEENTH EDITION. Person Education, United States, 2022.  
Arie Nakhmani, Ph.D. Modern Control. State-Space Analysis and Design Methods. McGraw-Hill Education, United States, 2020  
Farid Golnaraghi, Benjamin C. Kuo. Automatic control systems. Tenth Edition Hill Education, United States, 2017

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

• Katsuhiko Ogata. INGENIERÍA DE CONTROL MODERNA. PEARSON EDUCACIÓN, S.A., Madrid, 2010. ISBN: 978-84-8322-660-5  
Oliveira, M. Fundamentals of linear Control. A concise approach. Cambridge University Press, United Kingdom, 2017.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación se realizará de manera continua. Los estudiantes deberán reportar los resultados de los trabajos de laboratorio en un informe individual y/o grupal que incluirá el resumen de los conceptos teóricos empleados para la resolución de cada caso planteado, las deducciones matemáticas necesarias para obtener los resultados y los resultados de simulación y/o experimentales que demuestren el correcto funcionamiento de la solución propuesta. Se propondrán dos evaluaciones parciales con sus correspondientes recuperatorios.

### **REGULARIDAD**

- Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.
- Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Sistemas Operativos	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Fundamentación: El sistema operativo es un programa fundamental dentro de toda la pila de software y hardware que compone una computadora moderna. Esto es así no solamente porque aísla a los programas de usuario de los detalles del hardware subyacente, sino que además provee fuertes abstracciones que han perdurado a lo largo de las décadas: procesos, memoria (virtual) y sistema de archivos.

La necesidad de aprovechar mejor el hardware hizo que apareciera el concepto de multiprogramación, donde el no-determinismo de los programas secuenciales se presenta de manera concreta, además de presentar el Área de la Teoría y la Práctica de la Concurrencia.

Objetivos:

Teórico

- Comprender las abstracciones principales de un Sistema Operativo: procesos, memoria, sistema de archivos.
- Resolver problemas simples que se plantean en la práctica para estas abstracciones.
- Comprender, reparar y programar algoritmos concurrentes de baja complejidad.
- Entender la problemática de la seguridad en general, y para los Sistemas Operativos en particular.
- Resolver problemas sencillos que involucren algunos de los aspectos sobresalientes de la seguridad y la entrada/salida en sistemas operativos.
- Entender las relaciones de compromiso de los algoritmos y estructuras de datos internas del Sistema Operativo. Comprender como algunos cambios tecnológicos afectan fuertemente estas relaciones de compromiso.
- Comprender la relación entre algunas partes del diseño de la arquitectura del microprocesador con el Sistema Operativo.
- Poder asimilar los conceptos utilizando ejemplos concretos de Sistemas Operativos.

Laboratorio

- Avanzar en la práctica de la programación en general.
- Trabajar en grupo tanto en objetivos individuales como en objetivos grupales.
- Ser capaz de leer, modificar y comprobar código dentro de Sistemas Operativos completos y funcionales.
- Utilizar herramientas de apoyo para el desarrollo del software: editores, detectores de errores en código estático, debuggers, chequeadores de memoria, etc.
- Utilizar herramientas de desarrollo colaborativo de proyectos y las prácticas asociadas a desarrollos remotos.
- Generar independencia para la búsqueda de soluciones técnicas en el proceso de desarrollo y/o modificación de código.
- Realizar entregas de proyectos dentro de límites de tiempo prefijados.
- Programar abstracciones de dispositivos de bajo nivel a partir de la especificación dada por su hoja de datos.
- Realizar modificaciones a partes fundamentales del Sistema Operativo: procesos, memoria virtual y sistema de archivos.
- Comprender en general la problemática del desarrollo del software dentro del núcleo del Sistema Operativo.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

El teórico de la materia será clase expositiva tradicional con mezcla de live-coding dependiendo de tener un beamer en la sala de dictado.

Los laboratorios serán presenciales.

## CONTENIDO

### Unidad I: Virtualización

Virtualización de CPU: procesos, API de procesos, ejecución directa limitada, planificación, planificación multinivel.

Virtualización de RAM: espacio de direcciones, API de memoria, traducción de direcciones, segmentación, administración de memoria libre, introducción a la paginación, TLB, tablas de páginas avanzadas, archivo de intercambio

### Unidad II: Concurrencia

Concurrencia e hilos, API de hilos, locks, variables de condición, semáforos, bugs de concurrencia.

### Unidad III: Persistencia

Dispositivos de Entrada/Salida, discos duros rotacionales, RAID, archivos y directorios, implementación de sistemas de archivos, sistemas de archivos rápidos, fsck y vitácora, sistemas de archivos con registro.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

[1] Remzi Arpaci-Dusseau, Andrea C. Arpaci-Dusseau, Operating Systems: Three Easy Pieces, University of Wisconsin-Madison, 2018.

[2] Gunnar Wolf, Esteban Ruiz, Federico Bergero, Erwin Meza. Fundamentos de Sistemas Operativos, 2015.

[3] Andrew S. Tanenbaum. Sistemas Operativos Modernos, Tercera Edición. Prentice Hall, 2009.

[4] Abraham Silberschatz. Operating System Concepts, Sixth Edition. John Wiley & Sons, 2001.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

[5] Michael Kerrisk, The Linux Programming Interface, No Starch Press, 2010.

[6] Russ Cox, Frans Kaashoek, Robert Morris, xv6 a simple, Unix-like teaching operating system, MIT, draft 2012.

[7] Raphael Finkel. An operating systems Vade Mecum, Segunda Edición. Prentice Hall, 1988.

[8] Jonathan Corbet, Alessandro Rubini, and Greg Kroah-Hartman. Linux Device Drivers, Third Edition. O'Reilly, 2005.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Dos parciales teórico-práctico presenciales.
- Cuatro (4) proyectos grupales. Todos los proyectos permiten una re-entrega.
- Régimen de promoción.
- Examen final teórico-práctico presencial, más coloquio sobre los Laboratorios si el alumno está libre.

### REGULARIDAD

Para regularizar la materia se necesita aprobar todos los Laboratorios con 6 o más.

Los laboratorios se corrigen solo por resultado de ejecuciones ya que la escala de la cursada no permite revisión de código.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

## **PROMOCIÓN**

Para promocionar la materia se necesita:

Aprobar los dos parciales de teórico con un promedio de 7 (cada parcial con más de 6).

Aprobar todos los laboratorios y sus parciales con 6 o más.

En caso de promocionar la calificación final será

$$\text{notaPromoción} = \min(10, 0.35 * p1 + 0.35 * p2 + 0.4 * \text{lab})$$

donde p1 y p2 son las calificaciones del primer y segundo parcial respectivamente, y lab es la calificación del desempeño en los laboratorios.

Cualquier estudiante puede rendir libre la materia. En este caso deberá presentar 14 días antes de la fecha de examen todos los laboratorios completos. Primero se tomará un examen en máquina con ejercicios relacionados a los laboratorios, luego el/la estudiante deberá defender sus laboratorios en un coloquio a posteriori de que haya aprobado el examen en máquina. Luego de pasar estas dos instancias podrá rendir el examen teórico-práctico de la materia.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Termodinámica y Mecánica Estadística II	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La materia tiene por objetivo brindar los elementos básicos de la teoría de la mecánica estadística, deduciendo propiedades macroscópicas a partir del conocimiento de la física microscópica. Luego de una introducción a la teoría de probabilidad, y de incorporar la noción de entropía estadística, el curso se estructura en base a la teoría de ensambles con numerosos ejemplos intercalados, finalizando con la aplicación del formalismo a materiales magnéticos.

### CONTENIDO

#### 1 - Introducción de Teoría de Probabilidad

Introducción: espacio muestral, definiciones, elementos de análisis combinatorio.

Variables aleatorias, probabilidad y valores medios.

Distribuciones binomial y de Poisson.

Variables aleatorias continuas. Densidad de probabilidad.

Función generatriz. Distribuciones normal y de Poisson.

Distribuciones de probabilidad multivariadas.

Teorema del Límite Central.

Caminatas aleatorias.

#### 2 - Fundamentos de la Mecánica Estadística

Relación entre la descripción microscópica y la descripción macroscópica de los fenómenos físicos.

La densidad de probabilidad clásica y el concepto de ensemble.

El Teorema de Liouville.

Postulado de igual probabilidad a priori

La hipótesis ergódica.

El Operador Densidad en Mecánica Cuántica.

#### 3- El ensemble microcanónico

La entropía de Boltzmann. Propiedades.

El gas ideal clásico. Contaje correcto de Boltzmann.

Modelo de Einstein del sólido.

Modelo clásico del calor específico de los sólidos. Equipartición de la energía.

Formulación de Gibbs: el principio variacional para la entropía en Mecánica Estadística.

#### 4 - El ensemble canónico

Función partición. Propiedades generales. Conexión con la termodinámica.

Fluctuaciones de energía y equivalencia entre los ensembles canónico y microcanónico.

El gas ideal clásico en el ensemble canónico.

Sistemas de partículas indistinguibles. Límite clásico

Gases clásicos no ideales: función de distribución de pares, ecuación de estado del virial.

Calor específico de los sólidos: el modelo de Debye.

#### 5 - Ensemble gran canónico

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Función gran partición, potencial gran canónico y relaciones termodinámicas.  
Fluctuaciones de densidad y equivalencia entre los ensembles canónico y gran canónico.  
Función gran partición para los gases ideales cuánticos.  
Gas ideal clásico en el ensemble gran canónico: Gas de Maxwell-Boltzmann.  
Adsorción en superficies: el modelo de Langmuir

### 6 - Gases ideales de Bose-Einstein

Condensación de Bose-Einstein: diagramas de fases.  
Radiación electromagnética en una cavidad: solución clásica.  
Radiación electromagnética en una cavidad: solución cuántica. El gas de fotones.

### 7 - Gas ideal de Fermi-Dirac

Distribución de Fermi.  
Comportamiento a bajas temperaturas/altas densidades.  
Comportamiento a altas temperaturas/bajas densidades.

### 8 - Mecánica Estadística de Sistemas Magnéticos

Termodinámica y Mecánica Estadística de sistemas magnéticos.  
Diamagnetismo de Landau. Efecto De Haas - Van Alphen.  
Paramagnetismo de Pauli.  
Magnetismo en medios materiales: Ferromagnetismo.  
Interacciones de Intercambio: Modelos de Heisenberg e Ising.

### 9 - El modelo de Ising

Modelo de Ising en una dimensión: solución exacta.  
Modelo de Ising en dos dimensiones: descripción de los resultados derivados de la solución exacta.  
Aproximación de campo medio.  
Antiferromagnetismo.  
Gas de red: el modelo de Ising aplicado a la transición líquido-gas.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- 1) S. A. Cannas: "Notas de Mecánica Estadística", 2da edición (2018), Universidad Nacional de Córdoba.
- 2) Linda Reichl: "A Modern Course in Statistical Physics", 4th revised and updated edition (2016), WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.KG&A.
- 3) K. Huang: "Statistical Mechanics", 2da. edición (1987), J. Wiley and Sons, New York.
- 4) W. Greiner, L. Neise & H. Stöcker: "Thermodynamics and Statistical Mechanics", (1995), Springer-Verlag New York, Inc.
- 5) R.K. Pathria: "Statistical Mechanics", 2nd Edition (1996), Butterworth-Heinemann.
- 6) F. Reif: "Fundamentals of Statistical and Thermal Physics", (2009), Waveland Press, Inc.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- S. Salinas: "Introduction to Statistical Physics", (2010), Springer-Verlag.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

---

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

La evaluación durante el cursado consta de dos exámenes parciales tomados durante el mismo y sus respectivos recuperatorios al finalizar el curso.

El examen final consiste en la resolución de problemas semejantes a los presentados en las guías de trabajos prácticos.

### **REGULARIDAD**

- Cumplir con el 70% de asistencias a las clases teóricas y prácticas.
- Aprobar ambos exámenes parciales con nota mayor o igual a cuatro, pudiendo recuperar uno de ambos.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Abordaje STEAM y Modelización Matemática en Educación	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Profesorado en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 135 Horas.

### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

“La ciencia evoluciona en la medida que es capaz de responder a los principales desafíos de cada época. (...) el dinamismo y la complejidad de los problemas a resolver obliga a concebir una ciencia cuya base es la impredecibilidad, el control incompleto y el reconocimiento de la importancia de una pluralidad de perspectivas legítimas” (Funtowics y Ravetz, 2000).

Es por ello, que para el abordaje de los problemas actuales son necesarios enfoques acordes a la época y sobre la base de múltiples miradas. Hoy nos enfrentamos a problemas urgentes que requieren respuestas rápidas con propuestas diversas que intenten optimizar los resultados. Un ejemplo muy significativo ha sido la pandemia iniciada en 2020 donde interactuaron personas con conocimientos de distintas áreas: microbiología, biotecnología, matemática, logística, economía, ingeniería, sociología, ciencias políticas, entre otras.

En este sentido, la sociedad necesita estar preparada para abordar este tipo de problemas, ya sean de mayor o menor envergadura, en sus trabajos o como parte de grupos sociales que actúan en su entorno, donde en la búsqueda de soluciones colaboren grupos de personas con distintas formaciones y perspectivas. Este modo de trabajo no es innato, por lo cual entendemos conveniente que las escuelas secundarias contemplen la formación de jóvenes en este sentido.

A fin de dar cuenta de esta tendencia educativa que en las últimas décadas ha ganado relevancia y destaque, resulta fundamental trabajar en la formación de futuros profesores y profesoras para que vivencien y conozcan abordajes STEAM (sigla en inglés para Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) y, a futuro, tengan condiciones de diseñar e implementar abordajes STEAM en el contexto educativo.

Es por ello, que en este curso se plantearán problemas abiertos en contextos escolares basados en la educación STEAM, que involucra la integración disciplinar de Ciencias Naturales, Tecnologías, Ingeniería, Ciencias Sociales y Matemática para la resolución de situaciones y problemas presentes en la sociedad y el mundo real. Además, se discutirán posibles modos de implementación de estos problemas en el aula.

En esta integración disciplinar, la matemática juega un papel importante a la hora de modelizar fenómenos o situaciones reales, permitiendo al conjunto de disciplinas interactuar sobre modelos matemáticos concretos. Es por ello que se incorpora al curso la modelización matemática como contenido y como vehículo en la educación matemática. La modelización matemática es entendida como un proceso científico que permite concretar la integración de la matemática en un abordaje STEAM.

Asimismo, el uso de tecnologías en estos abordajes es indiscutible en la época actual, sin embargo resulta imprescindible comprender cómo influye el uso de las tecnologías en la construcción del conocimiento, es decir cuál es el rol epistemológico de las tecnologías.

Estos contenidos serán enmarcados en contextos escolares donde las y los estudiantes puedan enfrentarse a situaciones que requieran un abordaje STEAM integrado que involucre modelización matemática, construcción de prototipos o uso de tecnologías. Asimismo, se presentarán espacios

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

de análisis de los posibles espacios escolares y de los diseños curriculares que permitan el desarrollo de actividades enmarcadas en la educación STEAM integrada.

Los objetivos a lograr en este curso es que las y los estudiantes sean capaces de:

- Comprender los enfoques integrados en la educación científica y sus aportes.
- Identificar las propuestas STEAM integradas, así como los modelos didácticos para su aplicación.
- Utilizar algunas de las metodologías didácticas usadas en las propuestas STEAM.
- Comprender la modelización matemática inserta en la educación STEAM y utilizarla en actividades STEAM.
- Analizar el papel epistemológico de las tecnologías en actividades STEAM.
- Reconocer en los diseños curriculares y en actividades escolares como Ferias de Ciencias, Clubes de Ciencias, etc., espacios propicios para desarrollar actividades con enfoque STEAM.
- Diseñar propuestas didácticas dentro de este enfoque.

## CONTENIDO

### **Unidad I: Problemas y sus características**

Situaciones y problemas presentes en la sociedad y el mundo real. Riesgos urgentes e incertidumbre. Ciencia Posnormal. Tipos de problemas en contextos educativos (abiertos, integrales, etc). Integración curricular y la diversidad en que ocurre en propuestas educativas. Tensiones entre multidisciplina, interdisciplina y transdisciplina.

### **Unidad II: Educación STEAM**

Educación STEAM como abordaje integrado. Metodologías en el abordaje STEAM (diseño de ingeniería, metodología de la indagación, cacharreo (thinkering), otros). Abordaje STEAM integrado para el desarrollo competencial y para una mejor formación ciudadana (fundamentos, modelos didácticos y críticas). Críticas y propuestas educativas.

### **Unidad III: Modelización Matemática**

La modelización matemática en abordajes STEAM integrados. El proceso de modelización matemática. Ciclos de modelización. Modelización matemática como contenido y como vehículo en la educación matemática. Criterios para el reconocimiento de tareas de modelización. Perspectivas de aplicaciones y modelización matemática en la educación. La modelización matemática para promover el aprendizaje de nueva matemática.

### **Unidad IV: Tecnologías en la producción de proyectos**

Tecnología en la educación STEAM integrada. El constructo humanos-con-medios. Modelización y tecnología en el contexto escolar. Uso de tecnología en la modelización matemática y el abordaje STEAM (simulación digital, creación de prototipos, producciones visuales).

### **Unidad V: Espacios para la implementación de abordajes STEAM y de Modelización Matemática en el aula**

Análisis de potencial presencia de abordajes STEAM en diseños curriculares. Análisis de proyectos de modelización matemática y de abordajes STEAM integrados para avanzar en la matemática involucrada. Los proyectos de Feria de Ciencias y Tecnologías como espacio para realización de proyectos STEAM.

## BIBLIOGRAFÍA

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Bernstein, B. (1988). Clase, código y control. Hacia una teoría de las transmisiones educativas. Cap. IV y Cap V.

Blomhøj, M. (2004). Mathematical modelling - A theory for practice. En B. Clarke, D. Clarke, G.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

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.

Borba, M. & Villarreal, M. (2005). *Humans-with-media and the Reorganization of Mathematical Thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization*. Springer.

Borba, M., Villarreal, M. & Soares, D. (2016). Modeling using data available on the internet. En C. Hirsch & McDuffie E. (Eds.), *Annual Perspectives in Mathematics Education 2016: Mathematical modeling and modeling mathematics* (pp. 143-152). USA: National Council of Teacher of Mathematics.

Borromeo Ferri, R. (2014). *Modelización Matemática. La Responsabilidad del Profesor*\_traducción GECyT

Borromeo Ferri, R.; Mena Lorca, J.; Mena Lorca A. (2021) (Eds.). *Fomento de la educación STEM y la MM para profesores. Fundamentos, ejemplos y experiencias*. Kassel University Press.

Funtowicz S., Ravet, J. (2000). *La ciencia posnormal, ciencia con la gente*, Icaria Editorial.

Greca I. (2018). *La enseñanza STEAM en la Educación Primaria, STEAM en Educación Primaria Fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas*, Greca, I., Meneses Villagrà J.A. (Coord), Dextra Editorial S.L.

Greca I., Ortiz-Revilla J., Arriasecq I. (2021) *Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria*, *Revista Eureka* 18 (1), Buenos Aires.

Hallstrom, J.; Schönborn, K. (2023). Models and modelling in STEM education: nature, roles and implementation. En R. Tierney, F. Rizvi & K. Erkican (Eds.). *International Encyclopedia of Education* (pp. 112-116). London: Elsevier Science.

Kelley, T.R., Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education* 3, 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z104k>. Hay traducción.

Kertil M., Gurel C. (2016). *Mathematical Modeling: A Bridge to STEM Education*, *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology* 4(1), p.44-55.

Klein, J. (2006). A Platform for a Shared Discourse of Interdisciplinary Education, *JSSE-Journal of Social Science Education* 5 (4), p.10-18.

López Gamboa M.V., Córdoba González C., Soto Soto J.F. (2020). *Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI*, *Lat. Am. J. Sci. Educ.* 7, p. 1-15.

López Simó V., Curso Lagarón S., Simarro Rodríguez C. (2020). *Educación STEM en y para un mundo digital: el papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas*, *Revista de Educación a Distancia* 20(62), p. 1.29.

Maas K., Geiger V., Ariza M. et al. (2019). The Role of Mathematics in interdisciplinary STEM education, *ZDM - Mathematics Education* 51(6), p. 869-884.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Meneses Villagrà J.A., Diez Ojeda M. (2018). El enfoque de enseñanza STEAM a través de la metodología de indagación, STEAM en Educación Primaria Fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas, Greca, I., Meneses Villagrà J.A. (Coord), Dextra Editorial S.L.

Ortiz-Revilla J., Aduriz Bravo, A. Greca, I. (2020). A framework for epistemological discussion on integrated STEM education. *Science & Education*, 29; 6-2020; 857-880

Ortiz-Revilla J., Greca I., Arriasseq I. (2018). Construcción de un marco teórico para el enfoque STEAM en la Educación Primaria, *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* 28, p. 823-828, Coruña.

Ortiz Hernández, E. (2006). Retos y perspectivas del currículo integrado. *Cuadernos de Investigación en Educación*, 21, 35-56.

Ponte, J. P. (2005) Gest o curricular em Matemática. En Grupo de Trabalho de Investiga o (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (11-34). Lisboa: APM.

Schulz R. (2016). STEM y Modelamiento Matemático, *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*. 11(15), p. 291-317.

Skovsmose, O. (2000) Escenarios de investigación. *Revista EMA*, 6(1), 3-26.

Toma R., García-Carmona A. (2021). «De STEM nos gusta todo menos STEM». Análisis crítico de una tendencia educativa de moda, *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), p. 65-80.

Villarreal, M. & Mina, M. (2020). Actividades experimentales con tecnologías en escenarios de modelización matemática. *Boletim de Educa o Matemática*, v. 34, n. 67, p. 786-824. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v34n67a21>

Villarreal, M., Esteley, C. & Smith, S. (2018). Pre-service teachers' experiences within modelling scenarios enriched by digital technologies. *ZDM Mathematics Education*, 50(1-2), 327-341. doi.org/10.1007/s11858-018-0925-5.

Villarreal, M. (2013). Humanos-con-medios: un marco para comprender la producción matemática y repensar prácticas educativas. En E. Miranda & N. Bryan (Comps.), *Formación de profesores, curriculum, sujetos y prácticas educativas. La perspectiva de la investigación en Argentina y Brasil* (pp. 85-122). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. E-Book... Disponible en [https://ffyh.unc.edu.ar/editorial/wp-content/uploads/sites/5/2013/05/EBOOK\\_FORMACIONPROFESORES.pdf](https://ffyh.unc.edu.ar/editorial/wp-content/uploads/sites/5/2013/05/EBOOK_FORMACIONPROFESORES.pdf)

Zeidler D. (2016). STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response, *Cultural Studies of Science Education* 11(1), p. 11-26.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Almeida M.L., Silva C.H. (2015). A Matematzaci o em Atividades de Modelagem Matemática, *ALEXANDRIA Revista de Educa o em Ciência e Tecnologia* 8 (3), p. 207-227.

Anderson, J. & Makar, K. (Eds.) (2024). *The contribution of mathematics to school STEM education : current understandings*. Springer.

Baker C., Galanti T. (2017). Integrating STEM in elementary classrooms using model-eliciting activities: responsive professional development for mathematics coaches and teachers, *International Journal of STEM Education* 4(1), p.1-15.

Balsells-Gila y López-Luengo (2021). La construcción de una ciudad con material reutilizado como

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

escenario de stop motion. Una propuesta STEAM para educación primaria.  
<https://doi.org/10.1344/did.2021.10.55-70>

Bassanezi, R. (2012). Temas e modelos. Campinas. UFABC.

Chu H.-E.; Martin, S.; Park, J. (2019). A Theoretical Framework for Developing an Intercultural STEAM Program for Australian and Korean Students to Enhance Science Teaching and Learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17:1251–1266  
<https://doi.org/10.1007/s10763-018-9922-y>

De Meester, J.; De Cock, M.; Langie, G. ; Dehaene, W. (2021). The Process of Designing Integrated STEM Learning Materials: Case Study towards an Evidence-based Model. *European Journal of STEM Education*, 6(1), 1-23.

