



EXP-UNC 38074/2017

## VISTO

Lo dispuesto en la Ord. HCD N° 4/2011, que establece el régimen de alumno; y

## CONSIDERANDO

Que en el Artículo 47° de la mencionada Ordenanza se establece que los programas de las materias deben ser aprobados por el Consejo Directivo, y que en los mismos debe estar explícito con detalle los contenidos de la materia subdivididos en unidades temáticas, la fundamentación, objetivos, bibliografía, carga horaria, ubicación en el plan de estudios, metodología de trabajo y evaluación;

Que de acuerdo al Artículo 48° de la misma Ordenanza, el programa vigente de cada materia es el que se encuentra aprobado al día de comienzo de clases;

Que el Consejo de Grado ha revisado los programas de aquellas materias cuyos programas fueron modificados o se dictaron por primera vez.;

Que el Consejo de Grado ha revisado los programas de todas las materias que se dictan en el 2do cuatrimestre de 2017.

Por ello,

EL CONSEJO DIRECTIVO  
DE LA FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA, FÍSICA Y COMPUTACIÓN

RESUELVE:

ARTÍCULO 1°: Aprobar los programas de las materias que se detallan a continuación y que, como anexo, forman parte de esta resolución:

### Materias Obligatorias:

- Análisis Matemático I (Licenciatura en Computación).
- Elementos de Física.
- Física Experimental IV.
- Geometría I.
- Mecánica Clásica.

### Especialidades y Optativas:

Especialidades de la Licenciatura en Astronomía:

- Análisis astrofísico de datos digitales.
- Elementos de reducción de datos. Fotometría y Espectroscopía.
- Formación Estelar y Planetaria.
- Formación y Evolución de Galaxias.
- Medio Interestelar, galaxias Starburst y Núcleos Activos de Galaxias.



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 38074/2017

- Métodos y Herramientas de Mecánica Celeste aplicadas al Sistema Solar.
- Radioastronomía Galáctica y Extragaláctica.

Especialidades de la Licenciatura en Física:

- Electrónica Molecular.
- Elementos de Computación Cuántica.
- Física Computacional.
- Física de los Materiales.
- Fundamentos de Física Médica.
- Interacción de la Radiación con la Materia.
- Introducción a la Física de la Atmosfera.
- Introducción a la Resonancia Magnética Nuclear.
- Plataformas Configurables para Instrumentación Científica.
- Relatividad General I.

Especialidades de la Licenciatura en Matemática:

- Álgebras de Lie.
- Combinatoria.
- Ecuaciones Diferenciales Multi-Escala y Aplicaciones.
- Geometría Integral, Estadística y Estereología en Procesamiento de Imágenes 3D.
- Introducción a la Geometría Riemanniana.
- Introducción a Problemas Elípticos Lineales y No Lineales.
- Topología Algebraica.

Optativa en Matemática:

- Estructuras Algebraicas II.
- Topología Algebraica.

Optativa del Profesorado en Matemática:

- Historia de la Matemática.
- Matemática Financiera.

ARTÍCULO 2º: Notifíquese, publíquese y archívese.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA, FÍSICA Y COMPUTACIÓN A VEINTIOCHO DÍAS DEL MES DE AGOSTO DE DOS MIL DIECISIETE.

**RESOLUCIÓN CD N° 265/2017**

Dra. SILVIA PATRICIA SILVETTI  
SECRETARIA GENERAL  
FaMAF

Dra. Ing. MIRTA IRIONDO  
DECANA  
FaMAF



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

**ANEXO**

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Análisis Matemático I (LC)	<b>AÑO:</b> 2017
<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

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Análisis Matemático I es una de las primeras materias que cursan los ingresantes a la Lic. en Ciencias de la Computación, por lo cual contribuye en el desarrollo del pensamiento matemático de los 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 al estudiante 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 con 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 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 valor de la variable determinado 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 de la variable determinado que permite profundizar más detalladamente en el comportamiento de las funciones. Asimismo se presenta el concepto de integral como herramienta para medir áreas. Ambos conceptos son fundamentales en el análisis de las funciones que trasciende las técnicas de cálculo, por lo cual es importante la comprensión de los mismos en su sentido geométrico y analítico.

El valor del alcance y la profundidad del estudio de las funciones es incompleto si no se comprende su utilidad y se analizan sus aplicaciones en situaciones del entorno cotidiano o de otras ciencias. Es importante en la formación de los 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 abordará 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 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 lo posible, 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.

*Handwritten signatures and initials on the left margin.*



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

- Comprender la noción de límite de una función cuando la variable tiende a un valor determinado o crece indefinidamente. 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 y interpretar su solución en el contexto del planteo del problema.
- Realizar demostraciones sencillas de algunas afirmaciones matemáticas.

### CONTENIDO

#### 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.. Funciones trigonométricas. Funciones exponenciales y logarítmicas. Propiedades, ejemplos y aplicaciones.

#### 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.

#### 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. Derivada de funciones logarítmicas. Aplicaciones.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- \*M. Urciuolo, P. Klsbye, Notas de Análisis Matemático I (en edición)
- \*L. Leithold, El cálculo
- S. Lang, Cálculo
- \*C. Boyallian, E. Ferreyra, M. Urciuolo, C. Will, Un Segundo curso de cálculo.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- \*Stewart, J. Cálculo,
- \*Spivak, M. Calculus

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

Se tomarán dos parciales, con la posibilidad de recuperar uno de ellos.  
Se tomaran parcialitos en forma no obligatoria, pero que pretenden ayudar a afianzar los conocimientos, luego de cada guía de prácticos.  
Se propiciará una evaluación continua del aprendizaje.  
El examen final contará de una evaluación escrita sobre contenidos teórico- prácticos.

#### REGULARIDAD



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



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

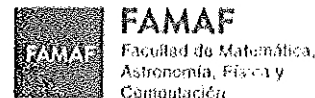
EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar las dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

#### PROMOCIÓN

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



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Elementos de Física	AÑO: 2017
CARACTER: Obligatoria	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 2° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Profesorado en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 195 horas

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Se presentan los conceptos básicos y fundamentales de la Física con énfasis en la Mecánica Clásica. El egresado de esta carrera estará en condiciones de dictar cursos de Física, por lo que conocimiento de sus fundamentos es esencial.

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

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

**CONTENIDO**

**El proceso de medición.**

Ámbito de la Física: el objeto de estudio. El proceso de medición: constitución y resultados. Magnitudes físicas y unidades. Promedio y varianza. Histograma. Errores en la medición.

**Representación gráfica.**

Representación gráfica de resultados. Relaciones lineales y linealizables. Método de cuadrados mínimos. Regresión lineal.

**Movimiento Rectilíneo.**

Posición de una partícula en el espacio. Movimiento en la recta. Posición y desplazamiento. Función posición. Velocidad media e instantánea. Aceleración media e instantánea. MRU y MRUV. Condiciones iniciales para el movimiento. Ejemplos: movimiento con aceleración constante; caída libre.

**Movimiento en el plano.**

Posición de una partícula en el plano. Vector posición. Proyecciones sobre ejes cartesianos: componentes. Posición, velocidad y aceleración: magnitudes vectoriales. Trayectoria. Proyecciones tangencial y normal de la aceleración. Ejemplo 1: trayectoria de un proyectil. Posiciones alcanzables e inalcanzables. Ejemplo 2: movimiento circular. Proyección tangencial y centrípeta de la aceleración. Velocidad y aceleración angular.

**Composición de movimientos.**

Descripción del movimiento desde distintos sistemas de coordenadas. Transformaciones de Galileo; hipótesis. Velocidad relativa.

**Momento lineal y fuerza. Movimiento en la recta.**

Medición de masa inercial. Colisiones y conservación del momento lineal. Colisiones elásticas. Centro de masa. Fuerza: intensidad de interacción. Fuerza gravitatoria. Fuerza eléctrica. Fuerza de un resorte. El principio de superposición.

**Momento lineal y fuerza. Movimiento en el plano.**

Carácter vectorial de la fuerza y el principio de superposición. Movimiento del centro de masa. Fuerzas de contacto.

#### **Impulso y trabajo. Energía.**

Impulso de una fuerza. Trabajo de una fuerza. Teorema del trabajo y la energía (teorema de las fuerzas vivas). Energía potencial. Diagramas de energía. Energía potencial y el principio de superposición.

#### **Oscilaciones.**

Oscilador lineal. Ecuación del oscilador armónico. Oscilaciones de pequeña amplitud de un péndulo.