Domenech Casal (2021) Diseñando un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación.  
[https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2020.v17.i3.3202](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3202)

English L. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration, *International Journal of STEM Education* 3(1), p. 1-8.

English, L. (2020). Facilitating STEM integration through design. En J. Anderson & Y. Li (Eds.) *Integrated approaches to STEM education* (pp. 45-66).  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_4)

Fernández, M.; Gonzalez, E.; Guerra, J. et al. (2020). Tu dolor, mi lucha. *Revista Boletín Biológica*, 43, 49–58.

Fogarty, R. (1991). Ten ways to integrate curriculum. Disponible en:  
<https://www.ascd.org/el/articles/ten-ways-to-integrate-curriculum>

Gutierrez, G.; Zamanillo, A. (2017) (Eds.). *La escuela construye aprendizajes*. Córdoba: Unión de Educadores de la Provincia de Córdoba.

Isa S., Liem A. (2014). Classifying physical models and prototypes in the design process: a study on the economical and usability impact of adopting models and prototypes in the design process, *International Design Conference - Design 2014*, p. 2071-2082, Dubrovnik - Croatia.

Jimenez Achury (2020). Diseño de un proyecto STEM para el desarrollo de algunos elementos fundamentales del razonamiento estadístico en estudiantes de décimo grado. (Pàg. 43 a 58)  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78938>

Julie, C., & Mudaly, V. (2007). Mathematical modelling of social issues in school mathematics in South Africa. In W. Blum, P. Galbraith, H-W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 503-510). New York: Springer.

Kang (2019) A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) education in South Korea. *Asia-Pacific Science Education*, (2019) 5:6 <https://doi.org/10.1186/s41029-019-0034-y>

Leug A. (2020). Boundary crossing pedagogy in STEM education, *International Journal of STEM Education* 7(1), p. 1-11.

Prieto, A.; Chrobak, R. (2016). Estudio de caso: enseñanza mediante el enfoque STEM para

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

desarrollar habilidades de pensamiento crítico, creatividad e innovación en los estudiantes. En III Congreso Argentino de Ingeniería – IX Congreso de Enseñanza de la Ingeniería - Resistencia 2016. 9 pág.

Quartieri, M.; Amado N. & Carreira, S. (2025). Onde está o “M” em uma tarefa integrada de STEM? Ponto de vista de alunos do ensino básico. *Bolema*, v. 39, e230212, 2025 1. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v39a230212>

Rosa, M., Cordero, D. C., Orey, D., & Carranza, P. (Eds.). (2022). *Mathematical modelling programs in Latin America: A collaborative context for social construction of knowledge for educational change* (1st ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-04271-3>

Saiz Mendiguren (2019) Metodología STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) aplicada a la óptica geométrica de la asignatura de Física de 2º Bachillerato. (Pàg. 15-46). <https://reunir.unir.net/handle/123456789/8768>

Thibaut, L.; Ceuppens, S.; De Loof, H.; De Meester, J; et al. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 02, 1-12.

Vázquez Ortega (2019) Diseño de una experiencia STEAM y guía metodológica para el profesor, niños y niñas de 6º básico. <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/49137>

Videla Reyes (2021) Diseño e implementación de entorno educativo STEM en estudiantes de tercer año básico: abordaje enactivo y ecológico de la experiencia de aprendizaje. <https://doi.org/10.21703/0718-5162.v20.n43.2021.023>

Villarreal, M. (2018). Pensar-con-tecnologías... y educar-con-tecnologías. En M. Ocelli, 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. & Mina, M. (2010). Modeling empowered by information and communication technologies. *ZDM Mathematics Education*. 42(3-4), 405-419.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación se llevará a cabo en concordancia con el formato de trabajo sugerido (taller): será continua, teniendo en cuenta los procesos de análisis, comprensión y comunicación de las actividades abordadas a través de la participación de cada estudiante en su respectivo grupo y de cada grupo en las clases en las cuales se lleven a cabo los debates plenarios. Las participaciones orales o las producciones escritas se evaluarán en función de su pertinencia, coherencia y fundamentación.

Para aprobar la materia, ya sea por promoción o en instancia de examen final, se requerirá la elaboración y presentación fundamentada de una actividad de abordaje STEAM integrado que involucre la modelización matemática o una actividad de diseño de ingeniería. Dicha actividad debe estar concebida para su puesta en aula en una institución de nivel secundario.

### REGULARIDAD

- Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas.
- Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos grupales o individuales.
- Acreditar participación en las actividades colectivas.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### **PROMOCIÓN**

- Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas y prácticas.
- Aprobar al menos el 80% de los Trabajos Prácticos grupales o individuales.
- Acreditar participación en las actividades colectivas.
- Aprobar un coloquio, el cual consistirá en elaborar y presentar, antes de la finalización del cuatrimestre, una actividad de abordaje STEAM integrado que involucre modelización matemática, o una actividad de diseño de ingeniería.

### **CORRELATIVIDADES**

Para Cursar:

Didáctica Especial y Taller de Física (regularizada)

Psicología del Aprendizaje (aprobada)

Pedagogía (aprobada)

Para Rendir:

Didáctica Especial y Taller de Física (aprobada)

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Abordaje STEAM y Modelización Matemática en Educación	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Profesorado en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 165 Horas.

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

“La ciencia evoluciona en la medida que es capaz de responder a los principales desafíos de cada época. (...) el dinamismo y la complejidad de los problemas a resolver obliga a concebir una ciencia cuya base es la impredecibilidad, el control incompleto y el reconocimiento de la importancia de una pluralidad de perspectivas legítimas” (Funtowics y Ravetz, 2000).

Es por ello, que para el abordaje de los problemas actuales son necesarios enfoques acordes a la época y sobre la base de múltiples miradas. Hoy nos enfrentamos a problemas urgentes que requieren respuestas rápidas con propuestas diversas que intenten optimizar los resultados. Un ejemplo muy significativo ha sido la pandemia iniciada en 2020 donde interactuaron personas con conocimientos de distintas áreas: microbiología, biotecnología, matemática, logística, economía, ingeniería, sociología, ciencias políticas, entre otras.

En este sentido, la sociedad necesita estar preparada para abordar este tipo de problemas, ya sean de mayor o menor envergadura, en sus trabajos o como parte de grupos sociales que actúan en su entorno, donde en la búsqueda de soluciones colaboren grupos de personas con distintas formaciones y perspectivas. Este modo de trabajo no es innato, por lo cual entendemos conveniente que las escuelas secundarias contemplen la formación de jóvenes en este sentido.

A fin de dar cuenta de esta tendencia educativa que en las últimas décadas ha ganado relevancia y destaque, resulta fundamental trabajar en la formación de futuros profesores y profesoras para que vivencien y conozcan abordajes STEAM (sigla en inglés para Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) y, a futuro, tengan condiciones de diseñar e implementar abordajes STEAM en el contexto educativo.

Es por ello, que en este curso se plantearán problemas abiertos en contextos escolares basados en la educación STEAM, que involucra la integración disciplinar de Ciencias Naturales, Tecnologías, Ingeniería, Ciencias Sociales y Matemática para la resolución de situaciones y problemas presentes en la sociedad y el mundo real. Además, se discutirán posibles modos de implementación de estos problemas en el aula.

En esta integración disciplinar, la matemática juega un papel importante a la hora de modelizar fenómenos o situaciones reales, permitiendo al conjunto de disciplinas interactuar sobre modelos matemáticos concretos. Es por ello que se incorpora al curso la modelización matemática como contenido y como vehículo en la educación matemática. La modelización matemática es entendida como un proceso científico que permite concretar la integración de la matemática en un abordaje STEAM.

Asimismo, el uso de tecnologías en estos abordajes es indiscutible en la época actual, sin embargo resulta imprescindible comprender cómo influye el uso de las tecnologías en la construcción del conocimiento, es decir cuál es el rol epistemológico de las tecnologías.

Estos contenidos serán enmarcados en contextos escolares donde las y los estudiantes puedan enfrentarse a situaciones que requieran un abordaje STEAM integrado que involucre modelización matemática, construcción de prototipos o uso de tecnologías. Asimismo, se presentarán espacios

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

de análisis de los posibles espacios escolares y de los diseños curriculares que permitan el desarrollo de actividades enmarcadas en la educación STEAM integrada.

Los objetivos a lograr en este curso es que las y los estudiantes sean capaces de:

- Comprender los enfoques integrados en la educación científica y sus aportes.
- Identificar las propuestas STEAM integradas, así como los modelos didácticos para su aplicación.
- Utilizar algunas de las metodologías didácticas usadas en las propuestas STEAM.
- Comprender la modelización matemática inserta en la educación STEAM y utilizarla en actividades STEAM.
- Analizar el papel epistemológico de las tecnologías en actividades STEAM.
- Reconocer en los diseños curriculares y en actividades escolares como Ferias de Ciencias, Clubes de Ciencias, etc., espacios propicios para desarrollar actividades con enfoque STEAM.
- Diseñar propuestas didácticas dentro de este enfoque.

## CONTENIDO

### **Unidad I: Problemas y sus características**

Situaciones y problemas presentes en la sociedad y el mundo real. Riesgos urgentes e incertidumbre. Ciencia Posnormal. Tipos de problemas en contextos educativos (abiertos, integrales, etc). Integración curricular y la diversidad en que ocurre en propuestas educativas. Tensiones entre multidisciplinaria, interdisciplinaria y transdisciplinaria.

### **Unidad II: Educación STEAM**

Educación STEAM como abordaje integrado. Metodologías en el abordaje STEAM (diseño de ingeniería, metodología de la indagación, cacharreo (thinkering), otros). Abordaje STEAM integrado para el desarrollo competencial y para una mejor formación ciudadana (fundamentos, modelos didácticos y críticas). Críticas y propuestas educativas.

### **Unidad III: Modelización Matemática**

La modelización matemática en abordajes STEAM integrados. El proceso de modelización matemática. Ciclos de modelización. Modelización matemática como contenido y como vehículo en la educación matemática. Criterios para el reconocimiento de tareas de modelización. Perspectivas de aplicaciones y modelización matemática en la educación. La modelización matemática para promover el aprendizaje de nueva matemática.

### **Unidad IV: Tecnologías en la producción de proyectos**

Tecnología en la educación STEAM integrada. El constructo humanos-con-medios. Modelización y tecnología en el contexto escolar. Uso de tecnología en la modelización matemática y el abordaje STEAM (simulación digital, creación de prototipos, producciones visuales).

### **Unidad V: Espacios para la implementación de abordajes STEAM y de Modelización Matemática en el aula**

Análisis de potencial presencia de abordajes STEAM en diseños curriculares. Análisis de proyectos de modelización matemática y de abordajes STEAM integrados para avanzar en la matemática involucrada. Los proyectos de Feria de Ciencias y Tecnologías como espacio para realización de proyectos STEAM.

## BIBLIOGRAFÍA

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Bernstein, B. (1988). Clase, código y control. Hacia una teoría de las transmisiones educativas. Cap. IV y Cap V.

Blomhøj, M. (2004). Mathematical modelling - A theory for practice. En B. Clarke, D. Clarke, G.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

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.

Borba, M. & Villarreal, M. (2005). *Humans-with-media and the Reorganization of Mathematical Thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization*. Springer.

Borba, M., Villarreal, M. & Soares, D. (2016). Modeling using data available on the internet. En C. Hirsch & McDuffie E. (Eds.), *Annual Perspectives in Mathematics Education 2016: Mathematical modeling and modeling mathematics* (pp. 143-152). USA: National Council of Teacher of Mathematics.

Borromeo Ferri, R. (2014). *Modelización Matemática. La Responsabilidad del Profesor*\_traducción GECyT

Borromeo Ferri, R.; Mena Lorca, J.; Mena Lorca A. (2021) (Eds.). *Fomento de la educación STEM y la MM para profesores. Fundamentos, ejemplos y experiencias*. Kassel University Press.

Funtowicz S., Ravet, J. (2000). *La ciencia posnormal, ciencia con la gente*, Icaria Editorial.

Greca I. (2018). *La enseñanza STEAM en la Educación Primaria, STEAM en Educación Primaria Fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas*, Greca, I., Meneses Villagrà J.A. (Coord), Dextra Editorial S.L.

Greca I., Ortiz-Revilla J., Arriasecq I. (2021) *Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria*, *Revista Eureka* 18 (1), Buenos Aires.

Hallstrom, J.; Schönborn, K. (2023). Models and modelling in STEM education: nature, roles and implementation. En R. Tierney, F. Rizvi & K. Erkican (Eds.). *International Encyclopedia of Education* (pp. 112-116). London: Elsevier Science.

Kelley, T.R., Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education* 3, 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z104k>. Hay traducción.

Kertil M., Gurel C. (2016). *Mathematical Modeling: A Bridge to STEM Education*, *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology* 4(1), p.44-55.

Klein, J. (2006). A Platform for a Shared Discourse of Interdisciplinary Education, *JSSE-Journal of Social Science Education* 5 (4), p.10-18.

López Gamboa M.V., Córdoba González C., Soto Soto J.F. (2020). *Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI*, *Lat. Am. J. Sci. Educ.* 7, p. 1-15.

López Simó V., Curso Lagarón S., Simarro Rodríguez C. (2020). *Educación STEM en y para un mundo digital: el papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas*, *Revista de Educación a Distancia* 20(62), p. 1.29.

Maas K., Geiger V., Ariza M. et al. (2019). The Role of Mathematics in interdisciplinary STEM education, *ZDM - Mathematics Education* 51(6), p. 869-884.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Meneses Villagrà J.A., Diez Ojeda M. (2018). El enfoque de enseñanza STEAM a través de la metodología de indagación, STEAM en Educación Primaria Fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas, Greca, I., Meneses Villagrà J.A. (Coord), Dextra Editorial S.L.

Ortiz-Revilla J., Aduriz Bravo, A. Greca, I. (2020). A framework for epistemological discussion on integrated STEM education. *Science & Education*, 29; 6-2020; 857-880

Ortiz-Revilla J., Greca I., Arriasseq I. (2018). Construcción de un marco teórico para el enfoque STEAM en la Educación Primaria, *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* 28, p. 823-828, Coruña.

Ortiz Hernández, E. (2006). Retos y perspectivas del currículo integrado. *Cuadernos de Investigación en Educación*, 21, 35-56.

Ponte, J. P. (2005) Gest o curricular em Matemática. En Grupo de Trabalho de Investiga o (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (11-34). Lisboa: APM.

Schulz R. (2016). STEM y Modelamiento Matemático, *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*. 11(15), p. 291-317.

Skovsmose, O. (2000) Escenarios de investigación. *Revista EMA*, 6(1), 3-26.

Toma R., García-Carmona A. (2021). «De STEM nos gusta todo menos STEM». Análisis crítico de una tendencia educativa de moda, *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), p. 65-80.

Villarreal, M. & Mina, M. (2020). Actividades experimentales con tecnologías en escenarios de modelización matemática. *Boletim de Educa o Matemática*, v. 34, n. 67, p. 786-824. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v34n67a21>

Villarreal, M., Esteley, C. & Smith, S. (2018). Pre-service teachers' experiences within modelling scenarios enriched by digital technologies. *ZDM Mathematics Education*, 50(1-2), 327-341. doi.org/10.1007/s11858-018-0925-5.

Villarreal, M. (2013). Humanos-con-medios: un marco para comprender la producción matemática y repensar prácticas educativas. En E. Miranda & N. Bryan (Comps.), *Formación de profesores, curriculum, sujetos y prácticas educativas. La perspectiva de la investigación en Argentina y Brasil* (pp. 85-122). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. E-Book... Disponible en [https://ffyh.unc.edu.ar/editorial/wp-content/uploads/sites/5/2013/05/EBOOK\\_FORMACIONPROFESORES.pdf](https://ffyh.unc.edu.ar/editorial/wp-content/uploads/sites/5/2013/05/EBOOK_FORMACIONPROFESORES.pdf)

Zeidler D. (2016). STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response, *Cultural Studies of Science Education* 11(1), p. 11-26.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Almeida M.L., Silva C.H. (2015). A Matematzaca o em Atividades de Modelagem Matemática, *ALEXANDRIA Revista de Educa o em Ciência e Tecnologia* 8 (3), p. 207-227.

Anderson, J. & Makar, K. (Eds.) (2024). *The contribution of mathematics to school STEM education : current understandings*. Springer.

Baker C., Galanti T. (2017). Integrating STEM in elementary classrooms using model-eliciting activities: responsive professional development for mathematics coaches and teachers, *International Journal of STEM Education* 4(1), p.1-15.

Balsells-Gila y López-Luengo (2021). La construcción de una ciudad con material reutilizado como

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

escenario de stop motion. Una propuesta STEAM para educación primaria.  
<https://doi.org/10.1344/did.2021.10.55-70>

Bassanezi, R. (2012). Temas e modelos. Campinas. UFABC.

Chu H.-E.; Martin, S.; Park, J. (2019). A Theoretical Framework for Developing an Intercultural STEAM Program for Australian and Korean Students to Enhance Science Teaching and Learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17:1251–1266  
<https://doi.org/10.1007/s10763-018-9922-y>

De Meester, J.; De Cock, M.; Langie, G. ; Dehaene, W. (2021). The Process of Designing Integrated STEM Learning Materials: Case Study towards an Evidence-based Model. *European Journal of STEM Education*, 6(1), 1-23.

Domenech Casal (2021) Diseñando un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación.  
[https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2020.v17.i3.3202](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3202)

English L. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration, *International Journal of STEM Education* 3(1), p. 1-8.

English, L. (2020). Facilitating STEM integration through design. En J. Anderson & Y. Li (Eds.) *Integrated approaches to STEM education* (pp. 45-66).  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_4)

Fernández, M.; Gonzalez, E.; Guerra, J. et al. (2020). Tu dolor, mi lucha. *Revista Boletín Biológica*, 43, 49–58.

Fogarty, R. (1991). Ten ways to integrate curriculum. Disponible en:  
<https://www.ascd.org/el/articles/ten-ways-to-integrate-curriculum>

Gutierrez, G.; Zamanillo, A. (2017) (Eds.). *La escuela construye aprendizajes*. Córdoba: Unión de Educadores de la Provincia de Córdoba.

Isa S., Liem A. (2014). Classifying physical models and prototypes in the design process: a study on the economical and usability impact of adopting models and prototypes in the design process, *International Design Conference - Design 2014*, p. 2071-2082, Dubrovnik - Croatia.

Jimenez Achury (2020). Diseño de un proyecto STEM para el desarrollo de algunos elementos fundamentales del razonamiento estadístico en estudiantes de décimo grado. (Pàg. 43 a 58)  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78938>

Julie, C., & Mudaly, V. (2007). Mathematical modelling of social issues in school mathematics in South Africa. In W. Blum, P. Galbraith, H-W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 503-510). New York: Springer.

Kang (2019) A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) education in South Korea. *Asia-Pacific Science Education*, (2019) 5:6 <https://doi.org/10.1186/s41029-019-0034-y>

Leug A. (2020). Boundary crossing pedagogy in STEM education, *International Journal of STEM Education* 7(1), p. 1-11.

Prieto, A.; Chrobak, R. (2016). Estudio de caso: enseñanza mediante el enfoque STEM para

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

desarrollar habilidades de pensamiento crítico, creatividad e innovación en los estudiantes. En III Congreso Argentino de Ingeniería – IX Congreso de Enseñanza de la Ingeniería - Resistencia 2016. 9 pág.

Quartieri, M.; Amado N. & Carreira, S. (2025). Onde está o “M” em uma tarefa integrada de STEM? Ponto de vista de alunos do ensino básico. *Bolema*, v. 39, e230212, 2025 1. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v39a230212>

Rosa, M., Cordero, D. C., Orey, D., & Carranza, P. (Eds.). (2022). *Mathematical modelling programs in Latin America: A collaborative context for social construction of knowledge for educational change* (1st ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-04271-3>

Saiz Mendiguren (2019) Metodología STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) aplicada a la óptica geométrica de la asignatura de Física de 2º Bachillerato. (Pàg. 15-46). <https://reunir.unir.net/handle/123456789/8768>

Thibaut, L.; Ceuppens, S.; De Loof, H.; De Meester, J; et al. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 02, 1-12.

Vázquez Ortega (2019) Diseño de una experiencia STEAM y guía metodológica para el profesor, niños y niñas de 6º básico. <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/49137>

Videla Reyes (2021) Diseño e implementación de entorno educativo STEM en estudiantes de tercer año básico: abordaje enactivo y ecológico de la experiencia de aprendizaje. <https://doi.org/10.21703/0718-5162.v20.n43.2021.023>

Villarreal, M. (2018). Pensar-con-tecnologías... y educar-con-tecnologías. En M. Ocelli, 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. & Mina, M. (2010). Modeling empowered by information and communication technologies. *ZDM Mathematics Education*. 42(3-4), 405-419.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación se llevará a cabo en concordancia con el formato de trabajo sugerido (taller): será continua, teniendo en cuenta los procesos de análisis, comprensión y comunicación de las actividades abordadas a través de la participación de cada estudiante en su respectivo grupo y de cada grupo en las clases en las cuales se lleven a cabo los debates plenarios. Las participaciones orales o las producciones escritas se evaluarán en función de su pertinencia, coherencia y fundamentación.

Para aprobar la materia, ya sea por promoción o en instancia de examen final, se requerirá la elaboración y presentación fundamentada de una actividad de abordaje STEAM integrado que involucre la modelización matemática o una actividad de diseño de ingeniería. Dicha actividad debe estar concebida para su puesta en aula en una institución de nivel secundario.

### REGULARIDAD

- Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas.
- Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos grupales o individuales.
- Acreditar participación en las actividades colectivas.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### **PROMOCIÓN**

- Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas y prácticas.
- Aprobar al menos el 80% de los Trabajos Prácticos grupales o individuales.
- Acreditar participación en las actividades colectivas.
- Aprobar un coloquio, el cual consistirá en elaborar y presentar, antes de la finalización del cuatrimestre, una actividad de abordaje STEAM integrado que involucre modelización matemática, o una actividad de diseño de ingeniería.

### **CORRELATIVIDADES**

Para Cursar:

Didáctica Especial y Taller de Matemática (regularizada)

Psicología del Aprendizaje (aprobada)

Pedagogía (aprobada)

Para Rendir:

Didáctica Especial y Taller de Matemática (aprobada)



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMA F**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMA F

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Astronomía Extragaláctica	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La astronomía extragaláctica es una de las áreas fundamentales de la astronomía moderna. El presente curso tienen como objetivo abordar con profundidad intermedia la mayoría de los temas contemplados en la temática.

### CONTENIDO

#### 1. Modelo Cosmológico y contenido energético del Universo

Se realiza una primera recorrida del Universo desde el Big Bang hasta el presente. Se da una breve introducción al modelo cosmológico estándar y de los parámetros fundamentales. Se analizan los diferentes contenidos de energía del Universo y cómo impactan en los modos de expansión del Universo. Se da una descripción rápida de las diferentes etapas evolutivas de la materia: fondo cósmico de microondas, edad oscura, primeras estrellas, reionización, formación y evolución de galaxias.

#### 2. Propiedades básicas de galaxias

Definición de sub-sistemas, clasificaciones morfológicas tradicionales y automáticas. Identificación de Galaxias en grandes catálogos: 2df, SDSS, 2MASS, LSST. Propiedades integradas: Distribución de brillo superficial; Colores: Secuencia Roja y bimodalidad.; Barras; Galaxias enanas; Galaxias de bajo brillo superficial. Espectro de Galaxias. Síntesis espectral y Correlación morfología-espectro. Grupo Local de Galaxias.

#### 3. Galaxias Peculiares

Galaxias interactuantes y fusiones de galaxias. Proceso de fricción dinámica y aproximación impulsiva. Evidencias Observacionales y predicciones de las simulaciones numéricas.