#### **Momento cinético.**

Momento cinético y campo de fuerzas central. Conservación del momento cinético de dos partículas en interacción. Carácter vectorial del momento cinético. Descomposición: momento cinético orbital y de espín. Impulso angular.

#### **El campo central.**

Ley de gravitación universal. Ley de gravitación y órbitas planetarias. Dispersión de Rutherford.

#### **El cuerpo rígido.**

Cinemática del cuerpo rígido. Ecuaciones de movimiento. Movimiento en un plano. Péndulo físico.

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Física para ciencias e ingeniería / Raymond A. Serway, John W. Jewett.
- Introducción al estudio de la mecánica, materia y ondas / Uno Ingard, William L. Kraushaar.
- Introducción a las mediciones de laboratorio / Alberto Pascual Maiztegui, Reinaldo J. Gleiser.
- Material de referencia incluido en <http://www.famaf.proed.unc.edu.ar/cours/view.php?id=344>

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Mecánica elemental : complementos para su enseñanza y estudio / Juan Gregorio Roederer.
- The Feynman lectures on physics / Richard P. Feynman, Robert B. Leighton, Matthew Sands.

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

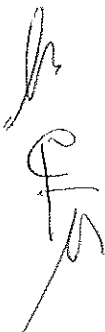
1. Dos evaluaciones parciales
2. Realización de prácticas de laboratorio de realidad virtual y material.
3. Participación en las clases de resolución de problemas.
4. Presentación de un coloquio (para la promoción)

#### **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 los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

#### **PROMOCIÓN**

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





EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Física Experimental IV	AÑO: 2017
CARACTER: Obligatoria	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 3° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 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 organizarán seminarios con profesores invitados que contemples aspectos históricos o novedosos de la óptica.

#### Clases de laboratorio

Se realizarán prácticos de laboratorio que cubrirán los siguientes temas:

- Refracción y Reflexión de la luz, Óptica Geométrica, Sistemas ópticos, Instrumentos ópticos.
- Fotometría, Polarización y Elipsometría.
- Interferencia y Difracción.
- Naturaleza corpuscular de la radiación.

### BIBLIOGRAFÍA



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

### 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.

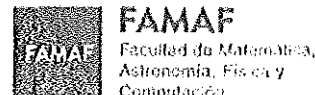
## EVALUACIÓN

### 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 dos prácticos especiales en los cuales trabajarán en forma individual e independiente.

### PROMOCIÓN

No corresponde



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Geometría I	AÑO: 2017
CARACTER: Obligatoria	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 2º año 2º cuatrimestre
CARRERA: Profesorado en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 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.

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 euclídeana del plano. Walter Dal Lago.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Curso de geometría métrica. Tomo I. Pedro Puig Adam.

- El Plano. Juan A. Tirao.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Para evaluar el desempeño de los alumnos se toman dos exámenes parciales, durante el dictado de la asignatura, y luego un examen final para su aprobación.

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.

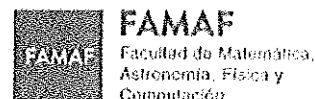
### **REGULARIDAD**

Para regularizar se requiere la asistencia al 70% de las clases, tanto teóricas como prácticas, y aprobar los dos parciales con la posibilidad de un examen recuperatorio en caso de desaprobado uno de ellos.

### **PROMOCIÓN**

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





EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Mecánica Clásica	AÑO: 2017
CARACTER: Obligatoria, optativa	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 3° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Profesorado en Matemática, Profesorado en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 135 horas (Prof. en Física) / 165 horas (Prof. en Matemática)

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

La Mecánica es un área básica de la Física, de especial relevancia para el desarrollo de las intuiciones y los razonamientos básicos sobre conceptos fundamentales como el tiempo, el espacio, la distancia, la medición, el reposo, el movimiento, las fuerzas.

La relevancia de estas nociones tanto para el pensamiento científico como para los razonamientos sobre fenómenos de la vida cotidiana confiere una importancia fundamental a la capacitación de los profesores de física para poder diseñar formas adecuadas de llevar al aula el tratamiento de estos temas.

Pero además la Mecánica plantea el desafío de formar al profesor en otro tipo de razonamientos absolutamente diferentes, como los que se utilizan en las formulaciones variacionales de la Mecánica. Y también es necesario, dentro del marco de la Mecánica, que el profesor conozca y pueda llevar al aula las concepciones básicas de la Teoría de la Relatividad.