#### 4. Propiedades Estadísticas de galaxias

Determinación de la Función de luminosidad de galaxias. Corrección K. Función de tamaños y brillos superficiales.

#### 5. Las Galaxias y su Entorno

Diferentes formas de definir entorno. Relación morfología densidad. Propiedades básicas de Grupos y Cúmulos de Galaxias.

#### 6. Formación Estelar en Galaxias

Procesos de Enfriamiento Radiativo. Tasa de Formación Estelar (SFR) y Función Inicial de Masa. Diferentes Indicadores de formación estelar. SFR vs. Entorno. Evolución de la SFR. Análisis de resultados observacionales y predicciones de los modelos.

#### 7. Escala de Distancias y Relaciones de Escala

Concepto de Indicadores de Distancia. Análisis comparativo de los diferentes indicadores de distancia: Estrellas Cefeidas, Supernovas Ia, Fluctuación de brillos superficial, etc. Relaciones de Escala y su aplicación a la Escala de Distancias: Plano fundamental y Relación Tully-Fisher.

#### 8. Determinación de masas

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Análisis comparativo de los diferentes métodos de estima de masas totales, de la materia oscura y de la componente estelar. Relación Masa-Luminosidad.

### 9. Núcleos Activos de Galaxias (AGN)

Agujeros negros supermasivos. Análisis comparativos de los diferentes tipos de AGN observados. Descripción del modelo unificado. Mecanismos de formación y evolución de los agujeros negros centrales.

### 10. Formación de galaxias

Formación jerárquica de estructuras. Modelo de Press-Schechter para los halos de Materia Oscura. Descripción de la etapa de Re-ionización. Ley Schmidt-Kennicutt para la formación estelar en galaxias. Análisis comparativo de los diferentes procesos de retroalimentación. Formación de discos y esferoides. Predicciones de los Modelos Semianalíticos.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Mapa del Universo: A Map of the Universe. Gott III y otros. 2003. astro-ph/0310571.

Review de Cosmología: TASI Lectures: Introduction to Cosmology. Trodden & Carroll. 2004. Astro-ph 0401547 y The Dark Universe. Bartelmann. 2009. Astro-ph 0906.5036.

Morfología de Galaxias:

Evolution of galaxy morphology. van den Bergh. 2002. astro-ph/0208160.

A new approach to galaxy morphology: I. Analysis of the SDSS EDR. Abraham y otros. 2003. astro-ph/0301239.

Automated Galaxy Morphology: A Fourier Approach. Odewahn y otros. 2001. astro-ph/0110275.

Morphological Transformation from Galaxy Harassment. Moore y otros. 1998. ApJ 495, 139. astro-ph/9510034.

Distribucion de energia: Spectral Energy Distribution ... Wilkes. astro-ph/0310905.

Indicadores de formación estelar: Star Formation rate indicators in the SDSS. Hopkins y otros. 2003. astro-ph/0306621.

Propiedades de Galaxias:

The Galaxy Luminosity Function and Luminosity Density at Redshift  $z=0.1$ . Blanton y otros. 2002. astro-ph/0210215.

The size distribution of galaxies in the SDSS. Shen y otros. 2003. astro-ph/0301527.

Entorno vs. Propiedades de Galaxias:

Relationship between environment and the broad-band optical properties of galaxies in the SDSS. Blanton y otros. 2003. astro-ph/0310453.

Galaxy star-formation as a function of environment in the EDR of the SDSS. Gomez y otros. 2002. astro-ph/0210193.

Escala de distancias:

A Critical Review of Selected Techniques for Measuring Extragalactic Distances. George Jacoby. PASP, 1982, V104,678.

Freedman et al. 2001ApJ...553...47F.

Relaciones de escalado: The fundamental plane ..... Bender et al. Galaxy Scaling Relations, ESO Astrophysical Symposia, 1996.

Morfología vs. Tipos Espectrales: Correlating galaxy morphologies and spectra in the 2dFGRS.



EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Astronomía y su Didáctica	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Profesorado en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 135 Horas.

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

#### FUNDAMENTACIÓN

La Astronomía es una de las primeras ciencias en despertar la curiosidad en el ser humano y preguntarse acerca de su origen y su posición en el vasto universo. También una de las que más cambios paradigmáticos diferentes ha experimentado en la historia. Claramente forma parte de la cultura y, como tal, debe estar imbricada en el sistema educativo, ya que --entre otros aspectos-- puede contribuir como generadora de interés propiciando la prosecución de estudios en ciencias. Los documentos oficiales como los NAPs, los nuevos Diseños Curriculares de las distintas Jurisdicciones y las recomendaciones de especialistas en Didáctica indican la necesidad de fortalecer no sólo la enseñanza de las Ciencias Naturales en general, sino en particular la enseñanza de conceptos del gran campo abarcado por la Astronomía, tanto en los aspectos específicos de esta ciencia, como en especial en aquellos propios de la cultura y de la relación humana con lo trascendente.

Hace una década, el Ministerio de Educación del Gobierno de Córdoba realizó cambios curriculares en todos los niveles de la educación. Además de los aprendizajes incluidos en el Ciclo Básico, se introduce el espacio curricular Física y Astronomía en el sexto y último año de estudio de la orientación Ciencias Naturales. Esto implica necesariamente que las/los futuras/os docentes de Física deberán ser formados no solamente en los contenidos de esta asignatura, sino también en los procedimientos y metodología que se llevan adelante en esta ciencia, para ser multiplicados en sus estudiantes.

#### OBJETIVOS

El objetivo del curso es brindar a las/los futuros Profesoras/es en Física una formación sólida en Astronomía y su Enseñanza, aportando estrategias y metodologías que les permita realizar una transposición didáctica efectiva de los diferentes temas curriculares, proponiendo asimismo actividades procedimentales que produzcan en sus estudiantes los aprendizajes significativos necesarios para complejizar su mirada sobre el mundo natural, incorporando la de la propia Astronomía en sentido amplio.

### CONTENIDO

#### EJE 1: Astronomía General

Astronomía: objetivos e historia. Ubicación espacio temporal. Astronomía esférica: movimiento aparente de los astros, modelos de universo, sistemas de coordenadas astronómicas. Posicionamiento topocéntrico. Globos terráqueos paralelos. Relojes. Astronomía a ojo desnudo. Fenómenos cotidianos.

Astronomía con dispositivos tecnológicos. Movimiento de los astros: leyes de Kepler. Sistema solar y extrasolares. La radiación y su estudio: leyes astrofísicas, técnicas aplicadas (fotometría, espectroscopia, polarimetría, etc.). Astronomía estelar: composición, formación y evolución de las estrellas, diagrama HR, cúmulos y asociaciones estelares. Astronomía galáctica: la Vía Láctea y sus 2/3 subsistemas. Astronomía extragaláctica: formación, evolución, clasificación e interacción de las galaxias, cúmulos y supercúmulos de galaxias. Cosmología: estructura a gran escala y expansión del Universo, ley de Hubble-Lemaître, modelos cosmológicos. Astronomía numérica: simulaciones, minería de datos, observatorios virtuales y técnicas de "machine-learning". Astronomía cultural.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

**EJE 2: La identidad epistemológica de la Didáctica de la Astronomía**

Las raíces epistemológicas de una actividad experimental. Didáctica de la Astronomía: una disciplina de fusión. Focos de interés para la Didáctica específica de la Astronomía. Espacio-Tiempo y la vinculación con el mundo natural cotidiano. Luz y Gravedad. Objetos, Estructuras y Procesos. Investigación en Didáctica de la Astronomía. Investigaciones en historia y epistemología asociados a la Astronomía y su relación con la Educación.

**EJE 3: La construcción de aprendizajes significativos en Astronomía**

Aprendizajes astronómicos vivenciales. Aprendizaje jerárquico de conceptos, diferentes representaciones sociales y el impacto en su comunidad. Apropiación del lenguaje específico. Diseño de actividades significativas. Ideas previas en Astronomía. Laboratorio para la enseñanza de la Astronomía. El uso de la Historia de la Astronomía como medio de reconstrucción didáctica. Relaciones CTSA. Problemas sociales y tecnológicos actuales y su conexión con la enseñanza de la Astronomía. El trabajo didáctico a través de proyectos de larga duración. Cruces interdisciplinarios. Diversificación de temas astronómicos poco tratados en la enseñanza formal (espectros, polvo interestelar, exobiología, etc.). Actividades integradoras en el aula. Comunicación científica y de la Astronomía.

**BIBLIOGRAFÍA****BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- “100 Conceptos Básicos de Astronomía”, J. Garzón, D. Galadí Enríquez & C. Morales Durán (coords.), Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial «Esteban Terradas», España.
- “An Introduction to Modern Astrophysics”, B. Carroll & D. Ostlie, 2014. 2nd edit., Pearson Education Ltd.
- “Astrofísica”, C. Jaschek & M. Corvalán de Jaschek, 1974, Prog.Reg.Des. C&T, OEA.
- “Astronomía Contemporánea”, L. Maza, 2009, 2a Edición, Ediciones B, Chile.
- “Astronomía Construida”, A. Zandanel, 2009, 1a Edic., Chivilcoy: GraFer, Argentina.
- “Astronomía Elemental”, A. Feinstein, 1969, Edit. Kapelusz, Argentina.
- “Astronomía Fundamental”, D. Enríquez et al., 2011, 1st edit., Publicacions de la Universitat de València. España.
- “Astronomía General I (Parte Astrofísica)”, J.J. Clariá, 2000, Edit. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- “Astronomy Education Journal”, 2021, Vol. 1 No 1.
- “Astronomy. The solar system and beyond”, M. Seeds & D. Backman, 2010, 6th edit., Cengage Learning.
- “Diseño de actividades para una Didáctica de la Astronomía vivencialmente significativa”. N. Camino, 2021, Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias, 16(1), 15-37, Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Colombia.
- “Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna”, N. Camino, 1995, Enseñanza de las Ciencias, 13, 81-96.
- “Introductory Astronomy & Astrophysics”, M. Zeilik & S. Gregory, 1998, Brochs Cole, Thomson Learning.
- “Introduction to Astronomy and Cosmology”, I. Morison, 2008, John Wiley and Sons, Ltd.
- “La Didáctica de la Astronomía como campo de investigación e innovación educativas”. N. Camino, 2012, Actas electrónicas del I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, Brasil.
- “La investigación educativa en Didáctica de la Astronomía. Características y propuestas concretas”, N. Camino, 2010, Actas WDEA I (M. Gómez, S. Paolantonio & C. Parisi eds.), AAA, pp. 3-15.
- “Sobre la didáctica de la astronomía y su inserción en EGB”, N. Camino, 1999, Enseñar Ciencias Naturales, 35, 143- 173.
- “Una visión personal sobre la Didáctica de la Astronomía”, N. Camino, Educación en Ciencias, 4(10), 15-28.
- “Universe”, R. Freedman, & W. Kaufmann, 2008, W. H. Freeman and Co.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Actas del I Workshop de Difusión y Enseñanza de la Astronomía (WDEA I-Córdoba 2009) (M. Gómez, S. Paolantonio & C. Parisi eds.), 2010, 1a edic., Asociación Argentina de Astronomía, Argentina.
- Actas del II y III Workshop de Difusión y Enseñanza de la Astronomía (WDEA II-Esquel, 2017; WDEA III-San Juan 2019) (N. Camino, B. García & M. Orellana), 2020, 1a edic., Argentina.
- “Aportes para la Enseñanza de la Astronomía en el Secundario”, D. Merlo et al., 2013, Edit. UNC, Argentina.
- “Astronomía en los diseños curriculares de nivel secundario de la República Argentina”, N. Camino et al., 2021, Revista de Enseñanza de la Física, v. 33, N° Extra, 101-113.
- “Astronomía y su Enseñanza en la Escuela Secundaria”, L. Gramajo et al., 2012, Edit. UNC Argentina.
- “¿Cómo se mide el Universo?”, A. Arellano Ferro, 2013, Instituto Politécnico Nacional, México.
- “Córdoba Estelar. Desde los sueños a la Astrofísica - Historia del Observatorio Nacional Argentino”, E. Minniti & S. Paolantonio, 2013, Edit. Observ. Astron. Córdoba, UNC, Argentina.
- “¿Cuánto sabés sobre el Universo?: Apuntes Básicos sobre Astronomía”, E. Díaz-Giménez & A. Zandivarez, 2013, Edit. UNC, Argentina.
- “Eclipse Total de Sol 2020. Documento didáctico (Partes 1 y 2)”, S. Paolantonio & N. Camino, Córdoba, Argentina.
- “El Big Bang y la Física del Cosmos”, R. Ferrari et al., 2011, Escritura en Ciencias, INFOD, Argentina.
- “Enseñanza y Aprendizaje de la Astronomía en el Bachillerato”, R. Palomar Fons, 2007, Tesis Doctoral, Universidad de Valencia, España.
- “¿Es importante la epistemología de las ciencias en la formación de investigadores y de profesores en física?”, L. Colombo de Cudmani & J. Salinas de Sandoval, 2004, Enseñanza de las Ciencias, 22(3), 455-462.
- “Génesis y Evolución del Concepto de Gravedad”, 2006, N. Camino, Tesis Doctoral presentado en la Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional de la Plata, Argentina.
- “Fundamental Astronomy”, H. Karttunen et al., 2017, 6th edit., Springer.
- “Hacia un concepto de ciencia interdisciplinar”, J. Cabo & E. Mirón, 2004, Enseñanza de las Ciencias 22, 137-146.
- “Handbook of Space Astronomy and Astrophysics”, M. Zombeck, 2007, 3rd edit., Cambridge University Press.
- “Introduction to Cosmology”, M. Roos, 2003, 3rd edit., John Wiley & Sons, Ltd.
- “La esfera lisa: El dispositivo didáctico que da fundamento astronómico al globo terráqueo paralelo”, N. Camino, N. Lanciano & C. Terminiello, 2020, Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática, Brasil.
- “¿Por dónde sale el Sol?” N. Camino & R. Ros, 1997, Educación en Ciencias, Vol. 1, No 3, pp. 11-17.
- “Reflexiones sobre la enseñanza y difusión de la Astronomía”, J.L. Sérsic, 2010. Revista de Enseñanza de la Física, 4(1), 28–35.
- “The Astronomy Book”, J. Mitton et al., 2017, Dorling Kindersley Ltd., Penguin Random House.
- “Una Propuesta para la Enseñanza de la Astronomía: el Recurso de la Arqueoastronomía”, L. Acosta & L. Colombo de Cudmani, 2010, Revista CET N° 32, 1-7, UNT.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Se solicitará la entrega de 4 (cuatro) trabajos prácticos evaluables, acompañados cada uno de exposiciones orales acerca de los mismos.

Asimismo, se solicitará la elaboración de un ensayo sobre la didáctica de alguna temática curricular jurisdiccional de Astronomía, los cuales deberán ser presentados en un seminario abierto a la discusión entre las/los cursantes.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### **REGULARIDAD**

Para la regularidad se deberán aprobar al menos el 60 % de los trabajos prácticos solicitados. Para aquellas/os estudiantes que aprueben todos los trabajos prácticos con una calificación no menor a 6 (seis), accederán a una instancia de coloquio integrador en forma oral para aprobar la asignatura.

### **CORRELATIVIDADES**

Para Cursar:

Didáctica Especial y Taller de Física (regularizada)

Mecánica Clásica (regularizada)

Física General III (aprobada)

Pedagogía (aprobada)

Psicología del Aprendizaje (aprobada)

Para Rendir:

Didáctica Especial y Taller de Física (aprobada)

Mecánica Clásica (aprobada)

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Cosmología	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Cosmología	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La cosmología combina un gran rango de disciplinas como la gravedad, mecánica estadística, la astrofísica, la física de partículas, los métodos numéricos de simulación y de exploración estadística de espacios multidimensionales de parámetros. Para comprender a fondo cómo se estudia la cosmología actualmente, es necesario un trasfondo teórico sólido de los distintos actores del universo, la gravedad y las componentes que contribuyen a la densidad de energía, y sobre cómo éstas interactúan y evolucionan temporalmente. Con esto se pueden obtener predicciones de observables como las fluctuaciones de temperatura del fondo de radiación de microondas, las fluctuaciones de densidad trazadas por galaxias o de fluctuaciones espaciales de gran escala del efecto de lente débil. El gran número de parámetros necesarios para obtener estas predicciones lineales y no lineales, y la complejidad involucrada para obtenerlas tanto para los casos analíticos como numéricos, hacen que sea necesario recurrir a técnicas avanzadas de búsqueda de parámetros y de predicciones precisas.

Objetivos:

- Lograr un entendimiento profundo de las fluctuaciones de temperatura del fondo de radiación de microondas mediante un desarrollo analítico de la evolución de fluctuaciones de distintas componentes del universo y sus interacciones, a lo largo de distintas épocas desde Inflación hasta el presente.
- Conectar fluctuaciones de temperatura con el espectro de anisotropías, y su relación con parámetros cosmológicos.
- Estudiar la relación entre el espectro de fluctuaciones de lentes débiles con el campo de densidad total de materia y parámetros cosmológicos, y comprender las ventajas de este observable respecto al espectro de anisotropías.
- Comprender las ventajas relativas y las dificultades que presenta el estudio de fluctuaciones de densidad no lineales trazadas por galaxias.

### CONTENIDO

#### 1 - El universo homogéneo

Geometría diferencial y espacios curvos. Métrica de Friedman-Robertson-Walker-Lemaitre (FRWL). Ecuaciones de Einstein. Evolución e inventario cósmico.

#### 2 - Historia térmica del universo

Ecuaciones de Einstein para perturbaciones de FRWL tanto escalares como tensoriales. Ecuaciones de Einstein-Boltzmann. Condiciones iniciales. Evolución de perturbaciones de distintas componentes fuera y dentro del horizonte. Construcción del espectro tardío (recombinación) de fluctuaciones de temperatura de fotones. Evolución de anisotropías. Oscilaciones acústicas.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Espectro actual de anisotropías. El efecto Sachs-Wolfe.

### 3 - Perturbaciones en régimen tardío/actual

Ecuaciones de Einstein para perturbaciones de FRWL tanto escalares como tensoriales. Ecuaciones de Einstein-Boltzmann. Condiciones iniciales. Evolución de perturbaciones de distintas componentes fuera y dentro del horizonte. Construcción del espectro tardío (recombinación) de fluctuaciones de temperatura de fotones. Evolución de anisotropías. Oscilaciones acústicas. Espectro actual de anisotropías. El efecto Sachs-Wolfe.

### 4 - Perturbaciones en régimen tardío/actual

Lentes débiles producidas por las fluctuaciones de densidad de materia. Estadísticas espaciales de lentes débiles. Alineamientos intrínsecos. Tomografía de lentes débiles. Evolución no lineal de fluctuaciones. Sesgo del campo de densidades trazado por galaxias. Modelos lineal de sesgo y teoría de perturbación de segundo orden y mejoras.

### 5 - Métodos estadísticos para búsqueda de parámetros cosmológicos

Métodos Monte-Carlo-Markov-Chain. Simulaciones numéricas no lineales para predicciones puntuales del espectro de potencias no lineal de fluctuaciones de masa. Diseño de muestreos de espacio de parámetro para emuladores y predicciones confiables del estadísticas en el rango no-lineal. Ventajas comparativas entre observaciones lineales (fondo de radiación de microondas) y no-lineales (espectro de galaxias).

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- 1- The Early Universe, Kolb & Turner, 1990, Westview.
- 2- Modern Cosmology, Scott Dodelson, 2003 Elsevier Science.
- 3- Modern Cosmology, 2da Edición, Scott Dodelson y Fabian Schmidt, Academic Press.
- 4- Cosmological Physics, Peacock, 1993, Cambridge.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Diversos papers recientes sobre temas de unidades 4 y 5:  
Aplicación de medición de espectro de lentes débiles  
Aplicación de medición de parámetros cosmológicos con estadísticas no lineales de galaxias  
Propuestas y aplicación de métodos de emuladores para utilizar estadísticas no lineales para constreñir parámetros cosmológicos.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Prácticas y ejercicios con evaluación para regularidad (5 en total). Examen final oral individual de carácter integrador.

### REGULARIDAD

Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos (tres de cinco).

### PROMOCIÓN

No tiene régimen de promoción

## CORRELATIVIDADES

Para cursar:

- Electromagnetismo I (aprobada)

Para rendir:

- Electromagnetismo II (aprobada)

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Electrónica Cuántica Molecular	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Este curso está dirigido a los estudiantes que se inician en los tópicos avanzados de la Física y pretende cubrir conceptos básicos de propiedades electrónicas y magnéticas, tanto estructurales como de transporte, en los sistemas moleculares y dispositivos electrónicos que permitan iniciar los trabajos de investigación. Se presentan y aplican los conceptos cuánticos para entender la estructura de moléculas y la propagación de excitaciones cuánticas en estructuras moleculares y nano-dispositivos electrónicos. Todos los conceptos cuánticos y estadísticos que se usan son sucintamente introducidos y discutidos en el curso. Los tópicos desarrollados pueden resultar de utilidad para quienes se orienten a desarrollar investigación en: Información Cuántica, Espectroscopias, Física del Sólido, Resonancias Magnéticas, Energías no convencionales, Electroquímica, Campos Cuánticos y Relatividad Cuántica, Fotosíntesis, etc. En cuanto sea posible, el énfasis de los distintos tópicos se adaptará los campos de investigación de cada uno de los alumnos, principalmente a través de problemas de resolución individual.

**FUNDAMENTACIÓN:** Los nuevos dispositivos electrónicos y procesos electroquímicos avanzados requieren de un aprovechamiento de las propiedades cuánticas de la materia. El transporte electrónico a través de moléculas confinadas entre dos electrodos se está convirtiendo en un activo campo de investigación dentro de la Física y la Química, con aplicaciones a la Electrónica. Para ello se necesita una visión integradora de la descripción molecular que excede los conocimientos técnicos usualmente desarrollados en los cursos de Mecánica Cuántica, Mecánica Estadística y Física del Sólido, o bien en un curso de Física Moderna. Esto hace necesario focalizar en los conceptos que impactan en los novedosos dispositivos electrónicos y magneto-ópticos basados en efectos cuánticos y en los procesos fisicoquímicos más actuales. Para ello se deben proveer las herramientas básicas (analíticas y computacionales) que permitan su aplicación práctica.

**OBJETIVOS:** Propósito:

Se busca integrar en forma concreta los conceptos de la física atómica y molecular para una comprensión cualitativa y cuantitativa de los problemas del transporte de carga, espín y otras excitaciones en dispositivos nanoscópicos y moleculares. Esto permitirá construir un camino conceptual desde la mecánica cuántica hasta los observables macroscópicos. Es apto tanto para estudiantes de Física como de Química ya que busca construir un lenguaje común para abordar este campo interdisciplinario. Por otra parte a lo largo del curso, de una manera simple y constructiva, se tomará un primer contacto con temas físico-matemáticos de relevancia para la física actual que pueden ser discutidos dentro de una formulación de Hamiltonianos de enlaces fuertes ("tight-binding"). Simetría orbital y Reglas de selección. Funciones de Green. Representación Espectral. Ecuación de Dyson. Potenciales efectivos. Diagramas de Feynman. Relación con Matrices de Dispersión (scattering), de Promoción y de Transferencia. Límite semi-clásico de la Mecánica Cuántica. Sistemas multi-electrónicos y Segunda cuantificación. El gas de Electrones y la aproximación de Hartree-Fock. En base a la extensión de los conceptos anteriores a sistemas de muchas partículas se introducen en forma muy sucinta: Función de Apantallamiento y la Aproximación de Fase Aleatoria (RPA). Propagador de Polarización. La profundidad de cada uno de los temas se adapta a la formación individual e intereses de los alumnos.

**CONTENIDO****Propiedades Cuánticas de Sistemas Multielectrónicos.**

Ideas centrales de Mecánica Cuántica. Integrales de Camino. Ecuación de Schrödinger discreta. Densidad de Estados. Aplicaciones del teorema de Oscilación. Sistemas multidimensionales y su reducción dimensional basada en simetrías. Átomos multielectrónicos. Aproximación de Hartree-Fock.

**Métodos avanzados de moléculas y macromoléculas.**

Ideas sobre estructura electrónica de moléculas como Combinación Lineal de Orbitales Atómicos (LCAO). Campo ligante y campo cristalino. Complejos. Resolución de la ecuación de Schrödinger estacionaria en la Representación de Orbitales Moleculares de los distintos tipos de enlace. Resolución de sistemas moleculares específicos. Hamiltoniano efectivo y función de Green. Ecuación de Dyson. Auto-energías. Diagramas de Feynman. Expansión en Fracciones continuas y estrategias de cálculo recursivas. Regla de Oro de Fermi en átomos adsorbidos. Estados localizados de Schottky y de Tamm. Electrodo y sistemas abiertos.

**Electrones en Moléculas y Electrodo**

Reacciones concertadas de Woodward y Hoffman. Átomos y Moléculas Adsorbidos en Superficies. Catálisis Heterogénea. Ejemplos de aplicación. Resolución de moléculas metal-orgánicas y polímeros. Estructura electrónica de C60 y nanotubos. Modelos para representar los electrodos.

**Transporte estacionario de excitaciones.**

Excitaciones Elementales. Fonones y estados vibrónicos. Poliacetileno y Anomalía de Kohn y transición de Peierls. Solitones. Polarones. Excitones. Soluciones estacionarias en sistemas múltiplemente conexos abiertos: Resonancias y anti-resonancias. Hamiltonianos no-Hermíticos y transiciones de fase en la dinámica cuántica.

**Dinámica de Excitaciones Cuánticas.**

Dinámica de Electrones. Ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo. Velocidades de grupo y de fase. Escalera de Wannier. Oscilaciones de Bloch.

**Decoherencia y el problema del ambiente.**

Decoherencia. Modelos de ambientes. Sistemas Caóticos clásicos. El límite semiclásico. Impredictibilidad de la fase cuántica. Consecuencias del caos en la coherencia de fase. Los fonones como fuente de decoherencia.

**Base de una Formulación Teórica para la Decoherencia.**

Mecánica Cuántica de Sistemas Abiertos. Condiciones de contorno. Estadísticas. Ecuación de Boltzmann. Transporte de carga y energía. Sistemas Finitos formulación de Landauer y Büttiker y modelo de DP.. Formalismo de Keldysh.

**Aplicaciones Avanzadas.**

Respuesta a perturbaciones: Regímenes Lineal y No-lineal. Modelos de transferencia electrónica en sistemas fotosintéticos. Formulación de Marcus. El problema del tiempo de tunelamiento. Relaciones de Kramers-Kronig. Espectroscopia vibracional. Puntos Cuánticos. Bloqueo de Coulomb. Dispositivos electromecánicos.

**BIBLIOGRAFÍA****BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

"Un camino oscilatorio a la Mecánica Cuántica".

H. M. Pastawski. libro en preparación disponible en

[https://drive.google.com/drive/folders/129UTXxYj72rBifFKRAL3PIV0964hBF72?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/129UTXxYj72rBifFKRAL3PIV0964hBF72?usp=share_link)

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

"Applied Quantum Mechanics". Walter Harrison. World Scientific 2000 ISBN 9810243758

"Electronic Transport in Mesoscopic Systems" Supriyo Datta. Cambridge Univ. Press (1996)

"Tight-Binding methods in quantum transport through molecules and small devices: from the coherent to de decoherent description " H.M. Pastawski and E. Medina, Revista Mexicana de Física 47 supp.1 (1-23) (2001)

"Quantum Transport: Atom to Transistor",  
Supriyo Datta, Cambridge U. Press (2006)

"Electron-Phonon interaction and electronic decoherence in molecular conductors."  
H. M. Pastawski, L. E. F. Foa Torres, E. Medina  
Chem. Phys. 281/2-3 pp. 257-278 (2002)

"Introduction to Graphene-Based Nanomaterials: From Electronic Structure to Quantum Transport"  
2nd Edition  
by Luis E. F. Foa Torres, Stephan Roche, Jean-Christophe Charlier  
Cambridge U. Press (2020)

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

"A Guide to Feynman diagrams in the Many-Body problem" Richard Mattuck, Dover (1993)

Artículos originales varios, en particular aquellos desarrollados con alumnos de dictados anteriores.

Molecular dissociation in the presence of catalysts: interpreting bond breaking as a quantum dynamical phase transition

A Ruderman, A D Dente, E Santos and H M Pastawski

J. Phys. Condens. Matter 27 315501 (2015);

<http://dx.doi.org/10.1088/0953-8984/27/31/315501>

-Simulating a catalyst induced quantum dynamical phase transition of a Heyrovsky reaction with different models for the environment.

F. Lozano.Negro, M. A. Ferreyra-Ortega, D. Bendersky, L. Fernández-Alcázar y H. M. Pastawski

J. Phys. Condens. Matt. 34 214006 (2022)

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-648X/ac57d6>

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

- El examen final contará de una evaluación oral expositiva de un tema central a partir del cual se explorarán los conceptos desarrollados en el curso.
- Se propondrá el desarrollo exhaustivo de problemas tipo discutidos previamente en clase, enfatizando en el análisis cualitativo de los resultados analíticos y numéricos que ponga en relevancia los conceptos físicos involucrados.

### **REGULARIDAD**

En acuerdo a lo establecido en la Ordenanza 4/2011, "El alumno deberá:

- cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio,
- La asistencia se complementará con la aprobación del 60% los Trabajos Prácticos (problemas de resolución analítica y computacional),

## **CORRELATIVIDADES**

Para cursar:

regularidad en Mecánica Cuántica I y Termodinámica Mecánica Estadística I (LF) o en Física Moderna (PF).

Para rendir: aprobada Mecánica Cuántica I (LF) o Física Moderna (PF).



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Estructura en Gran Escala del Universo	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Estructura en Gran Escala del Universo	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

##### Fundamentación:

El curso apunta a aportar conocimientos sobre la distribución de las galaxias en gran escala, sus propiedades y caracterización a través de funciones de correlación. Asimismo se pretende lograr que el/la estudiante consolide conocimientos sobre la dinámica de sistemas y la evolución de la estructura en el universo.

##### Objetivos del curso:

- Utilización de diversas técnicas estadísticas, tales como función de correlación bipuntual y de tres puntos, correlaciones de sistemas jerárquicos.
- Análisis de la dinámica a través del campo de velocidades peculiares.
- Deducción y uso de la relación entre el campo de velocidades peculiares y la distribución de irregularidades en gran escala.
- Estudio de la aproximación Newtoniana para la evolución de perturbaciones.
- Análisis de los efectos de un campo radioactivo homogéneo.
- Determinación del parámetro de densidad.
- Deducción y utilización de los modelos esferoidal y jerárquico.

#### CONTENIDO

##### 1-Cosmología observacional:

- Modelo de Friedman
- Observaciones en cosmología.
- Luminosidades, recuento de fuentes, evolución en el Universo
- El fondo de radiación cósmica

##### 2-Distribución en gran escala de las galaxias y sistemas.

- Análisis estadísticos de la distribución en gran escala.
- Funciones de Correlación de N-puntos.
- Relación de escala. Espectro de potencias.
- Derivación de propiedades tridimensionales a partir de las estadísticas.

##### 3-Evolución de la estructura en el Universo.

- Aproximación local Newtoniana. Ecuaciones de movimiento en coordenadas móviles.
- Crecimiento de perturbaciones, diferentes casos e implicancias.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

#### 4-Confrontación entre modelos y observaciones.

##### BIBLIOGRAFÍA

###### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- The Large Scale Structure of the Universe. P.J.E. Peebles, Cambridge University Press. (1980)
- General Relativity. Robert M Wald, The University of Chicago Press. (1984)
- Structure Formation in the Universe. S. Padmanabhan, Cambridge University Press. (1993)

###### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Artículos recientes sobre cosmología observacional y estructura en gran escala del Universo.

##### EVALUACIÓN

###### FORMAS DE EVALUACIÓN

Se realizarán dos trabajos prácticos.  
El examen final es oral.

###### REGULARIDAD

Cobertura del 70% de la totalidad de las clases teóricas y aprobación del 60% de los trabajos prácticos (ambos trabajos prácticos).

###### PROMOCIÓN

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

##### CORRELATIVIDADES

Para cursar:

Regularizada Mecánica.

Para rendir:

Aprobada Mecánica.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Evolución Tidal de Sistemas Planetarios	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La evolución orbital de sistemas gravitatorios con cuerpos extensos, tales como estrellas o planetas, difiere respecto del de un conjunto de masas puntuales. Estos son no-esféricos como resultado tanto de su rotación como de las fuerzas de mareas que ejercen sus compañeros debido a la atracción gravitatoria no-uniforme. Debido a que los cuerpos extensos no son perfectamente elásticos, disipan energía tratando de adaptarse al estrés tidal que ejercen sus compañeros y, como resultado de esto, su forma y los elementos Keplerianos orbitales evolucionan en el tiempo debido a estos procesos disipativos. De aquí se deriva que el estudio de la evolución por mareas de los sistemas planetarios involucra una combinación interesante de mecánica celeste y dinámica de fluidos. □

□

Comprender la naturaleza y el efecto de estas fuerzas de marea es, entonces, fundamental para conocer la evolución dinámica de los sistemas planetarios. Como estas interacciones provocan cambios tanto en la forma de los cuerpos, como en sus rotaciones y en sus órbitas, juegan un papel clave en la estabilidad de planetas y satélites, sus proximidades a configuraciones de equilibrio (tanto rotacionales como son las resonancias espín-órbita como puramente orbitales como las resonancias de movimientos medios), la evolución de su tamaño y forma, el calentamiento interno y otros procesos geofísicos (como los que se desarrollan en Io o Encélado), entre otros. Además, resultan claves para interpretar el gran número de observaciones de exoplanetas con las que se cuenta, estimar algunos parámetros físicos u orbitales claves en su evolución dinámica pasada y así reconstruir los procesos que dieron forma a la arquitectura actual de los sistemas. □

En este curso se busca proporcionar al alumnado un conjunto de herramientas teóricas —tanto analíticas como semi-analíticas— y numéricas, que le permitan comprender en profundidad los modelos de evolución tidal actualmente disponibles en la literatura, así como extenderlos a partir de incorporar nueva física o mayor número de cuerpos interactuantes.

Estas herramientas se aplicarán al estudio de la evolución dinámica orbital y rotacional de una amplia variedad de sistemas planetarios, incluido el propio Sistema Solar. El objetivo es que el alumnado adquiera la capacidad de realizar aportes significativos al desarrollo de modelos de formación y evolución dinámica de sistemas planetarios con los que se cuenta en la actualidad, que sean capaces de explicar las observaciones existentes y reconstruir los trayectos evolutivos que condujeron a distintas configuraciones planetarias observadas en la actualidad. Además, se espera que como resultado de ello se logre una mejor estimación de parámetros muy poco conocidos en el área, los cuales resultan fundamentales para reproducir la evolución dinámica de estos sistemas. □

### CONTENIDO

#### **Unidad I: Introducción a las fuerzas de marea**

Deformaciones Tidales y Rotacionales. El bulge tidal. Teoría potencial. Figuras de equilibrio. Relación Darwin-Radau. La zona de Roche. Intercambio de momento angular entre los cuerpos. Torque tidal. □

#### **Unidad II: Evolución Tidal de satélites y planetas**

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Ecuaciones de movimiento. Precesión tidal y termino no-conservativo. Modelo clásico de Hut. Modelo lineal de Mignard. Estado síncrono y pseudo-síncrono. Escalas de tiempo. Variación secular de semieje. Dependencia con frecuencia de rotación del cuerpo extendido.

### Unidad III: Resonancias Spin-órbita

Resonancias y acoplamiento Spin-Orbita. Estados de referencia. Primer modelo de rotación. Desarrollo del potencial perturbador. El ángulo spin-orbita y ecuaciones de movimiento. Formulación Hamiltoniana y frecuencias fundamentales. Tipos de soluciones en función de la excentricidad.

### Unidad IV: Mareas en sistemas exoplanetarios observados

Evolución tidal de exoplanetas. Distribución de Exoplanetas calientes. El desierto sub-Joviano y el pico de 3 días. Evolución tidal por mareas planetarias y estelares. Calentamiento tidal. "Spin-Up" Estelar. Interacción tidal en sistemas multi-planetarios.

### Unidad V: Teorías tidales modernas

Modelos dinámicos (Papaloizou) y modelos reológicos (Ferraz-Mello, Correia). Escape de resonancia y evolución dinámica pos-escape. Dependencia con parámetros del sistema y comparación con distribución observada de planetas Kepler.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. "Solar System Dynamics", C.D. Murray & S.F. Dermott, Cambridge University Press, 1999.
2. Beaugé, C., Ferraz-Mello, S., & Michtchenko, T. A. 2007, Extrasolar Planets: Formation, Detection and Dynamics
3. Correia, A. C. M., Laskar, J., Farago, F., & Boué, G. 2011, Celest. Mech. Dyn. Astron., 111, 105
4. Correia, A. C. M., Boué, G., & Laskar, J. 2016, Celest. Mech. Dyn. Astron., 126, 189
5. Ferraz-Mello, S., Rodríguez, A., & Hussmann, H. 2008, Celest. Mech. Dyn. Astron., 101, 171
6. Hut, P. 1980, A&A, 92, 167
7. Mignard, F. 1979, Moon Planets, 20, 301
8. Mignard, F. 1980, Moon Planets, 23, 185

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. "The Exoplanet Handbook", M. Perryman, Cambridge University Press, 2011.
2. "Dynamics of Extended Celestial Bodies and Rings", Jean Souchay (Ed.), Springer, 2006.
3. Beutler, G. 2005, Methods of Celestial Mechanics, Astron. Astrophys. Lib. (Berlin: Springer), I, 99
4. Folonier, H. A., & Ferraz-Mello, S. 2017, Celest. Mech. Dyn. Astron., 129, 359
5. Rodríguez, A., Ferraz-Mello, S., Michtchenko, T.A., Beaugé, C., & Miloni, O. 2011, MNRAS, 415, 2349
6. Zoppetti, F. A., Beaugé, C., & Leiva, A. M. 2018, MNRAS, 477, 5301

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Para aprobar el curso: aprobación de un examen oral individual sobre todos los contenidos teóricos u prácticos del curso.

### REGULARIDAD

1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
- y
2. aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

### PROMOCIÓN



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

No tiene régimen de promoción

**CORRELATIVIDADES**

Mecánica Celeste I (aprobada para cursar y rendir)

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Formación y Evolución Estelar y Planetaria.	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Durante la materia se desarrollarán diversos aspectos relacionados con la formación y evolución de estrellas en todo el espectro de masas, incluyendo objetos en el rango sub-estelar (o enanas marrones). Se vinculará este proceso con el de la formación y existencia de planetas en los discos circunestelares asociados a estrellas tanto en formación como en las etapas finales de su evolución.

Otro de los objetivos de la materia es el estudio de los llamados planetas extrasolares, de las técnicas de detección y las características físicas de los sistemas planetarios extrasolares. Se discutirá la presencia de planetas en estrellas en todas las etapas evolutivas y en particular en remanente estelares: púlsares y enanas blancas. Se abordará la amplia diversidad de los sistemas planetarios extrasolares actualmente conocidos en comparación con el Sistema Solar. Finalmente se introducen conceptos básicos sobre Astrobiología y su estrecha vinculación con los planetas extrasolares.

La materia es de neto corte observacional. Se hará especial hincapié en los posibles aportes que pueden realizarse desde nuestras facilidades observacionales (EABA, CASLEO, Gemini) y mediante el empleo de observaciones de acceso libre, tales como: TESS, K2, Herschel, entre otras.

### **CONTENIDO**

#### **Formación y Evolución Estelar y Planetaria**

##### Unidad I: Nubes Moleculares

Diferentes tipos de nubes moleculares. Clasificación. Características observacionales y propiedades físicas. Composición. Masas y dimensiones. Soporte térmico, magnético y turbulento. Observaciones en Radio y en el Infrarrojo lejano. Nubes activas en la formación de estrellas. Núcleos Moleculares Densos.

Características. Masas y dimensiones. Empleo de diferentes trazadores moleculares (en radio) para su estudio. Observaciones en el infrarrojo. Asociación con fuentes IRAS. Localización espacial. Evidencias observacionales del colapso gravitacional: Glóbulos de Bok. Asociación con protoestrellas.

##### Unidad II: Objetos de Clases O, I, II, III

Proto-Estrellas u Objetos de Clases 0 y I. Características observacionales. Detección en radio e infrarrojo. Envoltentes colapsantes. Distribución espectral de energía. Interpretación. Determinación de edades y masas. Estrellas de Tipo T Tauri: Objetos de Clases II y III. Características espectroscópicas y fotométricas. Interpretación. Discos primigenios.

##### Unidad III: Formación Planetaria

Modelos de Formación planetaria standards: Acreción de núcleo. Inestabilidad de disco. Predicciones de ambos modelos y confrontación con la evidencia observacional actual. Modelos híbridos. Relevancia de la metalicidad estelar para los distintos escenarios de formación planetaria. Predicciones de los modelos actuales y evolución de discos protoplanetarios. Problema de la escala de tiempo de disipación del gas y formación planetaria.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Unidad IV: Eventos de Tipo FU Orionis y Flujos Moleculares, Jets (Chorros) Estelares, Objetos de Tipo HH (Herbig-Haro)

FU Orionis: Características fotométricas y espectroscópicas. Cuasi-periodicidad. Estadística de los eventos. Modelo de acreción. Tasa de acreción de masa del disco a la estrellas. Flujos Moleculares, Jets (Chorros) Estelares, Objetos de Tipo HH (Herbig-Haro). Características observacionales. Flujos moleculares clásicos y altamente colimados. Rol e importancia para la formación de estrellas. Jets ópticos y objetos de tipo HH. Flujos ópticos gigantes. Escenario unificado de los tres eventos (flujos moleculares, jets estelares, objetos de tipo HH).

Unidad V: Estrellas Herbig AeBe, de Gran Masa y Enanas Marrones

Estrellas Herbig AeBE: Detección y principales características. Curvas de luz de tipo "Algol": Interpretación. Anti-correlación entre brillo y polarización: Interpretación. Formación de Estrellas de Gran Masa. Acreción versus "Merger" o modelo colisional. Protoestrellas de gran masa. Discos y Jets. Máseres. Regiones HII ultra-compactas. Identificación de distintos estadios evolutivos en la formación de las estrellas de gran masa. Enanas Marrones. Definición y escenarios de formación. Métodos de detección. Tipos espectrales L y T. Escala de Temperaturas. Densidades y relación mas- radio. Función Inicial de Masa en el rango subestelar.

Unidad VI: Estrellas de Tipo Vega o Análogos del Cinturón de Kuiper

Definición y características. Discos de escombros o "debris". Detección de análogos al cinturón de Kuiper. Métodos de detección. Resultados recientes de Spitzer y Herschel. Extrapolaciones sobre el número de análogos solares en la vecindad Solar. Binaridad en estrellas con discos. Discos y planetas en estrellas de Secuencia Principal.

Unidad VII: Planetas Extrasolares

Definición. Métodos de detección. Ventajas y limitaciones de cada técnica. Características de los planetas extrasolares conocidos. Resultados de Kepler, K2 y TESS. Misiones espaciales futuras. Zona de habitabilidad estelar y planetaria. Binaridad en estrellas que albergan planetas extrasolares. Multiplicidad planetaria. Propiedades físicas de los planetas extrasolares.

Unidad VIII: Principales reacciones termonucleares en interiores estelares

Tasas de reacción, pesos atómicos y la temperatura. Ecuaciones en equilibrio. Tasa másica de generación de energía y tasa de reacción. La reacción protón-protón. El ciclo CNO. Quema del helio: la reacción triple-alfa. Algunas reacciones más avanzadas.

Unidad IX: Evolución Estelar

Secuencia principal superior e inferior. El límite de Schoenberg-Chandrasekhar.

Evolución pos-secuencia principal: ramas subgigante, gigante y gigante asintótica. Estructura de las estrellas subgigantes. Ascenso por la rama gigante. Estructura de las gigantes rojas y longitud de la rama gigante. El "primer dragado": potencialidades observacionales. El encendido de la reacción triple-alfa en estrellas de baja masa: el "flash" del helio. La evolución posterior a la quema del helio: la rama asintótica, el "segundo dragado" y los pulsos térmicos. Estrellas de masa baja e intermedia. Formación de núcleo de Carbono. Evolución de estrellas masivas. La evolución pos-secuencia principal: las principales etapas de quema nuclear. Cambios en las abundancias superficiales. Evolución de pre-supernova: el núcleo de hierro, importancia de la fotodesintegración, el flujo de neutrinos. El colapso del núcleo, objetos compactos. Interpretación de las curvas de luz de supernovas. Tipos de supernovas. Nucleosíntesis de los elementos pesados, el proceso-r. Nuevos tipos de supernovas, posibles progenitores.

Unidad X: Remanentes Estelares

Enanas blancas y nebulosas planetarias. Gas degenerado de electrones. Estrellas de neutrones y púlsares. Gas degenerado de neutrones. Agujeros negros. Propiedades físicas y observacionales. Sistemas binarios con agujeros negros. Emisión en rayos X.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

#### Unidad XI: Los llamados Planetas Fénix

Formación de discos y planetas en estrellas evolucionadas de tipo gigantes rojas, enanas blancas y estrellas de neutrones/pulsars. Planetas Fénix y planetas remanentes. Propiedades físicas de estos tipos de planetas. Resultados recientes de Spitzer y Herschel. Formación de planetas y sistemas planetarios en todo el espectro de masas estelares y todos los estadios evolutivos de la estrella asociada. Evolución de la zona de habitabilidad estelar y planetaria.

#### Unidad XII: Conceptos Básicos sobre Astrobiología

Astrobiología: Definición y alcance. La Formación de la Tierra y los Primeros Indicios de Vida. La Teoría de Oparin. Estrellas Astrobiológicamente Interesantes y Evolución Estelar. Dominios Filogenéticos de la Vida. Extremófilos y Ambientes Terrestres Extremos. Determinación de Parámetros Planetarios: Temperatura, Presión y Radiación Ultravioleta. Marcadores Biológicos o Bio-marcadores: Definición y Características. Bio-indicadores. Misiones Espaciales y la Posibilidad de detección de Bio-indicadores.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Introduction to Stellar Astrophysics: Stellar Structure and Evolution, - Böhm-Vitense, E. 1992, Cambridge University Press

Stellar Evolution and Nucleosynthesis – S. G. Ryan & A. J. Norton 2010, Cambridge University Press

Stars and Stellar Evolution – K. De Boer & W. Seggewiss, 2008, EDP Science.

Life and Death of the Stars – G. Sprinivasan, 2014, Springer.

Charactering Stellar and Exoplanetary Environments – H. Lammer & M. Khodachenko, 2014, Springer.

Evolution of Stars and Stellar Populations – M. Salaris & S. Cassisi, 2008, WILEY.

Structure & Evolution of the Stars – M. Schwarzschild, 1965, Dover Publication INC.

Principle of Stellar Structure – J.P. Cox & R.T. Giuli, 1968, Science Publishers.

Physics of Star Formation and Early Stellar Evolution (1991), NATO Adv. Study Inst., editado por C.J. Lada & N.D. Kylafis.

Protostars and Planets III (1993), University of Arizona Press, editado por E.H. Levy & J. Lunine.

Accretion Processes in Star Formation (1998), Lee Hartmann, Cambridge Astrophysics Series Vol  
Protostars and Planets IV (2000), Tucson: University of Arizona Press; editado por Mannings, V.,  
Boss, A.P., Russell, S. S.

Protostars and Planets V (2007) Tucson: University of Arizona Press; editado por  
Reipurth, B., Jewitt, D., Keil, J.  
. 32.