En atención a estas ideas planteadas se han determinado los siguientes objetivos para esta materia:

- o Profundizar en la formulación de la Mecánica newtoniana, y en los principales problemas de comprensión de la misma.
- o Desarrollar estrategias adecuadas para el tratamiento de los aspectos mecánicos de los temas habituales en la vida cotidiana, incluyendo problemáticas astronómicas, movimientos de fluidos, y nociones de esfuerzos, deformaciones y propiedades mecánicas de los materiales.
- o Conocer la formulación variacional de la mecánica, y desarrollar capacidad para resolver casos típicos en las formulaciones lagrangeana y hamiltoniana.
- o Comprender los límites de la Mecánica Clásica, las razones para modificar los conceptos clásicos de tiempo y espacio, y los conceptos básicos de la Teoría Especial de la Relatividad.

**CONTENIDO**

**PARTE 1: MECÁNICA NEWTONIANA. Unidad 1. Leyes de la Dinámica del movimiento lineal**

Discusión y análisis del significado de las leyes de la dinámica del punto material.

Referenciales inerciales y no inerciales. Sistemas de coordenadas cartesiano ortogonal, esférico, y cilíndrico.

Sistemas de partículas - cuerpos rígidos. Centro de masa. Conservación de la cantidad de movimiento lineal y angular en sistemas aislados. Trabajo y energía cinética. Fuerzas conservativas y energía potencial.

**Unidad 2. Revisión de casos típicos importantes de movimiento lineal**

Caída libre en un campo gravitatorio constante.

Fuerza elástica y movimientos oscilatorios. Amortiguación y resonancia.

Movimientos con conservación de la energía mecánica.

Movimientos orbitales. El problema de Kepler. Reducción al sistema centro de masa.

Vibraciones y rotaciones de moléculas diatómicas.

**Unidad 3: Dinámica de rotaciones.**

Rotación del sólido rígido. Tensor de Inercia. Ejes principales. Momento de inercia.

Rodadura. Precesión. Nutación.

#### **Unidad 4: Nociones de elasticidad y deformaciones**

Nociones de resistencia de materiales. Propiedades mecánicas básicas.  
Tensor de esfuerzos y deformaciones.  
Movimientos simples de fluidos.  
Viscosidad.  
Teorema de Bernoulli.

#### **Unidad 5: Mecánica analítica**

Principio de mínima acción. Coordenadas generalizadas. Función lagrangeana. Ecuaciones de Euler Lagrange.  
Ecuaciones de Hamilton. Función hamiltoniana y su interpretación. Variables conjugadas.  
Transformaciones canónicas.

#### **Unidad 6. Cinemática relativista.**

La constancia de la velocidad de la luz a partir del electromagnetismo - Experimento de Michelson-Morley.  
Postulados de Einstein. Transformaciones de Lorentz.  
Adición de velocidades. Diagrama de Minkowsky. Efecto Doppler.

#### **Unidad 7. Dinámica relativista.**

Cuadrivectores. Cuadrivector impulso energía. Nociones de dinámica relativista.

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Mecánica Clásica. Herbert Goldstein. Ed. Addison-Wesley Publishing Company, o cualquier otra edición española, por ejemplo Ed. Aguilar. S.A.  
Mecánica. Landau & Lifshitz. Ed. Reverté. S.A.  
Fundamentos de la Mecánica de Sistemas de Partículas. Osvaldo Moreschi. Ed. Universidad Nacional de Córdoba.  
Física 1 – para Ciencias Químicas. L.M. Iparraguirre. Ed. Brujas

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Cualquier texto de Mecánica de nivel universitario básico, como Física 1, de Alonso, o Tipler, o Hech, o Sears, etc.

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Los temas a tratar se presentarán en clases teórico-prácticas.  
Se efectuará un seguimiento a lo largo de las actividades prácticas, que se completará con la exigencia de entregar "tareas de deber para la casa", que serán evaluadas y discutidas semanalmente.  
Luego habrá dos exámenes parciales, con contenido teórico y práctico, más una instancia de recuperación de alguno de ellos.

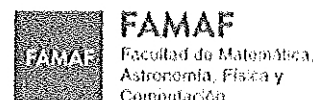
#### **REGULARIDAD**

- 1.- Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases (teóricas, o prácticas).
- 2.- Aprobar al menos el 60% de las "tareas de deber para la casa".