The Origings of Stars and Planetary Systems (1998), Kluwer Academic Press, editado por C.J.  
Lada & N.D. Kylafis.

Protostars and Planets VI (2013) Tucson: University of Arizona Press; editado por

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

H. Beuther, R. S. Klessen, C. P. Dullemond, T. Henning

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

The Origins of Stars and Planets: The VLT View; (2001), Springer; editado por J.F. Alves & M. J. McCaughrean, The Formation of Stars (2004), Stahle, S. W. y Palla, F. editado por WILEY-VCH.

Handbook of Star Forming Regions Vol. I. The Northern Sky; Handbook of Star Forming Regions Vol. II. The Southern Sky (2008), ASP Conference Series, editado por B. Reipurth.

Pre-Main-Sequence Binary Stars, Mathieu, R., (1994), ARA&A; 32, 465.

Bipolar Molecular Outflows from Young Stars and Protostars (1996), Bachiller, R., ARA&A; 34, 111.

The FU Orionis Phenomenon (1996), Hartmann, L., & Kenyon, S.J. ARA&A; 34, 207.

Physical Conditions in Regions of Star Formation; (1999) Evans, Neal J., II ARA&A; 38, 311.

Observations of Brown Dwarfs; (2000) Barsi, G., ARA&A; 38, 485.

Theory of Low-Mass Stars and Substellar Objects; (2000) Chabrier, G., & Baraffe, I., ARA&A; 38, 337.

Dusty Circumstellar Disks; (2001) Zuckerman, B., ARA&A; 39, 549.

Evolution of Debris Disks (2008) Wyatt, M. C., ARA&A; 46,339 Planet Formation (1993) Lissauer, J.J., ARA&A; 31,129

Formation of giant Planets (2007) Lissauer, J.J. & Stevenson, D. J. Protostars and Planets V, Edited by B. Reipurth, D. Jewitt, and K. Keil, University of Arizona Press

Planet Formation Migration (2006) Papaloizou, J. C. B., Terquem, C., Reports on Progress in Physics, 69, 119

Herbig-Haro Flows: Probes of Early Stellar Evolution; (2001) Reipurth, B., & Bally, J. , ARA&A; 39, 403.

Ultra-Compact HII Regions and Massive Star Formation; (2002) Churchwell, E., ARA&A; 40, 27.

Embedded Clusters in Molecular Clouds; (2003) Lada C. J. & Lada, E. A., ARA&A; 41, 57.

New Spectral Types L and T; (2005) Kirkpatrick, J. D., ARA&A; 43, 195.

Toward Understanding Massive Star Formation; (2007) Zinnecker, H., Yorke, H.W. ARA&A; 45, 481

Exoplanet Atmospheres; (2010) Seager, S., Deming, D., ARA&A; 48, 631

The Exoplanet Handbook; (2011) Perryman, M. Editorial Cambridge

Theory of low-mass stars and substellar objects; (2000) Chabrier, G. & Baraffe, I. ARA&A; 38, 337

The Formation and Early Evolution of Low-Mass Stars and Brown Dwarfs; (2012) Luhman, K.,



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

ARA&A; 50, 65

Vida: La Ciencia de la Biología: Heller, C., Orians, G., Purves, B., Sadava, D., Hillis, (2008), D. Editorial Panamericana

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

Asistencia al 70% de las clases teóricas. Presentación oral de un trabajo integrador que, además de los conceptos desarrollados en la materia, requiera del análisis y discusión de investigaciones recientes en el tema. El trabajo será desarrollado en forma gradual y supervisada durante el transcurso de la materia.

#### REGULARIDAD

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

Aprobar el trabajo integrador.

### CORRELATIVIDADES

Para Cursar:

Astronomía General (aprobada).

Astrofísica General (regularizada).

Para Rendir:

Astrofísica General (aprobada).

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Fundamentos de Física Médica.	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS</b>
-----------------------------------

**OBJETIVOS**

- Adquirir conocimientos teórico-prácticos en el área de física medica.
- Instruir al alumno en el uso de radiaciones para terapia.
- Instruir al alumno en el uso de radiaciones para diagnóstico por imágenes.
- Introducir al alumno al manejo de metodologías de dosimetría de radiaciones.
- Introducir al alumno al manejo de técnicas de computo de transporte de radiación.

<b>CONTENIDO</b>
------------------

**MÓDULO I: Introducción a física de partículas e interacciones**

Introducción a la física de partículas. Concepto y modelado de interacciones entre partículas y materia. Procesos básicos de interacción de fotones con medios materiales. Procesos básicos de interacción de electrones y positrones con medios materiales. Introducción a procesos básicos de interacción de neutrones con medios materiales. Introducción a procesos básicos de interacción de iones pesados con medios materiales.

**MÓDULO II: Dosímetros**

Cámaras de Ionización: Farmer y plano-paralela. Detectores de estado sólido: detectores termoluminiscentes (TLD), semiconductores y centelladores plásticos. Filmes dosimétricos. dosímetros químicos: solución de Fricke y polímeros.

**MÓDULO III: Generadores de radiación**

Equipos tradicionales: Kilovoltaje y Megavoltaje. Terapia superficial y profunda. Unidad de 60Co. Acelerador lineal convencional: fotones y electrones. Aceleradores de partículas cargadas masivas: iones pesados y terapia con protones. Hadroterapia. Columnas térmicas y epitérmicas en reactores nucleares. Terapia con neutrones: BNCT.

**MÓDULO IV: Dosimetría convencional y técnicas de irradiación**

Determinaciones dosimétricas en fantoma. Calidad de radiación y distribución de dosis. Cálculo dosimétrico elemental: método standard en terapia externa tradicional. Protocolos dosimétricos. Técnicas de irradiación en terapia convencional: múltiples campos, terapia de arco, IMRT. Braquiterapia. Planificación de tratamientos y sistemas de planificación de uso clínico (TPS). Introducción a algoritmos de "convolution kernel".

**MÓDULO V: Dosimetría avanzada**

Haces mixtos. Descomposición dosimétrica y caracterización: componente terapéutica. Método Milano: dosimetría con diferente composición isotópica del gel de Fricke. Método Mainz: dosimetría con TLD y máscaras de cadmio.

**MÓDULO VI: Nociones básicas en medicina nuclear y dosimetría interna**

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Radionucleidos: producción y caracterización. Actividad. Dosis equivalente, dosis efectiva, transferencia lineal de energía (LET) y daño biológico. Efectividad biológica relativa (RBE) y modelo MIRD. Cálculo de factores S. Radionucleidos para Imaging metabólico.

### **MÓDULO VII: Imaging médico: nociones básicas**

Necesidad de adquirir información del paciente: estructuras anatómicas y datos metabólicos. Imágenes para radioterapia. Radiografía convencional por contraste de absorción. Tomografía computada: algoritmos de reconstrucción 3D. Técnicas de imaging funcional: cámara Gamma, Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) y Positron Emission Tomography (PET).

### **MÓDULO VIII: Simulaciones Monte Carlo**

Procesos estocásticos. Variables aleatorias. Principios de simulación Monte Carlo: códigos FLUKA y PENELOPE.

### **MÓDULO IX: Simulaciones Monte Carlo**

Procesos estocásticos. Variables aleatorias. Principios de simulación Monte Carlo: códigos FLUKA y PENELOPE.

### **Trabajos prácticos especiales ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA**

Práctico de laboratorio I: Mediciones de flujo y espectro de radiación ionizante. Distribución de dosis. Mediciones con cámara de ionización de PDD (percentage depth dose) en fantoma de agua para haces de RX. Complementación con simulaciones Monte Carlo.

Práctico de laboratorio II: Curvas de isodosis en haz de electrones. Mediciones con film dosimétrico de curvas de isodosis en profundidad. Complementación con simulaciones Monte Carlo.

Práctico de laboratorio III: Distribución de dosis para campo conformado. Elaboración de dosímetro de gel Fricke. Análisis óptico del detector. Determinación de distribuciones de dosis en campo conformado. Complementación con simulaciones Monte Carlo.

Práctico de laboratorio V: Distribución 3D de dosis en medicina nuclear. Adaptación y aplicación de rutinas Monte Carlo. Cálculo dosimétrico. Comparación con datos experimentales.

Práctico de laboratorio VI: Imágenes radiográficas y tomográficas. Análisis, reconstrucción volumétrica y procesamiento de imágenes radiológicas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- F. Kahn. The physics of the radiation therapy 3ra. Ed., Editorial Lippincott Williams & Wil, 2003.
- S. Cherry, J. Sorrenson and M. Phelps. Physics in nuclear medicine. Editorial Saunders, Philadelphia Third Edition 2003.
- F. Salvat, J. Fernandez-Varea and J. Sempau. PENELOPE, an algorithm and computing code for Monte Carlo simulation of electronphoton showers. Editorial NEA, France 2003.
- F. Attix. Introduction to radiological physics and radiation dosimetry. Editorial John Wiley and Sons, 1986.
- M. Valente. Física nuclear con aplicaciones. Notas del curso de especialidad en FaMAF 2008. (disponible en: <http://www.famaf.unc.edu.ar/~valente>)
- 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>)
- M. Valente. Física de la Radioterapia. Notas para curso de posgrado Universidad de la Frontera,

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Chile 2009-2010-2011-2012. (disponible en: <http://www.famaf.unc.edu.ar/~valente>)

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- M. Mariani, E. Vanossi, G. Gambarini, M. Carrara, M.Valente. Preliminary results from polymer gel dosimeter for absorbed dose imaging in radiotherapy. RADIATION PHYSICS AND CHEMISTRY Vol. 76 Issue: 8 Number: 9 Pages: from 1507 to 1510 Year: 2007.
- G. Gambarini, D. Brusa, M. Carrara , G. Castellano, M. Mariani, S. Tomatis, M. Valente E. Vanossi. Dose Imaging in radiotherapy photon fields with Fricke and Normoxic-polymer Gels. JOURNAL OF PHYSICS: CONFERENCE SERIES Volume: 41 Issue: 1 Number: 1 Pages: from 466 to 474 Year: 2006.
- G. Castellano D. Brusa, M. Carrara, G. Gambarini, M.Valente. An optimized Monte Carlo (PENELOPE) code for the characterization of gel-layer detectors in radiotherapy. NUCLEAR INSTRUMENTS ANDMETHODS IN PHYSICS RE- SEARCH A - ACCELERATORS, SPECTROMETERS, DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPAMENT Volume: 580 Pages: from 502 to 505 Year: 2007.
- R. Bevilacqua, G. Giannini, F. Calligaris, D. Fonatanarosa, F. Longo, G. Scian, P. Torato, K. Vittor, E. Vallazza, M. Severgnini, R. Vidimari, G. Bartesaghi, V. Conti, V. Mascagna, C. Perboni, M. Prest, G. Gambarini, S. Gay, M. Valente, et. al. PhoNesS: A novel approach to BNCT with conventional radiotherapy accelerators. NUCLEAR INSTRUMENTS ANDMETHODS IN PHYSICS RESEARCH A ACCELERATORS, SPECTROMETERS, DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPAMENT Volume: 572 Issue: 1 Number: 1 Pages: from 231 a 232 Year: 2007.
- G. Gambarini, R.Moss, M. Mariani, M. Carrara, G. Daquino, V. Nievaart, M. Valente. Gel dosimeters as useful dose and thermal-fluence detectors in boron neutron capture (BNCT). JOURNAL OF RADIATION EFFECTS AND DEFECTS IN SOLIDS (ISSN 1042-0150 print/ISSN 1029-4953 on-line) Volume:162 Number: 10-11 Year: 2007.
- M. Valente, E. Aon, M. Brunetto, G. Castellano,F. Gallivanone, G. Gambarini. Gel dosimetry measurements and Monte Carlo modeling for external radiotherapy photon beams. Comparison with a treatment planning system dose distribution. NUCLEAR INSTRUMENTS ANDMETHODS IN PHYSICS RESEARCH A - ACCELERATORS, SPECTROMETERS, DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPAMENT Volume: 580 Pages: from 497 to 501 Year: 2007.
- S. Tomatis, M. Carrara, G. Gambarini, R. Marchesini and M. Valente. Gel-layer dosimetry for dose verification in intensity modulated radiation therapy. NUCLEAR INSTRUMENTS ANDMETHODS IN PHYSICS RESEARCH A - ACCELERATORS, SPECTROMETERS, DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPAMENT Volume: 580 Pages: from 506 to 509 Year: 2007.
- G. Gambarini S. Agosteo S Altieri S. Bortolussi M. Carrara S. Gay C. Petrovich G. Rosi M. Valente. Dose distributions in phantoms irradiated in thermal columns of different nuclear reactors. RADIATION PROTECTION DOSIMETRY Volume: 123 Number: 4 Year: 2007.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

- Dos (2) evaluaciones parciales sobre contenidos teórico-prácticos.
- Seis (6) trabajos prácticos o de laboratorio.
- El examen final contará de una evaluación escrita sobre contenidos teórico-prácticos y de laboratorio.

### **REGULARIDAD**

#### **EXÁMENES PARCIALES**

- Aprobación de 2 exámenes parciales o sus correspondientes recuperatorios con calificación mayor o igual a 4, correspondiente a un 60%.

#### **TRABAJOS PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO**

- Aprobación de un mínimo del 60% de los trabajos prácticos o de laboratorio.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

## **PROMOCIÓN**

No hay régimen de promoción

## **CORRELATIVIDADES**

Para cursar:

regularizada: Electromagnetismo I

Para rendir:

aprobada: Electromagnetismo I



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Inteligencia Artificial	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas.

<b>ASIGNATURA:</b> Inteligencia Artificial	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas.

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

En esta materia se abordan los fundamentos teóricos y prácticos de la inteligencia artificial, con énfasis en métodos de aprendizaje automático supervisado, planificación, razonamiento y representación del conocimiento. Se exploran modelos clásicos y contemporáneos, incluyendo árboles de decisión, redes neuronales y modelos probabilísticos, así como técnicas modernas de inteligencia artificial generativa. Se presentan arquitecturas de modelos generativos aplicadas a la generación de lenguaje natural e imágenes, con especial atención a los modelos fundacionales como los transformadores. A lo largo del curso se analizan aplicaciones en dominios como la visión por computadora, los sistemas expertos y los agentes inteligentes, así como los desafíos éticos y sociales del desarrollo y uso de sistemas inteligentes.

### CONTENIDO

#### **Introducción a la Inteligencia Artificial**

Preguntas fundamentales, test de Turing. Breve historia de la IA. Agentes situados. Contextualización de los paradigmas de IA

#### **Ética de la Inteligencia Artificial**

Impactos sociales de la Inteligencia Artificial. Ética, justicia, legislación, buenas prácticas. Orígenes de las inequidades en Inteligencia Artificial. Equidad, sesgo, y métodos de evaluación para abordarlos.

#### **Representación del conocimiento e inferencia clásica**

Métodos simbólicos. Representaciones estructuradas. Frames, redes semánticas, ontologías. Algoritmos de deducción.

#### **Búsqueda y Planning**

El espacio de soluciones a un problema. Algoritmos de búsqueda en el espacio. Búsqueda informada. Satisfacción de Restricciones. Planning.

#### **Aprendizaje Automático Supervisado**

Inducción de árboles y reglas de decisión. Vecinos más cercanos. Redes Neuronales. Aprendizaje Bayesiano. Aprendedores lineales. Ensembles. Embeddings.

#### **Aprendizaje no supervisado y levemente supervisado**

Clustering. Reglas de asociación. Reinforcement learning. Aprendizaje semi-supervisado. Embeddings neuronales.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

**Inteligencia Artificial Generativa**

Problemas de respuesta abierta. Generación de lenguaje e imágenes. Arquitecturas de los grandes modelos de lenguaje. El paradigma de agentes.

**BIBLIOGRAFÍA****BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Mitchell, Tom M. (1997). Machine Learning. McGraw-Hill.

Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). Pearson.

Traducción: Inteligencia Artificial: Un Enfoque Moderno (3.a ed., 2010). Pearson Educación.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Crawford, K. (2021). The Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence. Yale University Press.

Eubanks, V. (2018). Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor. St. Martin's Press.

Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2023). Speech and Language Processing (3rd ed. draft).

Disponible en línea: <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>

Mitchell, Melanie (2019). Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans. Farrar, Straus and Giroux.

**EVALUACIÓN****FORMAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación será mediante entrega de 4 trabajos prácticos y dos exámenes parciales, con un examen recuperatorio de alguno de los dos parciales.

**REGULARIDAD**

Para que un alumno pueda obtener la condición de alumno regular deberá

- aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios, y
- aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

**PROMOCIÓN**

Para que un alumno pueda obtener la condición de alumno promocional deberá

- aprobar todas las evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete), y
- aprobar al todos los Trabajos Prácticos o de Laboratorio con una nota no menor a 6 (seis).

**CORRELATIVIDADES**

Aprobadas para cursar y rendir:

Correlatividades para LCC:

Matemática Discreta II

Probabilidad y Estadística

Correlatividades para LMA:

Probabilidad y Estadística

Algoritmos y Estructura de Datos

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Interacción de la Radiación Ionizante con la Materia	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La asignatura "Interacción de la Radiación con la Materia", dictada en carácter de Especialidad I, es un curso introductorio a los distintos fenómenos físicos relacionados con la interacción de fotones, en el rango de energía de los rayos X y gamma, partículas cargadas y neutrones con la materia, y a los diferentes sistemas de detección y fuentes de radiación. El marco teórico de este curso provee a aquellos alumnos que desean especializarse en el área de espectroscopía de radiaciones ionizantes, del conocimiento básico para poder iniciar su trabajo especial de licenciatura o bien para poder cursar otras asignaturas especiales en el área de la física de radiaciones. Por su parte, los trabajos prácticos de laboratorio tienen como objetivo contribuir a mejorar la formación de los alumnos en el aspecto experimental y proporcionarles un entrenamiento básico para poder desarrollar experimentos en el área de espectroscopía de rayos X y gamma. El contenido de este curso, en alguno de sus puntos, incorpora elementos modernos de la física de radiaciones con el fin de proveer a los alumnos de una descripción más realista y actual de los distintos procesos de interacción de fotones y partículas subatómicas con la materia y al mismo tiempo acercarlos a las diversas técnicas espectroscópicas que actualmente se utilizan en investigación.

### CONTENIDO

#### **Unidad I: Fotones (rayos X y gamma)**

Sección eficaz de interacción. Sección eficaz total y diferencial. Distintos tipos de interacción. Absorción fotoeléctrica. Sección eficaz. Distribución angular de fotoelectrones. Estructura fina de los bordes de absorción. Dicroísmo circular magnético de rayos x. Ejemplos de técnicas espectroscópicas basadas en la absorción de rayos X. Ejemplos de técnicas espectroscópicas basadas en la detección de fotoelectrones. Procesos de desexcitación atómica. Fluorescencia de rayos x. Procesos Auger. Transiciones Coster–Kronig. Producción de fluorescencia de rayos x, probabilidad de transición Auger y Coster–Kronig. Anchura de línea. Teoría clásica del amortiguamiento por radiación. Ancho energético de estados de vacancia en niveles atómicos. Ancho natural de líneas de emisión. Ejemplos de técnicas espectroscópicas basadas en la desexcitación radiativa de átomos. Dispersión elástica. Dispersión por un electrón libre. Teoría clásica. Sección eficaz de Thomson. Dispersión por un átomo aislado. Teoría clásica. Factor de forma atómico. Descripción del tratamiento cuántico de la sección eficaz de interacción. Dispersión por una molécula. Factor de forma molecular. Dispersión por un cristal. Amplitud de dispersión. Formulación de von Laue y de Bragg. Factor de estructura geométrico. Dispersión por electrones ligados. Teoría clásica de la dispersión de radiación electromagnética por un electrón ligado. Factor de dispersión anómala. Correcciones por dispersión al factor de forma atómico. Ejemplos de técnicas espectroscópicas basadas en la dispersión elástica de rayos X. Dispersión inelástica. Diferentes regímenes de la dispersión inelástica de fotones. Dispersión Compton por un electrón libre y en reposo. Cinemática del proceso de colisión. Sección eficaz de Klein–Nishina. Sección eficaz no relativista. Dispersión Compton por un átomo aislado. Función de dispersión incoherente. Dispersión Compton por electrones en movimiento. Cinemática del proceso de colisión. Sección eficaz. Perfil Compton. Ejemplos de técnicas espectroscópicas basadas en la dispersión inelástica de rayos X Producción de pares e-e+. Umbral de energía para la producción de pares. Producción de pares en el campo nuclear. Producción de pares en el campo de un electrón. Sección eficaz total. Sección eficaz total de interacción. Probabilidad de interacción. Coeficiente de atenuación.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Atenuación de fotones. Camino libre medio. Coeficiente de atenuación para compuestos.

### **Unidad II: Electrones y positrones**

Dispersión elástica. Dispersión Coulombiana por un núcleo. Dispersión Coulombiana por un átomo neutro. Sección eficaz total. Dispersión inelástica. Fórmula de Bethe para el poder de frenado. Corrección por efecto de capas y por efecto de densidad. Emisión de radiación de frenado. Colisiones radiativas con núcleos. Colisiones radiativas con electrones. Sección eficaz total. Poder de frenado radiativo. Poder de frenado total. Rango.

Aniquilación de positrones. Tiempo medio de vida. Distribución angular de la radiación de aniquilación. Formación de positronio. Modos de decaimiento. Aplicaciones.

### **Unidad III: Neutrones**

Distintos tipos de interacción. Dispersión de neutrones térmicos. Sección eficaz. Longitud de dispersión. Dispersión coherente e incoherente.

### **Unidad IV: Detectores de radiación**

Propiedades generales de los detectores de radiación. Resolución en energía. Eficiencia de detección. Tiempo muerto. Modelo paralizante y no paralizante. Detectores gaseosos. Cámara de ionización. Contador proporcional. Detectores de centelleo. Tubo fotomultiplicador. Detectores semiconductores.

### **Unidad V: Fuentes de radiación**

Unidad V: Fuentes de radiación Radioisótopos. Modos de decaimiento. Fuentes radiactivas. Tubo de rayos X. Aceleradores. Radiación de sincrotrón.

### **Unidad VI: Dosimetría de radiaciones**

Cantidades dosimétricas. Niveles de radiación. Protección radiológica.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Jens Als-Nielsen y Des McMorrow, Elements of Modern X-Ray Physics (John Wiley & Sons, 2001). - N.J. Carron, An Introduction to the Passage of Energetic Particles through Matter (Taylor & Francis, 2006). - S.-H. Chen y M. Kotlarchyk, Interactions of Photons and Neutrons with Matter (World Scientific, 2007). - Glenn F. Knoll, Radiation Detection and Measurement (John Wiley & Sons, 2000). - William R. Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments (Springer-Verlag, 1992). - G.L. Squires, Introduction to Theory of Thermal Neutron Scattering (Dover Publications, 1996).

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Apunte de clase.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Se tomarán 2 exámenes parciales sobre contenidos teóricos y prácticos. Más 1 examen parcial recuperatorio.

El examen final será una evaluación escrita de índole teórico-práctica.

### **REGULARIDAD**

Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos.

## **CORRELATIVIDADES**

Para cursar y Rendir: tener Aprobadas Mecánica y Electromagnetismo I.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Ciencia de Materiales.	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El grupo Ciencia de Materiales de Fa.M.A.F. realiza tareas de investigación que requieren conocimientos diferentes y complementarios de los que ofrece la Física del Estado Sólido. Además de los conceptos físicos, son necesarias herramientas que provienen de la química y la ingeniería para poder dar una visión completa de lo que se conoce como materiales y sus propiedades.

Los objetivos de esta materia son por un lado, introducir al estudiante en los conceptos que permiten describir y caracterizar a los materiales, analizar los procesos de elaboración, modificación de sus estructuras y por ende de sus propiedades. Por otro, introducir al estudiante en las técnicas experimentales usuales para el estudio de materiales

#### CONTENIDO

##### Laboratorios

1. Difracción de Rx
2. Elaboración de aleaciones.
3. Microscopía
4. Electrodeposición
5. Métodos de elaboración y análisis de datos obtenidos mediante las diferentes técnicas.

##### Unidad 1: Estructuras cristalinas. Difracción de rayos X.

Sólidos amorfos y cristalinos. Cristales iónicos, cristales covalentes y cristales metálicos. La molécula de polímero, enlace y estructura. Propiedades de los sólidos dependientes del tipo de potencial de interacción: temperatura de fusión, módulo elástico y coeficiente de dilatación térmica. Redes espaciales. Celda unitaria. Celda Primitiva. Redes de Bravais. Principales estructuras cristalinas metálicas. Cristales cúbicos: simples (SC), centrados en las caras (FCC), centrados en el cuerpo (BCC). Estructura Hexagonal (HCP). Otras estructuras cristalinas. Índices de Miller. Índices de planos y direcciones cristalográficas en sistemas cúbicos y hexagonales. Modelo de esferas rígidas. Densidad de distintas estructuras cristalinas. Número de coordinación. Sitios intersticiales, tamaños. Sitios intersticiales en diferentes estructuras. Alotropía o polimorfismo. Análisis de estructuras cristalinas. Rayos X. Difracción de rayos X. Difracción por un cristal. Condiciones de difracción. Ley de Bragg. Métodos experimentales de difracción. Factor de estructura.

##### Unidad 2: Soluciones sólidas

Soluciones. Estructura de las soluciones sólidas. Soluciones intersticiales y sustitucionales. Reglas de solubilidad. Cantidades parciales molares. Energía libre de formación de una solución. Solución ideal. Aproximación cuasiquímica aplicada a soluciones ideales y regulares. Fases de Laves. Orden en soluciones.

##### Unidad 3: Termodinámica metalúrgica

Equilibrio entre fases de composición variable. Solubilidad de una componente ente otra fase. Ecuación de Thompson-Freundlich. Solubilidad retrógrada. Energía libre de sistemas binarios (AB) Energía libre versus composición para el caso: a) A y B tienen la misma estructura cristalina y b) A y B tienen diferente estructura cristalina. Sólidos y líquidos para una solución ideal. Diagramas de

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

fase; diferentes tipos. Gap de solubilidad. Eutéctico simple. Monotéticos. Peritéticos. Diagramas ternarios: el triángulo de composición. Técnicas experimentales para medir diagramas de fases

#### **Unidad 4: Defectos puntuales en cristales. Difusión.**

Defectos puntuales simples: vacancias, intersticiales e impurezas. Defectos de Frenkel y Shottky. Impurezas sustitucionales e intersticiales. Energía libre de formación de defectos puntuales. Concentración de equilibrio de defectos puntuales. Naturaleza de la difusión. Mecanismos de difusión atómica en sólidos. El mecanismo de vacancias. Energía libre de formación y migración de vacancias. Autodifusión en metales puros. autodifusión y difusión de soluto en aleaciones diluidas y concentradas. Efecto Kirkendall. Cortocircuitos de difusión. La ecuación de difusión. Difusión en estado estacionario.. Primera ley de Fick. Segunda ley de Fick. El coeficiente de difusión.

#### **Unidad 5: Defectos lineales en cristales**

Dislocaciones. Dislocaciones de borde, de hélice y mixtas. Dislocaciones extendidas. Dislocaciones parciales. Fallas de apilamiento. Propiedades de las dislocaciones. Dislocaciones en cristales iónicos. Movimiento de dislocaciones. Trepado y deslizamiento cruzado. Interacción entre dislocaciones. Jogs y kinks. Multiplicación de dislocaciones. Interacción entre dislocaciones y defectos puntuales. Difusión atómica en dislocaciones.

#### **Unidad 6: Defectos planos y volumétricos en cristales**

Fallas de apilamiento. Maclas. Energía de falla de apilamiento. Bordes de grano. Tipos de bordes de grano y sus propiedades. Movimiento del borde de grano: deslizamiento y migración. Difusión por borde de grano. Poros internos. Interfases.

Caracterización de microestructuras

Microscopía óptica. Microscopía electrónica de barrido (MEB) y de transmisión (MET).

#### **Unidad 7: Transformaciones Estructurales**

Transformaciones de fase. Fuerzas impulsoras. Transformaciones difusivas y de desplazamiento. Transformaciones controladas por difusión en volumen y por difusión en la interfase. Nucleación homogénea y crecimiento de una segunda fase. Nucleación heterogénea. Solidificación de materiales puros y de aleaciones. Cinética de la interfaz, redistribución de soluto frente a una interfaz plana. Morfologías de la interfaz sólido líquido. Crecimiento dendrítico. Solidificación unidireccional. Cinética de transformaciones de fase difusivas. Ecuación de Avrami. Diagramas TTT. Transformación martensítica. Diagramas de fases metaestables. Cinética de precipitación de fases metaestables.

#### **Unidad 8: Estabilidad de microestructuras**

Contribuciones a la energía libre de una dada microestructura. Energía libre química, de deformación, interfacial, magnética. Exceso de energía libre de una microestructura. Fuerza impulsora de la transformación microestructural. Mecanismos de reducción del exceso de energía libre: crecimiento y disolución de segundas fases, engrosamiento ('ripping') de precipitados, recuperación, poligonización, recristalización, crecimiento de grano. Crecimiento anómalo de grano.

#### **Unidad 9: Propiedades mecánicas**

Elasticidad y anelasticidad. Fluencia y plasticidad. El ensayo tensil. Fractura dúctil. Fractura frágil. Superficies de fractura. Creep. Estadios de creep. Creep secundario. Falla por creep. Fatiga. Mecanismos de fatiga. Falla por fatiga. Ensayos mecánicos

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Swalin R. A. Thermodynamics of solids. John Wiley & Sons, Inc .New York, 1966.

Verhoeven J. Fundamentals in physical metallurgy. John Wiley & Sons, Inc .New York, 1975.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Ashby M. and Jones D. R. H., Engineering Materials vol. 1. Butterworth-Heinemann Oxford, 1997.  
Ashby M. and Jones D. R. H., Engineering Materials vol. 2.: An introduction to Microstructures, Processing and Design Butterworth-Heinemann Oxford, 1997.  
Weertman, J and Weertman Y, Elementary Dislocations Theory. Oxford University Press. London, 1964.  
Kittel, C., Introduction to Solid State Physics, John Wiley & Sons, Inc .New York, 1967.  
Cahn, Robert W., HAASEN, Peter, Physical Metallurgy, Elsevier North Holland, 1996.  
ISBN 978-0-444-89875-3

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Publicaciones seleccionadas

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Se tomarán dos parciales con sus recuperatorios y un examen final.

#### **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.
3. aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

#### **PROMOCIÓN**

No tiene promoción

### **CORRELATIVIDADES**

Para cursar: tener regularizadas

Física Experimental III

Para rendir, tener aprobadas

Física Experimental III y Física Experimental IV



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Geometría Riemanniana	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La geometría Riemanniana estudia variedades diferenciables dotadas de una métrica que permite medir distancias, ángulos y volúmenes de manera coherente con la estructura diferenciable. Esta métrica generaliza las nociones clásicas del espacio euclídeo y se adapta a contextos donde la estructura global puede ser considerablemente más compleja. La comprensión profunda de las geodésicas (que generalizan las líneas rectas como trayectorias localmente óptimas) y de las diversas formas de curvatura (que cuantifican las desviaciones respecto a la geometría plana) es fundamental no solo en geometría, sino también en física teórica, teoría de la relatividad, teoría de la información, mecánica y optimización geométrica. El estudio de estas nociones no solo enriquece la comprensión de las propiedades intrínsecas de las variedades, sino que también establece un puente con aplicaciones significativas en diversas áreas. La interacción entre topología, geometría, álgebra y análisis se hace patente en esta teoría, y su dominio es esencial para cualquier investigador que aspire a trabajar en áreas modernas de las matemáticas y sus aplicaciones.

Las variedades que admiten un alto grado de simetría, los espacios homogéneos, ocupan un lugar central en la geometría diferencial contemporánea. Modelizadas como cocientes de grupos de Lie por subgrupos cerrados, estas variedades permiten explorar de manera sistemática la relación entre la estructura algebraica de los grupos de simetría y las propiedades geométricas del espacio. La incorporación de simetrías facilita un análisis más estructurado y eficiente, ya que la acción de un grupo de simetrías simplifica el estudio geométrico y permite describir el espacio global a partir de su estructura local. Estas variedades aparecen de forma natural en diversos contextos geométricos y físicos, y su estudio se apoya en herramientas algebraicas y diferenciales robustas.

El propósito de este curso es proporcionar a los estudiantes una introducción sólida a la geometría Riemanniana, que sienta las bases conceptuales y técnicas necesarias para comprender las variedades dotadas de una métrica. Posteriormente, se abordará una introducción a las variedades Riemannianas homogéneas, mostrando cómo las ideas de simetría y acción de grupos de Lie enriquecen y amplían el panorama geométrico.

A través del estudio detallado de ejemplos concretos, el curso buscará desarrollar tanto la intuición geométrica como la capacidad de manejar con rigor los conceptos fundamentales. La comprensión de las demostraciones y la conciencia de las hipótesis involucradas serán objetivos centrales, en vista de su importancia para la formación avanzada en geometría y sus aplicaciones. El dominio de estos contenidos proporciona una base sólida para la investigación en geometría diferencial, física matemática, teoría de grupos de Lie y áreas afines, y capacita a los estudiantes para afrontar problemas contemporáneos donde la interacción entre simetría, geometría y análisis es esencial.

### CONTENIDO

#### Unidad I: Conexiones afines

Conexiones afines y su derivada covariante asociada. Transporte paralelo. Geodésicas y la aplicación exponencial. Coordenadas normales. Análisis de campos de Jacobi y puntos conjugados. Grupo de holonomía.

#### Unidad II: Métricas Riemannianas

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Variedades Riemannianas y conexión de Levi-Civita. Propiedades de completitud y los teoremas de Hopf-Rinow y Hadamard.

### Unidad III: La Curvatura

Tensor de curvatura y sus propiedades fundamentales. Identidades de Bianchi. Curvatura seccional, curvatura de Ricci y curvatura escalar. Curvatura seccional constante. Teorema de Schur y sus implicaciones para la geometría de variedades

### Unidad IV: Inmersiones isométricas

Segunda forma fundamental y operador de forma. Curvatura media de inmersiones isométricas. Teorema de Gauss para subvariedades. Subvariedades totalmente geodésicas.

### Unidad V: Campos Killing y Campos de Jacobi

Definición y propiedades de los campos de Killing. Campos de Jacobi y su comportamiento en espacios de curvatura constante. Relación entre puntos conjugados y puntos críticos de la aplicación exponencial.

### Unidad VI: Variedades homogéneas

Grupos de Lie y acciones. Geometría riemanniana homogénea: Submersiones riemannianas y curvatura.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- ] do Carmo, Manfredo Perdigão: "Geometria Riemanniana". 6a edição. Projeto Euclides. Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA). Rio de Janeiro (2019).
- ] Druetta, M. J.: "Notas de geometría riemanniana básica". Trabajos de Matemática, Serie B, 1/87, FaMAF. (1987).
- ] Lee, John M. "Introduction to Riemannian Manifolds". Graduate Texts in Mathematics, Volume 176. Second Edition. Springer Nature Switzerland AG (2018).
- ] Petersen, P.: "Riemannian geometry". Graduate Texts in Mathematics, Volume 171. Third Edition. Springer International Publishing AG (2016).
- ] Salvai, Marcos: "Introducción a la Geometría Riemanniana". Notas de Clases. (2021).

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- ] Gallot, S., Hulin D., Lafontaine, J.: "Riemannian geometry". Universitext. Third Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2004).
- ] Jost, J: "Riemannian Geometry and Geometric Analysis". Universitext. Seventh Edition. Springer International Publishing AG (2017).
- ] Köhler, K.: "Differential Geometry and Homogeneous Spaces". Universitext. Springer-Verlag GmbH, DE, part of Springer Nature (2024).

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

La regularidad se alcanzará a través de la resolución de una colección de ejercicios seleccionados, distribuidos a lo largo del cuatrimestre.

### REGULARIDAD

Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

### PROMOCIÓN

Esta materia no se promociona.

## CORRELATIVIDADES



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

---

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Para cursar:

- Tener regularizada Geometría Superior.
- Tener aprobadas Funciones Reales, Topología General, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.

Para rendir:

- Tener aprobadas Geometría Superior, Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Magnetohidrodinámica.	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Magnetohidrodinámica.	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS</b>
-----------------------------------

Fundamentación:

El plasma es el estado de la materia observable más abundante en el Universo (99%). La mayor parte de las estrellas, el medio interplanetario, interestelar, e intergaláctico es plasma. También se generan en laboratorios terrestres y para aplicaciones industriales. Es por esto que consideramos que la materia es de gran interés para estudiantes de astronomía y física.

Objetivos:

Al finalizar la materia los estudiantes estarán en condiciones de:

- Describir los parámetros característicos de un plasma y sus diferentes regímenes
- Diferenciar los planteos de la MHD de los que requieren soluciones cinéticas
- Abordar la lectura de trabajos científicos en los que se tratan problemas astrofísicos desde la aproximación de la mecánica del continuo
- Comprender problemas en los que se aborda la dinámica de flujos astrofísicos en la aproximación del continuo
- Resolver problemas analíticos sencillos
- Caracterizar los diferentes tipos de ondas MHD que se propagan en un plasma y caracterizar los distintos tipos de ondas de choque MHD
- Comprender enunciados de teoremas de la especialidad
- Iniciar en forma guiada un trabajo de investigación en la especialidad

<b>CONTENIDO</b>
------------------

### 1. Introducción

Consideraciones generales sobre la teoría de plasma. Caracterización de la noción de plasma. Longitud de Debye-distancia de apantallamiento. Logaritmo de Coulomb. Movimiento de partículas cargadas en campos electromagnéticos: campo magnético uniforme; deriva  $E \times B$  de campos uniformes; movimiento en campos no uniformes; deriva  $\text{Grad}(B)$ ; deriva de curvatura; movimiento en campos suavemente dependientes del tiempo; invariantes adiabáticos.

### 2. Plasma como fluido

Descripción cinética. Descripción de fluido. Aproximación MHD. Ecuaciones MHD: Ecuaciones de continuidad, cantidad de movimiento y energía. Fuerza de Lorentz. Ecuaciones de Maxwell. Ley de Ohm. Ecuación de inducción. Límite difusivo. Límite de conductividad perfecta. Tubos de flujo magnético y hojas de corriente. Congelamiento del campo a la materia. Parámetros adimensionales:  $N^{\circ}$  Reynolds,  $N^{\circ}$  Reynolds magnético,  $N^{\circ}$  de Mach,  $N^{\circ}$  de Mach Alfvén, parámetro

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

de plasma: beta.

### 3. Equilibrios magnetohidrostáticos

Ecuaciones de la magnetohidrostática. Superficies magnéticas. Variación de la presión con la altura cuando actúa la gravedad y el campo magnético. Equilibrios libres de fuerzas. Equilibrio cuando actúa el gradiente de presión y la fuerza de Lorentz. Equilibrios con simetría cilíndrica. Campos puramente axiales y puramente azimutales.

### 4. Ondas MHD

Linealización de las ecuaciones y modos fundamentales. Ondas acústicas. Ondas de Alfvén y ondas magnetoacústicas. Ondas de gravedad. Propagación en medios inhomogéneos. Ondas de choque. Choques magnetosónicos rápidos y lentos.

### 5. Calentamiento y Reconexión magnética

Formación de hojas de corriente. Reconexión magnética. Tasa de reconexión. Modelo de Sweet-Parker. Modelo de Petschek.

### 6. Teoría de dínamo

Teorema de Cowling. Generación de campos por efecto dínamo. Electrodinámica de campo medio. Ondas de dínamo.

### 7. Turbulencia MHD

Turbulencia isótropa y homogénea. Invariantes ideales y distribuciones de equilibrio. Regímenes de decaimiento selectivo y alineamiento dinámico. Espectros de energía. Intermitencia. Flujos estacionarios. Aspectos topológicos de la MHD. Helicidad magnética. Teorema de Woltjer.

### 8. Dinámica de la corona solar: Viento solar

Introducción. Modelos de calentamiento por disipación Joule de corrientes. Estabilidad térmica de arcos magnéticos. Fulguraciones solares. Componentes lenta y rápida del viento solar. Modelo de Parker. Agujeros coronales y "streamers". Mecanismos de aceleración y calentamiento.

### 9. Dínamos en discos astrofísicos y galácticos

Discos en astrofísica: proto-planetarios, estelares y de acreción. Condiciones astrofísicas de los discos. Inestabilidad Magnetorrotacional. Creación de jets. Dínamos galácticos. Campos magnéticos en galaxias. Turbulencia interestelar y vientos. Modelos de Winding. Dinamo Alpha-Omega. Rayos cósmicos.

### 10. Campos magnéticos cosmológicos

El problema de los campos magnéticos primordiales. Evolución con el redshift. Campos magnéticos en el medio intergaláctico. Cúmulos, vacíos y filamentos cósmicos. Rayos cósmicos ultra energéticos.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Baumjohann, W., Treumann, R., 2004. "Basic Space Plasma Physics", London, Imperial College Press.
- Nakariakov V., Verwichte E., 2005. "Coronal Waves and Oscillations", Liv.Rev.,2,3
- Biskamp, D. 1993. "Nonlinear magnetohydrodynamics", Cambridge Univ. Press. Green ball
- Biskamp, D. 2000. "Magnetic reconnection in plasmas", Cambridge Univ. Press.
- Chen, F.F. 1974. "Introduction to plasma physics", Plenum Press (NY).
- Choudhuri, A. 2004. "The Physics of Fluids and Plasmas", Cambridge Univer. Press.
- Kronberg, P. 2016, "Cosmic Magnetic Fields", Cambridge Univer. Press.
- Forbes, T., and Priest, E.R. 1999, "Magnetic reconnection: MHD theory and applications", Cambridge Univ. Press.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

- Freidberg, J.P. 1987, "Ideal magnetohydrodynamics", Plenum Press (NY).
- Golub, L., and Pasachoff, J.M. 1997, "The Solar Corona", Cambridge Univ. Press.
- Goedbloed, J.P and Poedts, S., 2004 "Principles of magnetohydrodynamics" Cambridge Univ. Press
- Rudiger, G., Hollerbach R., "The Magnetic Universe", Wiley Vch.
- Priest, E.R. 1982, "Solar magnetohydrodynamics", D. Reidel Publ. Co.
- Raichoudhuri, A., 1998, "The Physics of Fluids and Plasmas. An Introduction for Astrophysicists", Cambridge Univ. Press.
- Schwartz, S., Owen, C., Burgess, D., 2004, "Astrophysical Plasmas", London University of London.
- Sturrock, P.A. 1994, "Plasma physics", Cambridge Univ. Press.

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

Se realizarán 2 evaluaciones parciales, cuyos contenidos serán los vistos en el teórico/práctico. Respecto a la parte teórica los alumnos deberán exponer un trabajo o conjunto de trabajos que expliquen algún tema relacionado con la materia en donde se apliquen conceptos de la materia. 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. Y un examen final con una exposición oral.

#### REGULARIDAD

El alumno deberá: aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

### CORRELATIVIDADES

Para cursar la asignatura:

Electromagnetismo I aprobado y Electromagnetismo II regularizado.

Para rendir el final:

Electromagnetismo II aprobado.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Resonancia Magnética Nuclear.	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Materia fundamental para comenzar a incursionar en la Resonancia Magnética Nuclear. En éste curso se proveen las herramientas básicas para una comprensión de la RMN tanto desde el punto de vista de la física clásica como de la mecánica cuántica.

### CONTENIDO

#### 1 - Introducción

- a) Magnetismo.
- b) Magnetismo nuclear.
- c) Espin nuclear.

#### 2 - Principio básicos de la Resonancia Magnética Nuclear

- a) Descripción clásica de la RMN. Un espín en presencia de un campo magnético estático y uno rotante. El sistema rotante. Condición de resonancia.
- b) Magnetización macroscópica y su dinámica. Ecuaciones de Bloch.
- c) Detección de la señal de RMN. La FID y el espectro. Sensitividad en RMN.

#### 3 - El espectrómetro de RMN

- a) Imanes y diferentes tipos de campos magnéticos
- b) El transmisor
- c) El sintetizador.
- d) La llave de r.f.
- e) El amplificador de r.f.
- f) El duplexor
- g) El cabezal
- h) El receptor
- vii) Recepción en cuadratura
- viii) El conversor Analógico-digital

#### 4 - Resumen de mecánica cuántica.

- a) Operadores, conmutadores, representación matricial.
- b) Momento angular.
  - i) Operadores momento angular.
  - ii) Operadores rotación.
  - iii) Autovalores y autofunciones del operador momento angular.
  - iv) Representación matricial de los operadores momento angular.
  - v) Momento angular de espín.
  - vi) Operadores de espín.

#### 5 - Interacciones en RMN

- a) Hipótesis del Hamiltoniano de espín.
- b) Interacciones electromagnéticas.
- c) Interacciones internas y externas al sistema de espín.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

## 6 - El operador densidad de espín

- Poblaciones y coherencias.
- Órdenes de coherencia.
- Equilibrio térmico en presencia de un campo magnético estático.
- El operador densidad en el sistema rotante.
- Operadores producto.

## 7 - Descripción cuántica de la RMN

Breve repaso de los conceptos necesarios.

## 8 - Elementos de una secuencia de pulsos

- Pulsos de radiofrecuencia.
- Evoluciones libres.
- Adquisición de señales

## 9 - Teoría de Relajación en RMN

- Enfoque clásico de la relajación.
- Enfoque semiclasico. Densidades espectrales y dependencia con la temperatura.
- Enfoque cuántico de la relajación. Teoría de Redfield.
- Medición de tiempos de relajación.

## 10 - Imágenes por RMN

- Gradientes de campo magnetico.
- Principios básicos de la codificación espacial.
- La codificación de fases.
- La codificación de lectura.
- Secuencias básicas utilizadas en imágenes.

## Prácticos de laboratorio

Experimentos y procesamiento de datos.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Introducción a la Resonancia Magnética Nuclear. Lisandro Buljubasich Gentiletti, Editorial de la UNC, 2023.
- Spin Dynamics. Basics of Nuclear Magnetic Resonance. M. H. Levitt. John Wiley and Sons, 2008.
- Quantum Description of High-Resolution NMR in Liquids. M. Goldman. Oxford University press, 1988.
- Principles of Nuclear Magnetic Resonance in One and Two Dimensions, Oxford, 1994.
- Principles of Nuclear Magnetic Resonance Microscopy. P. Callaghan. Clarendon Press, Oxford, 1991.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- NMR: Tomography, Diffusometry, Relaxometry, R. Kimmich, Springer Verlag, New York, 1997.
- Translational Dynamics & Magnetic Resonance. P. Callaghan. Oxford, 2011.
- Single Sided NMR. F. Casanova, J. Perlo, B. Blümich. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2011.
- Computer Simulations in Solid State NMR I, Spin Dynamics theory. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 17, 117-154 (2003).
- Computer Simulations in Solid State NMR II, Implementations for Static and Rotating Samples. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 18, 1-23 (2003).
- Computer Simulations in Solid State NMR III, Powder Averaging. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 18, 24-55 (2003).
- Zeeman Truncation in NMR I. The Role of Operator Commutation. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 43, 91-108 (2015).



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

- Zeeman Truncation in NMR II. Time Averaging in the Rotating Frame. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 43, 109-126 (2015).

### EVALUACIÓN

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Durante el cuatrimestre habrá varios Trabajos Prácticos. Al final del cuatrimestre se realizará una evaluación escrita con una duración aproximada de cuatro horas con opción de modalidad oral.

#### **REGULARIDAD**

Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio y aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos.