#### **PROMOCIÓN**

- 1.- Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases (teóricas, o prácticas).
- 2.- Aprobar al menos el 60% de las "tareas de deber para la casa".
- 3.- Aprobar las dos evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).





EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Análisis Astrofísico de Datos Digitales	<b>AÑO:</b> 2017
<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**

Fundamentación: la materia brinda herramientas de trabajo fundamentales para que el futuro egresado pueda estar familiarizado con el tratamiento de datos digitales desde un punto de vista astrofísico, como así también generar en él habilidades necesarias para el desenvolvimiento en su tarea profesional.

Objetivos: Se espera que el alumno adquiera destrezas en el empleo de datos observacionales modernos. A título de ejemplo: diseñar, planificar y llevar a cabo un turno de observación haciendo uso de telescopios e instrumentos de última generación. Esto implica, capacidad para seleccionar objetos de programa y objetos patrones afines, programar las secuencias de observación, realizar las observaciones propiamente dichas, reducir los datos observacionales, calibrar los parámetros de interés astrofísico que se derivan de ellos, analizar e interpretar los datos procesados. Asimismo, es objetivo de la materia entrenar al futuro egresado para que sea capaz de afrontar los desafíos observacionales que exigirán las nuevas tecnología.

**CONTENIDO**

**I. Introducción**

Preparación de las observaciones astronómicas. Objetos de programa. Estrellas patrones. Telescopios. Detectores. Fotómetros. Espectrógrafos. Calibradores instrumentales para diferentes técnicas de observación astronómica. Diseño de las observaciones astronómicas propiamente dichas. Condiciones atmosféricas.

Estimación de la extinción atmosférica. Fundamentación astrofísica en el diseño de una secuencia de observación astronómica.

**II. Adquisición de datos digitales**

Observaciones astronómicas con detectores digitales. Imágenes directa. Fotometría. Espectroscopía. Otras técnicas observacionales. Estimación de los tiempo de adquisición de datos digitales: diversos aspectos astrofísicos. Telescopios modernos. Instrumentos de última generación: descripción y objetivos astrofísicos de cada instrumento. Modalidades de observación: queu, clásico, condiciones atmosféricas pobres, blancos oportunos.

**III. Procesamiento de datos digitales**

Descripción de los procedimientos en el tratamiento de imágenes digitales. Diferentes calibraciones instrumentales: descripción y justificación. Análisis de las correcciones instrumentales. Extracción de información astrofísica a partir de datos digitales. Estandarización de la información astrofísica. Calidad de la información astrofísica. Estimación y análisis de los errores observacionales. Completitud de la información astrofísica.

**IV. Técnicas de análisis: fotometría**

Análisis de diferentes distribuciones estelares. Perfiles de densidad estelar y propiedades estructurales de objetos extensos. Técnicas de recuentos estelares: descripción y estimación de errores. Parámetros astrofísicos de objetos extensos: edad, metalicidad, distancia, enrojecimiento, radios, masas, etc. Procedimientos astrofísicos de decontaminación de estrellas: justificación y descripción de algunas técnicas. Estimadores de errores de las propiedades astrofísicas.

Desarrollo de calibraciones y utilización de diversos indicadores de parámetros astrofísicos.

#### V. Técnicas de análisis: espectroscopía

Análisis de la distribución espacial de la información espectroscópica. Características tridimensionales de los espectros. Parámetros espectroscópicos integrados: edad, metalicidad, enrojecimiento, etc. Procedimientos de limpieza de diferentes efectos de contaminación espectral. Propiedades astrofísicas de los espectros: descripción de técnicas de medición y estimación de errores.

Parametrización de algunas propiedades astrofísicas y calibración de índices espectroscópicos diversos.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Collins II G.W., 1989, The fundamentals of stellar astrophysics, New York: W.H. Freeman and Company
- Howell S.B., 1992, Editor, Astronomical CCD observing and reduction techniques, Astron. Soc. Pacific Conf. Series N. 23
- Huang R.Q., Yu K.N., 1998, Stellar Astrophysics, Springer
- Kitchin, C.R., 1984, Astrophysical Techniques, Ed. Adam Hilger Ltd, Bristol, England
- Sterken C., Manfroid J., 1992, Astronomical photometry: a guide, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- Rose W.K., 1998, Advanced Stellar Astrophysics, Cambridge Univ. Press

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Gemini/SOAR/NOAO/HST/ESO facilities manuals
- IRAF/StarFISH/SAGE/VAO/USNO/BOCCE manuals
- Artículos recientes sobre implementación de técnicas astrofísicas variadas en el análisis de datos digitales.