### CORRELATIVIDADES

Para Cursar: (regularizadas)

Física General IV, Electromagnetismo I, Métodos Matemáticos de la Física II, Mecánica Cuántica I

Para Rendir: (aprobadas)

Física General IV y Métodos Matemáticos de la Física II



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción al Radar Meteorológico.	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

El radar meteorológico se ha convertido en una herramienta indispensable para el diagnóstico y el pronóstico meteorológico y para el estudio de la dinámica interna de celdas de tormenta en su diversidad de clases, de los procesos que desencadenan tormentas de polvo, de erupciones volcánicas, para la detección y seguimiento de migraciones de aves e insectos, para la detección y seguimiento de tornados, cortantes de viento y microbursts (consistentes en la caída de grandes masas de aire que adquieren una mayor densidad por enfriamiento radiativo). Como tal, el estudio de los principios físicos que rigen el funcionamiento de un radar meteorológico constituye un área básica del conocimiento que un profesional debe adquirir en su ciclo formativo de grado en un nivel de especialización. Este es el fin que se propone alcanzar a través del dictado de la materia "Introducción al Radar Meteorológico. Entre los objetivos de esta materia se propone que los alumnos que participen de ella adquieran conocimientos teóricos y prácticos sobre: propagación de ondas electromagnéticas, interacción entre la señal de radar y su ambiente, análisis estadístico de señales meteorológicas, espectro Doppler de señales meteorológicas y métodos de procesamiento de señales meteorológicas.

### **CONTENIDO**

#### **Unidad 1. Ondas Electromagnéticas y Propagación**

- 1.1 Ondas
- 1.2 Trayecto de Propagación
  - 1.2.1 Índice Refractivo del Aire
  - 1.2.2 Refractividad N
  - 1.2.3 Atmósfera Estratificada Esféricamente

#### **Unidad 2. El Radar y su Entorno**

- 2.1 El Radar Doppler (Aspectos de la Transmisión)
  - 2.1.1 El Haz Electromagnético
  - 2.1.2 Ganancia de Antena
- 2.2 Sección Eficaz de Scattering
- 2.3 Atenuación
- 2.4 El Radar Doppler (Aspectos de la Recepción)
  - 2.4.1 Ecuación del Radar
  - 2.4.2 El Receptor Incoherente
  - 2.4.3 El Receptor Coherente (Componentes en Fase y en Cuadratura)
- 2.5 Ambigüedades

#### **Unidad 3. Señales de Ecos Meteorológicos**

- 3.1 Muestras de Señales Meteorológicas
- 3.2 Muestras de Potencia
- 3.3 Estadística de Señales
- 3.4 Ecuación del Radar Meteorológico
  - 3.4.1 Factores de Reflectividad

#### **Unidad 4. Espectro Doppler de Señales Meteorológicas**

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

- 4.1 Análisis Espectral de Señales Meteorológicas
  - 4.1.1 Transformada Discreta de Fourier
  - 4.1.2 Convolución y Correlación
  - 4.1.3 Espectro de Potencia de Secuencias Aleatorias
  - 4.1.4 Sesgo, Varianza y Efecto Ventana
  - 4.1.5 Estimaciones Espectrales
  - 4.1.6 Varianza del Periodograma
- 4.2 Espectro de Señales Meteorológicas, Reflectividad y Campos de Velocidad Radial
  - 4.2.1 Espectro de Potencia para Cortante de Viento y Reflectividad Uniformes
  - 4.2.2 Contribuciones de Mecanismos Meteorológicos Independientes al Espectro de Potencia
  - 4.2.3 Distribución de Probabilidad de Velocidades Turbulentas al Espectro de Potencia
- 4.3 Ancho del Espectro de Velocidades

## **Unidad 5. Mediciones de la Precipitación**

- 5.1 Distribuciones de Tamaños de Gotas
  - 5.1.1 Distribuciones de Gotas de Nubes
  - 5.1.2 Distribuciones de Tamaños de Gotas
  - 5.1.3 Distribuciones de Tamaños de Granizos
- 5.2 Velocidades Terminales
- 5.3 Intensidad de Precipitación, Reflectividad y Contenido de Agua (Líquida)
  - 5.3.1 Contenido de Agua (Líquida)
  - 5.3.2 Factor de Reflectividad Z
  - 5.3.3 Intensidad de Precipitación
- 5.4 Mediciones Monoparamétricas de la Precipitación
  - 5.4.1 Método del Factor de Reflectividad
    - 5.4.1.1 Relaciones R, Z para la Lluvia
    - 5.4.1.2 La Integral Area-Tiempo
    - 5.4.1.3 Relaciones R, Z para Nieve y Granizo
    - 5.4.1.4 Signaturas de Granizos en el Campo de Reflectividad
  - 5.4.2 Método de Atenuación
  - 5.4.3 Método de la Fase Diferencial
- 5.5 Mediciones Multiparamétricas de la Precipitación
  - 5.5.1 Longitud de Onda Dual
  - 5.5.2 Diversidad de Polarizaciones
    - 5.5.2.1 Matriz de Backscattering
    - 5.5.2.2 Matriz de Covarianza de Backscattering y Productos Polarimétricos
    - 5.5.2.3 Efectos de Propagación
    - 5.5.2.4 Matriz de Coeficientes de Backscattering y Reflectividades para Esferoides Achatados
  - 5.5.3 Aplicación de la Polarización Dual
    - 5.5.3.1 Estimación de Intensidad de Precipitación
    - 5.5.3.2 Distinción entre Hidrometeoros de Hielo y Agua – Uso de Factores de Reflectividad
    - 5.5.3.3 Distinción entre Hidrometeoros de Hielo y Agua – Uso de Reflectividad y Diferencia de Fase Específica
    - 5.5.3.4 Use del Coeficiente de Correlación
    - 5.5.3.5 Uso de la Tasa de Despolarización Lineal
    - 5.5.3.6 Mediciones Combinadas
    - 5.5.3.7 Pluviómetro y Radar
- 5.6 Distribuciones de Hidrometeoros a partir del Espectro Doppler

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>
---------------------

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Doppler Radar and Weather Observations  
Doviak and Zrnić, second Edition  
Dover Books, 2006



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

"Radar for Meteorologists". Fifth edition.

Ronald E. Rinehart. 2004

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

El examen final constará de una evaluación escrita sobre contenidos prácticos y de una exposición oral sobre temas teóricos.

#### **REGULARIDAD**

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

#### **PROMOCIÓN**

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

### **CORRELATIVIDADES**

Para cursar y para rendir:

Electromagnetismo II (aprobada)

Métodos Matemáticos de la Física II (aprobada)



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Materia Oscura y Galaxias	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Materia Oscura y Galaxias	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Existen importantes cuestiones vinculadas a la formación y evolución de galaxias y sistemas y su actual constitución que pueden ser abordados a través de la dinámica de las galaxias y los procesos astrofísicos debidos a las interacciones con el medio intergaláctico. El entendimiento de estos procesos, además de proveer información relevante a la astrofísica de la formación estelar en galaxias, efectos de feedback y el rol de interacciones entre galaxias y el medio, puede aportar al mejor entendimiento de las propiedades de la materia oscura allanando el camino hacia la comprensión de su naturaleza.

Los principales objetivos del curso pueden resumirse en los siguientes: Profundización de los conocimientos sobre la dinámica de las galaxias en sistemas. Estudiar los efectos de feedback estelar en galaxias y sistemas. Analizar el rol de las interacciones ente galaxias y con el medio intragrupo. Estudiar los efectos de lentes gravitacionales generados por dichos sistemas

Abordar a través de los tópicos analizados, diferentes propiedades de la materia oscura.

#### CONTENIDO

##### **Unidad 1: Dinámica de sistemas de galaxias**

Estudios recientes sobre la dinámica de las galaxias en sistemas. Grupos difusos, compactos y cúmulos ricos. Estudios de órbitas en simulaciones numéricas

Análisis de sistemas de galaxias en el espacio proyectado de fases. Diferencias en los comportamientos de muestras de galaxias según su color y morfología

##### **Unidad 2: Efectos de lentes en sistemas de galaxias**

Lentes gravitacionales débiles. Tratamiento reciente en catálogos observacionales Distribución inferida de la materia oscura en diferentes

sistemas: Galaxias individuales, grupos compactos, grupos difusos y cúmulos. Otros sistemas

##### **Unidad 3: El medio intergaláctico en sistemas**

Constitución del medio intergaláctico. Feedback estelar y efectos de interacciones entre galaxias y de presión de barrido en el medio interestelar de galaxias. Órbitas de galaxias e inhomoegenidades del medio intragrupo.

##### **Unidad 4: Distribución de materia luminosa y oscura en sistemas.**

Segregación entre materia bariónica y oscura en sistemas. Modelos de materia oscura y sistemas de galaxias. Simulaciones numéricas hidrodinámicas. Confrontación observacional.

#### BIBLIOGRAFÍA

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Peebles P.J.E. Principles of Physical Cosmology 1993. Princeton University Press
- Helmi A. )2020) Annual rev. of Astronomy and Astrophysics 58, 205.
- Meneghetti et al. Science 369, 6509 (2020)
- Haggar et al (20021) . Astroph 2101.03178

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Los estudiantes realizarán tres Trabajos Prácticos relacionados con temas teóricos para lo cual se requerirán conocimientos de programación.

Será necesario el manejo de datos de simulaciones numéricas y catálogos observaciones.

Examen final oral

#### **REGULARIDAD**

- Aprobar al menos dos de los tres Trabajos Prácticos.

### **CORRELATIVIDADES**

Para cursar: Mecánica (aprobada).

Para rendir: Mecánica (aprobada).

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Medio Interestelar, Galaxias Starburst y Núcleos Activos de Galaxias	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### **FUNDAMENTACIÓN 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, H $\alpha$ , 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

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

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. & Shradler, 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.

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

Se evaluarán los informes que realice el alumno de tres trabajos prácticos que tendrán lugar durante el dictado de la materia. Además, el alumno deberá preparar un seminario con tema a elección, para exponer y ser evaluado 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



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

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

Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos (tres de cuatro, incluyendo el seminario).

#### **CORRELATIVIDADES**

Para cursar:

- Astronomía Esférica (aprobada) – Astrofísica General (regularizada).

Para rendir:

- Astrofísica General (aprobada).



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Microcontroladores	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 1° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Sistemas Electrónicos de Instrumentación.	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 1° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Que el alumno sea capaz de interpretar el funcionamiento de los módulos internos del microcontrolador y programar los mismos. Utilizar el microcontrolador en experiencias de Laboratorio y el Control de Procesos.

#### **CONTENIDO**

##### **Unidad 1: Arquitectura del Microcontrolador**

- 1.1- Organización de la memoria
- 1.2- Memoria de programa.
- 1.3- Memoria de datos.
- 1.4- Registros de funciones especiales.

##### **Unidad 2: Set de Instrucciones**

- 2.1- Instrucciones orientadas a byte.
- 2.2- Instrucciones orientadas a bit.
- 2.3- Instrucciones de control.
- 2.4- Herramienta de desarrollo. (MPLAB)

##### **Unidad 3: Puertos de Entrada Salida**

- 3.1- Estructura y registros asociados.
- 3.2- Aplicaciones.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

##### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- 1- "Microcontrollers Handbook" - Microchip Technology Inc.
- 2- "Embedded Control Handbook" - Microchip Technology Inc.

#### **EVALUACIÓN**

##### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Serán evaluados todos los prácticos experimentales de laboratorio.  
Entrega de los trabajos prácticos en las fechas establecidas.

##### **REGULARIDAD**

Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

##### **PROMOCIÓN**



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

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

### **CORRELATIVIDADES**

Para cursar:

- Arquitectura de Computadoras (regularizada).
- Sistemas Operativos (aprobada).

Para rendir:

- Arquitectura de Computadoras (aprobada).



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Redes Neuronales	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Redes Neuronales	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Redes Neuronales	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Redes Neuronales	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 Horas.

<b>ASIGNATURA:</b> Redes Neuronales	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática Aplicada	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 60 Horas.

#### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

El curso tiene como principal objetivo dotar a los estudiantes avanzados del área de neurociencia teórica y computacional del Doctorado en Neurociencias de la Universidad Nacional de Córdoba y de otras carreras afines de herramientas matemáticas y computacionales que le permitan encarar el desafío de modelar procesos neuronales, desde nivel molecular y celular hasta grandes redes de neuronas artificiales. El curso cubrirá tanto el modelado biológico de sistemas neuronales, como el estudio y uso de redes neuronales como instrumentos del aprendizaje automático. En particular se darán nociones básicas de aprendizaje profundo.

#### **CONTENIDO**

##### **Elementos de Sistemas dinámicos.**

El concepto de sistema dinámico. El proceso de modelado. Linealidad vs. no linealidad. Describiendo un sistema dinámico desde el punto de vista matemático. Ecuaciones diferenciales

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

ordinarias. Clasificación de Sistemas Dinámicos. Sistemas autónomos y no autónomos. Sistemas estacionarios vs. sistemas no estacionarios. Comportamiento caótico.

El caso unidimensional. Análisis geométrico de las soluciones. Puntos de equilibrio y el concepto de estabilidad. Análisis de estabilidad lineal. Existencia y unicidad. Diagramas de fases. Métodos numéricos para la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias. Método de Euler y métodos de Runge-Kutta de 2 y 4 orden. Análisis de bifurcaciones. El caso bidimensional. Análisis de estabilidad lineal. Clasificación de los puntos fijos. El plano de fase. Puntos fijos y linealización. Bifurcaciones en sistemas bidimensionales. El caso tridimensional y de dimensiones mayores a tres. El ejemplo del sistema de Lorenz. El concepto de caos. Atractores extraños. Sensibilidad a las condiciones iniciales. El exponente de Liapunov. El efecto de la dimensionalidad del sistema en su dinámica.

Sistemas discretos. Mapas unidimensionales. Puntos fijos. El mapa logístico. La ruta de duplicación de período al caos.

### **Modelado matemático de neuronas.**

Propiedades eléctricas de las neuronas. ¿Qué es una neurona artificial?. Neurona de McCulloch-Pitts. Modelos "integrate-and-fire". Conductancias dependientes del voltaje. El modelo de Hodgkin-Huxley. Modelados de canales. Conductancia sináptica. Sinapsis en neuronas "integrate-and-fire".

### **Introducción a las redes neuronales.**

¿Qué es el aprendizaje automático? Repaso y presentación de diferentes problemas y técnicas. Aprendizaje de conceptos. Árboles de decisión. Evaluación de hipótesis. Aprendizaje Bayesiano. Conjuntos de clasificación. Reducción de dimensionalidad. Regresión lineal. Regresión no lineal y logística. Neuronas artificiales. Inspiración biológica. Historia. Redes de neuronas artificiales. La función de activación. Posibles arquitecturas.

### **Redes neuronales Feed-forward:**

Reglas de la plasticidad sináptica. Aprendizaje no supervisado. El Perceptrón simple. Neuronas escalón, lineales y no lineales. El método del descenso por el gradiente. El Perceptrón multicapas. Separabilidad lineal. El método de back-propagation y algoritmos asociados. Generalización. Aproximación de funciones continuas. Algoritmos de crecimiento de arquitecturas. Aprendizaje no supervisado. Condicionamiento clásico. Aprendizaje reforzado. Aprendizaje representacional. Aprendizaje competitivo. Aplicaciones.

### **Redes neuronales recurrentes**

Inspiración biológica. Funciones de base radial. Redes de base radial. Algoritmos. Aplicaciones. El modelo de Hopfield para memoria asociativa. Capacidad de almacenamiento. Neuronas estocásticas. El modelo de la pseudo inversa. Dilución sináptica. Mapas auto organizados. Red neuronal de Kohonen. La máquina de Boltzmann. Autoencoders.

### **Aprendizaje profundo**

Introducción al aprendizaje profundo. Autoencoders apilados. Redes convolucionales. Red de creencia profunda. La máquina de Boltzmann profunda. Modelos generativos profundos. Aplicaciones y casos de éxito.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- "Nonlinear dynamics and chaos", S.H. Strogatz, Addison-Wesley Publishing Company, 1994.
- "Introduction to the Theory of Neural Computation", J. Hertz, A. Krogh and R.G. Palmer, Santa Fe Institute, 1991.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

- “Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems”, P. Dayan and L. Abbot, MIT Press, 2001
- “Machine Learning”, T.M. Mitchell, McGraw-Hill, 1997.
- “Deep learning”, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio and Aaron Courville, MIT Press, 2016
- “Neural Networks and Deep Learning”, Michael A. Nielsen, Determination Press, 2016

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Se darán tres trabajos prácticos numéricos que se deben entregar a lo largo del curso . Estos serán individuales y se evaluarán con calificación de 0 a 10 puntos.

Además de aprobar los trabajos prácticos, deberán presentar un trabajo final integrador dispuesto por el equipo docente. Este trabajo final integrador se defenderá el día del examen y será individual.

### REGULARIDAD

Aprobar al menos el 60% de los trabajos prácticos

## CORRELATIVIDADES

Para la Licenciatura en Física:

Para Cursar:

- tener regularizadas Electromagnetismo I y Métodos Matemáticos de la Física II
- tener aprobadas Métodos Numéricos y Métodos Matemáticos de la Física I.

Para Rendir:

- tener aprobadas Electromagnetismo I y Métodos Matemáticos de la Física II.

Para la Licenciatura en Matemática:

Para Cursar:

- tener regularizada Ecuaciones Diferenciales I.
- tener aprobadas Funciones Reales, Topología General, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial y Física General.

Para Rendir:

- tener aprobadas Ecuaciones Diferenciales I, Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.

Para Licenciatura en Astronomía:

Para cursar:

- tener regularizadas Electromagnetismo I, Astronomía General y Métodos Matemáticos de la Física I.

Para rendir:

- tener aprobada Electromagnetismo I, Astronomía General y Métodos Matemáticos de la Física I.

Para la Licenciatura en Matemática Aplicada:

Para cursar y para rendir:

- Algoritmos y estructura de datos (regular)
- Probabilidad y Estadística (aprobada)
- Calculo Vectorial (aprobada)

Para la Licenciatura en Ciencias de la Computación:

Para cursar:

- Algoritmos y estructura de datos (regular)
- Análisis Matemático II (aprobada)

Para rendir:

- Algoritmos y estructura de datos (aprobada)



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Relatividad General I	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Los objetivos de este curso son el aprendizaje de los principios de la Relatividad General, de las ecuaciones de Einstein y de los elementos de Matemática requeridos, y su aplicación a las soluciones cosmológicas más simples y al estudio detallado de la solución de agujero negro de Schwarzschild.

Con este contenido se logra una percepción clara de la teoría y se adquieren las herramientas básicas para profundizar su estudio y eventualmente iniciar tareas de investigación en Relatividad General.

### CONTENIDO

#### Preliminares Matemáticos

1. Tensores sobre un espacio vectorial real  $V$

Espacio vectorial dual  $V^*$ , isomorfismo canónico  $V^{**} = V$ , producto tensorial, espacios tensoriales sobre  $V$ , interpretaciones para tensores de rango  $(k; l)$ . Tensores en Física.

2. Variedades diferenciales y campos tensoriales

El concepto de variedad diferencial  $M$ . Espacio tangente en un punto  $T_pM$ , tensores sobre  $T_pM$ . Campos tensoriales. Variedades pseudo-Riemannianas.

3. Curvatura

Transporte paralelo y conexión. Geodésicas. Conexión de Levi-Civita, unicidad de conexión métrica sin torsión.

Propiedades de geodésicas de conexiones métricas. Tensor de Riemann, identidades de Bianchi. Descomposición del tensor de Riemann, tensores de Weyl y de Ricci. Tensor de Einstein, propiedades. Métodos para calcular el tensor de Riemann.

#### Relatividad General

4. La noción de evento y de espaciotiempo

Variedades diferenciales como modelos del espaciotiempo. El espacio tiempo en la física prerrelativista, en relatividad especial y en relatividad general. La gravedad como propiedad del espacio tiempo.

5. Ecuaciones de Einstein:

Repaso de relatividad especial. Las ecuaciones de Einstein. Tensor de energía momento para diversos modelos de materia. La aproximación lineal a las ecuaciones de Einstein, límite Newtoniano y ondas de gravedad. Fórmula cuadrupolar.

6. Cosmologías homogéneas e isotrópicas:

El concepto de homogeneidad e isotropía en relatividad general. Dinámica de los universos homogéneos e isotrópicos, la solución de Friedmann-Lemêtre-Robertson-Walker. El corrimiento al rojo cosmológico y los horizontes cosmológicos. La evolución del universo.

7. Solución de Schwarzschild. Nociones básicas de agujeros negros

Derivación de la solución de Schwarzschild. Solución interior. Geodésicas en Schwarzschild. Tests experimentales clásicos de la relatividad general. La extensión de Kruskal. El concepto de agujero negro aplicado a la solución de Schwarzschild.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

1- General Relativity, Robert M. Wald, The University of Chicago Press, 1984.

2- Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity, Sean Carroll, Benjamin Cummings, 2003.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

1- Gravitation, Misner, Charles W. and Thorne, Kip S. and Wheeler, John Archibald, W.H. Freeman and Company, 1973.

2- The large scale structure of space-time, S. W. Hawking y G. F. R. Ellis, Cambridge University Press, 1973.

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Examen final teórico-práctico.

#### **REGULARIDAD**

- Aprobar al menos dos exámenes parciales o sus correspondientes recuperatorios,

#### **PROMOCIÓN**

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

### **CORRELATIVIDADES**

Para cursar:

- Electromagnetismo I (aprobada).

Para rendir

- Electromagnetismo II (aprobada).

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Representaciones de Grupos Finitos.	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo de este curso es introducir la teoría de representaciones de grupos finitos sobre cuerpos de característica arbitraria y mostrar cómo se obtienen resultados importantes de la teoría de grupos usando representaciones, i. e. Teorema de Burnside. Puesto que en gran parte del curso se trabaja sobre el álgebra de grupo  $kG$ , este curso serviría de introducción a la teoría de representaciones de distintas álgebras, como por ejemplo álgebras de Lie, álgebras de Hopf, grupos cuánticos.

El problema fundamental de la teoría es determinar todas las representaciones de dimensión finita de un grupo dado  $G$  sobre un cuerpo algebraicamente cerrado  $k$ . Este problema no sólo es interesante en sí mismo y por sus aplicaciones en otros campos, sino que es importante para entender la estructura interna del grupo  $G$ . Las posibles soluciones de este problema se encuadran en dos casos radicalmente diferentes: cuando la característica del cuerpo no divide al orden de  $G$  y cuando sí la divide.

Después de introducir las nociones básicas generales, se desarrollará la teoría para el caso en que el cuerpo tiene característica cero y luego se estudiará la teoría de Brauer que trata sobre representaciones en característica positiva.

Objetivos:

- Introducir al/a la estudiante a los temas básicos de la teoría de representaciones de grupos finitos.
- Discutir diferentes aplicaciones y relaciones que tiene esta área con otras de la matemática.

### CONTENIDO

#### Unidad I: Representaciones y caracteres.

Definiciones y ejemplos básicos. Representaciones irreducibles y completa reducibilidad. El subgrupo derivado y representaciones de dimensión 1. Teoría de caracteres. Lema de Schur. Relaciones de ortogonalidad entre los caracteres. Descomposición de la representación regular. Cantidad de representaciones irreducibles. Descripción explícita de una representación. Ejemplos: grupos simétricos, grupos dihedrales,  $SL_2(k)$ .

#### Unidad II: Construcción de representaciones a partir de otras.

Subrepresentaciones. Representación adjunta. Producto tensorial, restricción e inducción de representaciones.

#### Unidad III: Representaciones en característica cero.

Representaciones y módulos. Teorema de Maschke. Formas bilineales en caracteres. Tabla de caracteres. Caracteres y enteros algebraicos. Dimensión de los módulos simples. Aplicaciones: el teorema de Burnside. Producto tensorial de  $kG$ -módulos. El carácter de una representación inducida. La fórmula de reciprocidad. Criterio de irreducibilidad de Mackey. Teorema de Artin. Teorema de Brauer. Cotas para las dimensiones de representaciones irreducibles. Ejemplos: representaciones de  $GL_2(F_q)$  y  $SL_2(F_q)$ .

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

**Unidad IV: Representaciones modulares.**

Definiciones. El álgebra de grupo  $kG$ . El centro  $kG$ . Teoría de bloques para el anillo  $kG$ . Grupos de Grothendieck. Elementos  $p$ -regulares, subgrupos  $p$ -elementales. El mapa de descomposición. Extensiones de cuerpos de base y grupos de Grothendieck. Caracteres de Brauer. El triángulo de Cartan-Brauer. Envoltentes proyectivas. Propiedades del triángulo de Cartan-Brauer. Relaciones de ortogonalidad de los caracteres de Brauer. Ejemplos: representaciones modulares de los grupos simétricos.

**Unidad V: Temas complementarios.**

El indicador de Frobenius-Schur. Categorías de representaciones. Aplicaciones e implementaciones de rutinas en programas de álgebra discreta computacional: GAP, MAGMA, SAGE.

**BIBLIOGRAFÍA****BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

C. W. Curtis and I. Reiner, Representation theory of finite groups and associative algebras. Reprint of the 1962 original. AMS Chelsea Publishing, Providence, RI, 2006. xiv+689 pp.

G. James and M. Liebeck, Representations and characters of groups. Second edition. Cambridge University Press, New York, 2001. viii+458 pp.

J.-P. Serre, Linear representations of finite groups. Translated from the second French edition by Leonard L. Scott. Graduate Texts in Mathematics, Vol. 42. Springer-Verlag, New York-Heidelberg, 1977. x+170 pp.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

W. Fulton and J. Harris, Representation theory. A first course. Graduate Texts in Mathematics, 129. Readings in Mathematics. Springer-Verlag, New York, 1991. xvi+551 pp.

**EVALUACIÓN****FORMAS DE EVALUACIÓN**

Para aprobar la materia el/la estudiante deberá:

1. presentar resueltos (completos, de forma correcta y por escrito) el 60% de los ejercicios prácticos; y
2. aprobar un examen final que constará de una evaluación escrita sobre contenidos teóricos y prácticos.

**REGULARIDAD**

-) Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas; y

-) Presentar resueltos (completos, de forma correcta y por escrito) y aprobar el 60% de los ejercicios prácticos

**PROMOCIÓN**

No se considerará régimen de promoción.

**CORRELATIVIDADES**

Para cursar:

Tener aprobadas: Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Física General.

Para rendir tener aprobada: Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Física General.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Técnicas de Detección de Exoplanetas	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Existen en la actualidad más de 4000 exoplanetas caracterizados con distintas técnicas de detección, casi todas ellas indirectas. Es necesario comprender el fundamento de dichas técnicas y sus limitaciones para poder comprender la población de estos nuevos mundos, comparados con los planetas del sistema solar y sus cuerpos menores.

### CONTENIDO

#### La población de exoplanetas

Definición. Compilaciones online y catálogos. Clasificación por masa o radio. Distribuciones de períodos, masas, excentricidades de exoplanetas. Propiedades de las estrellas con exoplanetas.

#### Técnica de velocidad radial

Corrimiento al rojo. Resolución espectral. Determinación de velocidades baricéntricas. Actividad estelar. Otras fuentes de periodicidad. Efectos de alto orden: Rossiter Mc Laughlin. Instrumentos actuales e implementación de futuros instrumentos. Ejemplos de curvas de velocidad radial. Ajustes a datos sintéticos.

#### Técnica de tránsitos

Curvas de luz simplificadas y completas. Efectos de excentricidad en las curvas; anillos planetarios; Búsquedas desde el espacio comparadas con proyectos desde tierra. Mision Kepler, K2. Exactitud en la fotometría y tiempos. Técnicas secundarias: TTV (transit time variation) , TDV (transit duration variation). Tránsitos de exolunas. Ejemplos de curvas de luz. Ajustes a datos sintéticos.

#### Técnicas complementarias.

Limitaciones y Bias: imagen directa (astrometría), pulsar timing, microlentes. Ejemplos de curvas de luz. Ajustes a datos sintéticos.

#### Sistemas extrasolares simples y sistemas binarios

Sistemas extrasolares simples y sistemas binarios. Catálogo actual. Paradigmas de formación.

#### La órbita en el espacio y minimización multiparamétrica

Órbitas keplerianas y órbitas osculadoras. Desarrollos en series de elementos orbitales. Ajuste de planetas individuales y ajustes de sistemas múltiples. Ajustes multiparamétricos no lineales. Fourier para datos no equispaciados. Periodogramas. Algoritmos genéticos; simplex; Detectabilidad y efectos de selección.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Murray C. D., Dermott S. F., Solar System Dynamics, Cambridge University Press, 2008.

Determinacion de parámetros planetarios con técnicas de tránsitos / Ximena Saad Olivera. Famaf

Ajustes orbitales y dinámica de sistemas planetarios extrasolares / Cristian Andrés Giuppone.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Famaf

The Exoplanet Handbook. Michael Perryman. 2nd edition. Cambridge University Press, 2018.

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

La materia consta de 5 guías de ejercicios prácticos.

Los alumnos deben entregar las guías completas, a medida que se avanza en la materia. Aquellos que no aprueben las guías tienen la opción de volverlas a entregar 1 vez.

#### REGULARIDAD

Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

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

### CORRELATIVIDADES

Para LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA – Plan 1971

Correlatividades:

Para cursar: Aprobada Métodos matemáticos de la física I y Óptica astronómica. Regularizada: Astronomía esférica.

Para rendir: Aprobada: Astronomía esférica.

Para LICENCIATURA EN FÍSICA – Plan 1971

Correlatividades:

Para cursar: Aprobada Métodos matemáticos de la física I y Física General IV. Regularizada: Mecánica

Para rendir: Mecánica



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Teoría de Conjuntos Descriptiva y Aplicaciones	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La Teoría de Conjuntos Descriptiva comprende el estudio de subconjuntos definibles en espacios Polacos (i.e., separables completamente metrizable). Estos conjuntos se ordenan en una jerarquía que comienza con los conjuntos borelianos y prosigue con los conjuntos analíticos y proyectivos.

Las aplicaciones de éste tema son variados, desde problemas concierentes a series trigonométricas (notablemente, el problema de “conjuntos de unicidad”) a la lógica y la Computación Teórica (en particular, para procesos de decisión de Markov sobre espacios no discretos).

Por último, es una variante “accesible” de la Teoría de Conjuntos general dado que involucra subconjuntos en espacios concretos.

El objetivo principal es introducir las técnicas de definibilidad y de clasificación estructural de estos conjuntos para identificar problemas “salvajes” y similares, y pasar revista a aplicaciones clásicas al análisis y actuales en el área de las Ciencias de la Computación.

### CONTENIDO

#### 1 - Espacios Polacos

Repaso de espacios topológicos y métricos.

Árboles: representación de conjuntos cerrados.

Ejemplos de espacios polacos: compactos, perfectos, de dimensión cero.

Hipótesis del continuo para espacios polacos.

Conjuntos con la propiedad de Baire.

#### 2 - Conjuntos Borelianos

Definiciones Básicas: espacios medibles. Espacios Borel estándar. El teorema del Conjunto Perfecto para Borelianos. Conjuntos analíticos. Teoremas de Lusin y de Suslin. Teorema de Isomorfismo para espacios Borel estándar. Conjuntos Borel universales.

Repaso de espacios de medida. Medidas Borel. El espacio de medidas de probabilidad. Isomorfismo de medidas.

Relaciones de equivalencia sobre espacios Borel estándar. Selectores y transversales medibles.

Introducción a las estructuras métricas (teoría de modelos continua).

Juegos infinitos. Teorema de Gale-Stewart. Determinación de juegos Borel.

Principio de Determinación.

#### 3 - Conjuntos Analíticos

Representaciones de conjuntos analíticos. Conjuntos analíticos universales.

Determinación para analíticos. Ejemplos de conjuntos analíticos (completos): isomorfismo de estructuras contables; bisimilitud en marcos de Kripke.

Propiedades de regularidad de conjuntos analíticos: del conjunto perfecto, medibilidad universal y propiedad de Baire.

Aplicación a los procesos de decisión de Markov.

### BIBLIOGRAFÍA

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

[1994] A. Kechris, Classical Descriptive Set Theory. Grad. Texts in Math. 156, Springer-Verlag.

[2002] D. Marker, Descriptive Set Theory. Notas de curso en la U. Illinois at Chicago

<http://www.math.uic.edu/~marker/math512/dst.pdf>.

[2006] Notes on Set Theory. Y. Moschovakis. UTM. Springer.

[1986] W. Rudin, Real and Complex Analysis. Third Edition. McGraw-Hill Series in Higher Mathematics.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

[2006] P. Celayes, Procesos de Markov Etiquetados sobre Espacios de Borel Estándar, Trabajo Final de Lic. en Matemática, FaMAF, UNC.

[2012] P. D'Argenio, N. Wolovick, P. Celayes, P. Sánchez Terraf, Bisimulations for non-deterministic labelled Markov processes. Mathematical Structures in Comp. Sci., 22 (1): 43–68.

[2003] G. Hjorth, Countable models and the theory of Borel equivalence relations. En Peter Cholak (ed.), "The Notre Dame lectures". LNL 18, Association for Symbolic Logic.

[2011] P. Sánchez Terraf, Unprovability of the logical characterization of bisimulation. Information and Computation, 209 (7): 1048–1056.

[2017] P. Sánchez Terraf, Bisimilarity is not Borel, Mathematical Structures in Computer Science 27: 1265–1284.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

No habrá evaluaciones durante el cursado

### **REGULARIDAD**

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

## **CORRELATIVIDADES**

Para cursar:

Tener aprobadas: Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Física General, Análisis Matemático III y Álgebra III.

Para rendir tener aprobada: Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Física General.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Teoría del Funcional de la Densidad y cálculos ab initio	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

\*Fundamentación:\*

La Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) es un procedimiento variacional alternativo a la solución de la ecuación de Schrödinger. En la DFT, el funcional de la energía electrónica se minimiza con respecto a la densidad electrónica, siendo uno de los métodos más utilizados en los cálculos de materiales para estudiar las propiedades de la estructura electrónica de la materia, tanto en física como en química cuántica.

El origen de la teoría del funcional de la densidad se remonta a un modelo desarrollado por Llewellyn Thomas y Enrico Fermi a finales de los años 1920. Sin embargo, fue a mediados de los años 1960 cuando Pierre Hohenberg, Walter Kohn y Lu Sham establecieron el formalismo teórico en el que se basa el método desarrollado actualmente. En 1998, Walter Kohn, físico teórico austriaco nacionalizado estadounidense, recibió el premio Nobel de Química por sus aportes al desarrollo de esta teoría.

Los métodos tradicionales en las teorías de la estructura electrónica de la materia, en particular la teoría de Hartree-Fock y sus derivados, se basan en una función de onda multielectrónica. La resolución directa de la ecuación de Schrödinger proporciona una descripción precisa de sistemas cuánticos pequeños. A medida que aumenta la complejidad del sistema, las ecuaciones resultantes se vuelven cada vez más difíciles de resolver, tanto numéricamente como analíticamente y el número de partículas involucradas y las interacciones entre ellas aumentan significativamente.

La aplicabilidad práctica de la ecuación de Schrödinger se ve limitada en sistemas más grandes y complejos. La DFT reformula el problema para obtener, por ejemplo, la energía y la distribución o densidad electrónica del estado fundamental, trabajando con el funcional de la densidad electrónica en lugar de hacerlo con la función de ondas. Una ventaja es que la densidad es una magnitud más simple que la función de ondas y, por lo tanto, más fácil de calcular. En la práctica, esto permite abordar sistemas mucho más complejos: la función de ondas de un sistema de  $N$  electrones depende de  $3N$  variables, mientras que la densidad electrónica solo depende de 3 variables.

En el cálculo Hartree-Fock (HF), la aproximación es llamada "aproximación de campo central". En el método de la DFT, hay un Hamiltoniano aproximado y una expresión aproximada de la densidad electrónica total. El término "ab initio" proviene del latín y significa "desde el principio". Este nombre se da a los cálculos derivados directamente de principios teóricos (como la ecuación de Schrödinger), sin incluir información experimental.

Originalmente, la DFT se desarrolló en el marco de la teoría cuántica no relativista (ecuación de Schrödinger independiente del tiempo) y de la aproximación de Born-Oppenheimer. La teoría fue extendida posteriormente al dominio de la mecánica cuántica dependiente del tiempo, y se conoce como la TD-DFT (Teoría del Funcional de la Densidad Dependiente del Tiempo) y al dominio relativista. Entre otras cosas, esto permite calcular estados excitados y obtener la densidad de estados electrónicos vinculados con espectros de emisión y absorción.

La teoría de perturbaciones de muchos cuerpos (MBPT) ofrece herramientas poderosas como el formalismo de la ecuación de Bethe-Salpeter (BSE), introducido por primera vez en 1951 para calcular estados ligados de dos partículas. En el contexto de la absorción óptica, el formalismo de la BSE se utiliza para describir excitaciones de pares electrón-hueco. De particular interés son los pares electrón-hueco ligados conocidos como excitones. La BSE puede formularse como un problema de auto valores de un Hamiltoniano relativista efectivo de dos partículas. Dado que la

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

BSE describe pares electrón-hueco interactuantes, es natural introducir una base de dos partículas que refleje la excitación (términos resonantes) y la desexcitación (términos anti-resonantes) de pares electrón-hueco independientes.

\*Objetivos:\*

El objetivo de este curso es proporcionar una introducción a la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT), explorando su evolución y desarrollo teórico. Comenzaremos con la aproximación de Born-Oppenheimer, en la cual se considera que los núcleos son mucho más pesados que los electrones, permitiendo despreciar su energía cinética. Esto simplifica el problema de muchos cuerpos a un gas de electrones que se mueve en un potencial externo generado por los iones.

Se presentará el Modelo semiclásico de Thomas Fermi, como la relación entre el potencial externo y la densidad es obtenido minimizando la energía total con respecto a la densidad y el modelo de gas de electrones no interactuantes, para mostrar el primer esfuerzo de formular la Teoría de la Funcional Densidad.

Se muestra que la DFT se fundamenta en los dos teoremas de Hohenberg-Kohn, los cuales establecen que el estado fundamental de un sistema de partículas puede ser completamente caracterizado mediante su densidad electrónica. Estos teoremas permiten deducir que cualquier observable del estado fundamental es una funcional de la densidad. A partir de ellos, se desarrollaron métodos computacionales para calcular propiedades de un sistema resolviendo las ecuaciones de Kohn-Sham. La energía de Kohn-Sham incluye un término de Hartree y un término de correlación e intercambio, el cual no puede calcularse de forma exacta. Se discutirán las aproximaciones para este término, fundamentales para los cálculos, como la Aproximación de Densidad Local (LDA), las Aproximaciones de Gradientes Generalizados (GGA), como la de Perdew–Burke–Ernzerhof (PBE), y la Aproximación Becke–Johnson Modificada (mBJ), que mejora los resultados para estados excitados.

El curso cubrirá métodos "all-electron" así como aquellos que emplean "pseudopotenciales" para resolver las ecuaciones de Kohn-Sham en sistemas físicos de interés. En la aplicación de la metodología ab initio, se considerarán celdas unitarias y superceldas para sistemas cristalinos, con la inclusión de vacío para el tratamiento de superficies, y el análisis de nanomateriales de baja dimensión. También se abordará el tratamiento de sistemas sin simetría, como moléculas o macromoléculas.

Como parte del curso, se realizarán trabajos prácticos sobre sistemas masivos, superficies y sistemas bidimensionales. Al finalizar, los estudiantes estarán capacitados para realizar cálculos ab initio en diversos sistemas físicos utilizando una variedad de programas de cálculo. Además, se extenderá el curso para incluir la aplicación del formalismo de la ecuación de Bethe-Salpeter (BSE) para calcular estados excitados.

## CONTENIDO

### Unidad 1: Hamiltoniano cuántico DFT

Hamiltoniano cuántico mediante el cual se resuelve el problema de muchos cuerpos. Aproximación de Born-Oppenheimer. Gas de electrones confinados en un volumen. Modelo de Thomas Fermi (TF) del gas de electrones no interactuantes. Las ecuaciones de TF junto con el principio variacional como primera formulación de la DFT.

### Unidad 2: Fundamentación de la Teoría del Funcional de la Densidad

Teoría del funcional de la densidad electrónica para sistemas de partículas interactuantes en un potencial externo. Teoremas de Hohenberg y Kohn. Ecuaciones de Kohn-Sham. Funcional universal para la energía. Densidad exacta del nivel fundamental para minimizar la energía.

### Unidad 3: Resolución del problema mediante cálculos autoconsistentes.

Modelos de LDA y GGA para la correlación e intercambio. Electrones en la estructura periódica de la banda de cristales. Simetrías cristalinas y simetrías de la red recíproca. Funciones de Bloch. Modelos de Electrones casi libres y Tight binding. Combinación lineal de Orbitales atómicos LCAO. Estructuras de bandas de orbitales s y p. Funciones Wannier

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

máximamente localizadas.

#### **Unidad 4: Otros programas de cálculo**

Presentación del Software WIEN2k. Inicialización del cálculo autoconsistente. Análisis de inputs, estructura cristalina y variables del cálculo. Cálculos de densidad de estados, estructura de bandas, densidad electrónica de carga, espectros de absorción y emisión. Funciones de Wannier máximamente localizadas

#### **Unidad 5: Quantum Espresso**

Presentación de una suite integrada de códigos informáticos de código abierto para cálculos de estructura electrónica y modelado de materiales a escala nanométrica. Está basada en la teoría del funcional de la densidad, ondas planas y pseudopotenciales. Se analizan ejemplos de archivos de entrada para distintos sistemas y diferentes postprocessing. Ejemplos de Nudget Elastic Bands (NEB)

#### **Unidad 6: Otros programas de cálculo**

Presentación de los Softwares Exciting y ORCA. Cálculo autoconsistente. Se analizan algunos casos, del sistemas periódicos para Exciting y moléculas para ORCA. Se analizan los inputs y puntos a considerar para realizar los cálculos. Se realizarán tutoriales mostrando cálculos de densidad de estados, estructura de bandas, densidad electrónica de carga, dinámica molecular.

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

1. Density-Functional Theory of Atoms and Molecules (International Series of Monographs on Chemistry) Autor Robert G. Parr, Autor, Colaborador Yang Weitao Editor: Oxford University Press; Edición: New Ed (1 de enero de 1989) Colección: International Series of Monographs on Chemistry ISBN-10: 0195092767. ISBN-13: 978-0195092769
2. A Primer in Density Functional Theory Editors: Fiolhais, Carlos, Nogueira, Fernando, Marques, Miguel A.L. ISBN 978-3-540-37072-71.
3. Density Functional Theory: A Practical Introduction Author(s): David S. Sholl Janice A. Steckel Print ISBN:9780470373170 |Online ISBN:9780470447710 |DOI:10.1002/9780470447710. Copyright © 2009 John Wiley & Sons, Inc.

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

1. User's Guide, WIEN2k 23.2 (Release 07/24/2024) Peter Blaha, Karlheinz Schwarz, Georg K. H. Madsen, Dieter Kvasnicka, Joachim Luitz, Robert Laskowski, Fabien Tran, Laurence D. Marks, Vienna University of Technology. Institute of Materials Chemistry. Getreidemarkt 9/165-TC A-1060 Vienna, Austria.
2. Developer's Manual for Quantum ESPRESSO (v.7.2).  
<http://www.quantum-espresso.org/resources/developers-manual>.
3. ORCA Manual. [https://cec.mpg.de/fileadmin/media/Forschung/ORCA/orca\\_manual\\_5\\_0\\_1.pdf](https://cec.mpg.de/fileadmin/media/Forschung/ORCA/orca_manual_5_0_1.pdf)
4. Exciting manual. <https://exciting-code.org/home/about/tutorials>

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Evaluación continua mediante realización y presentación de trabajos prácticos. Debe presentar y aprobar tres trabajos prácticos y un trabajo final integrador.

#### **REGULARIDAD**

- a. Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
- b. Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### **PROMOCIÓN**

- a. Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
- b. Aprobar todos los Trabajos Prácticos o de Laboratorio obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).
- c. Aprobar un coloquio acompañando la presentación del trabajo final integrador con una nota no menor a 7 (siete).

### **CORRELATIVIDADES**

Para cursar y rendir: Haber regularizado Mecánica Cuántica I y Termodinámica y Mecánica Estadística I.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Topología Algebraica	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Topología Algebraica	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La Topología Algebraica es una rama de la Matemática que utiliza herramientas algebraicas para el estudio de espacios topológicos. El objetivo es definir invariantes algebraicos computables que permitan clasificar los espacios topológicos salvo homeomorfismo, o también, salvo equivalencia homotópica.

Se estudiarán los grupos de homotopía, en particular el primer grupo de homotopía denominado grupo fundamental y los grupos de homología, una sucesión de grupos abelianos asociados a cada espacio topológico que se utilizan para la clasificación de dichos espacios.

### CONTENIDO

#### Unidad 1: Homotopía

Homotopía. Equivalencia homotópica, retractos, retractos por deformación, espacios contráctiles. Homotopía de curvas. Grupo fundamental.

#### Unidad 2: Revestimientos

Revestimientos. Levantamiento de curvas y homotopías. Cubrimiento universal. Grupo fundamental y transformaciones de cubrimiento. Existencia. Espacios simplemente conexos. Grupo fundamental del círculo. Aplicaciones. Grupo fundamental de las esferas  $S^n$ ,  $n > 1$  y de espacios de adjunción.

#### Unidad 3: Teorema de Seifert-Van Kampen

Grupos libres. Grupos presentados por generadores y relaciones. Producto amalgamado de grupos. Teorema de Seifert-Van Kampen. Aplicación al cálculo del grupo fundamental de diversos espacios.

#### Unidad 4: Homología singular

Simples, Operador de borde, homología singular. Complejos, homomorfismos, sucesiones exactas largas, homomorfismo de conexión. Homología relativa.

#### Unidad 5: Teoremas de homotopía y escisión

Equivalencia homotópica. Operador inducido en homología. Axiomas de homología. Homología simplicial.

#### Unidad 6: Cálculo de Homologías

Homología de la esfera  $S^n$ . Consecuencias. Sucesión de Mayer-Vietoris. Cálculo de la homología de las superficies compactas. Homología del toro y de la botella de Klein. Homología del toro  $n$ -dimensional. Grado de una función en la esfera. Propiedades. Teorema de Jordan-Brower.

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

### **Unidad 7: Complejos CW**

Espacios CW-finitos. Espacios de adjunción. Homología de espacios CW. Números de Betti y característica de Euler. Espacios proyectivos, toros y sumas conexas.

### **Unidad 8: Cohomología**

Cohomología singular. Expresión de la cohomología en términos de la homología. Teorema del coeficiente universal. Cálculo en ejemplos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

[GS] "Introducción a la Topología Algebraica", Alicia García y Cristián Sánchez. FaMAF-UNC, 1994.

[Ha] "Algebraic Topology", Hatcher, Cambridge University Press, 2001.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Topology and Geometry, G. Bredon, Springer Verlag, 2002.

Lectures on Algebraic Topology, L. Greenberg, W. A. Benjamin, 1977.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

El examen final será individual, con una parte escrita y una parte oral. Durante el cuatrimestre se tomarán dos parciales y sus correspondientes recuperatorios.

### **REGULARIDAD**

Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

## **CORRELATIVIDADES**

Para cursar:

Tener regularizadas: Funciones Reales y Geometría Superior.

Tener aprobadas: Topología General, Geometría Diferencial y Álgebra III.

Para rendir tener aprobada: Funciones Reales y Geometría Superior.