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

Evaluaciones parciales : están planificados 15 trabajos prácticos o entregas (breves monografías) de relativa importancia. Dichos trabajos pueden entregarse hasta 10 clases posteriores a la clase en la cual se enunció el mismo.

Evaluación final: oral, con entrega de monografía

#### REGULARIDAD

"El alumno deberá:

- 1) cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio,
- 2) aprobar al menos el 60 % de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

#### PROMOCIÓN

No aplica.

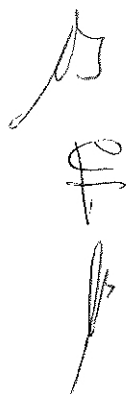
### CORRELATIVIDADES

Para cursar:

Astrometría General (regularizada)

Para rendir:

Astrometría General y Astrofísica General (aprobadas)





EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Elementos de reducción de datos. Fotometría y espectroscopía.	<b>AÑO:</b> 2017
<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**

Fundamentación: en este curso se presentan contenidos que resultan esenciales para la formación elemental del alumno, brindando herramientas y conocimientos intrínsecos y prácticos de reducción de datos astronómicos. Los contenidos incluidos en el presente curso se corresponden con los conocimientos mínimos y esenciales que cualquier alumno debe poseer al momento de comenzar a desarrollar cualquier trabajo en el campo de la astronomía, independientemente del área específica de investigación.

Objetivos: Al finalizar la materia los estudiantes estarán en condiciones de comprender la manera de abordar distintos problemas observacionales, a los que se enfrentarán de manera cotidiana en su labor como investigadores. Asimismo contarán con las herramientas básicas necesarias para poder reducir y analizar datos astronómicos, principalmente fotométricos y espectroscópicos, obtenidos en la región visible-IR del espectro electromagnético.

**CONTENIDO**

**1. Principios y funcionamiento del detector CCD:**

Unidad básica, pozo de potencial, análogo eléctrico de una imagen óptica, transferencia de carga, sistema de detección, sistema de transferencia, concepto de pixel, bineado, eficiencia de transferencia de carga. Tipos de CCD, cámara y convertidor digital. Parámetros característicos del CCD: resolución, linealidad, razón señal/ruido, corriente oscura, sensibilidad y eficiencia cuántica. Factores instrumentales de corrección.

**2. Introducción a la reducción de datos:**

Introducción al uso de IRAF ("Image Reduction and Analysis Facility"). Conceptos básicos: establecimiento de un entorno de IRAF, tareas y paquetes, archivos de parámetros, ejecución de tareas, archivos de imágenes, visualización de imágenes. Remoción de efectos aditivos: bias, flat, trimming, etc.

**3. Fotometría de apertura:**

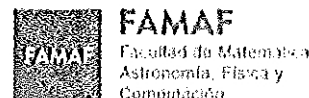
Identificación automática de estrellas, medición de la anchura a mitad de altura o FWHM (full width half maximum) y medición del nivel del fondo del cielo. Introducción a DAOPHOT. Fotometría de apertura: elección del tamaño de la apertura y el anillo del cielo, medición de magnitudes instrumentales a ojo y automáticamente. Fotometría diferencial.

**4. Fotometría PSF (Point Spread Function):**

Construcción de la PSF y aplicación a campos pocos poblados y campos con mucha población estelar. Análisis de diferentes cuantificadores de calidad fotométrica. Corrección por extinción atmosférica y transformación al Sistema Estándar: definición, resolución y aplicación de las ecuaciones de transformación. Identificación en distintas imágenes de fuentes en común. Corrección por apertura.

**5. Espectroscopía: Rutinas de calibración.**

Corrección por distorsiones. Extracción de espectros: elección del tamaño de la apertura para la estrella y el fondo del cielo. Combinación de espectros. Remoción de rayos cósmicos. Calibración en longitud de onda. Calibración en flujo. Normalización. Tratamiento y distinción de espectros



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

obtenidos con diferentes configuraciones: espectroscopía integrada, de ranura larga y con máscaras. Medición de velocidades radiales y corrección por efecto doppler. Medición de anchos equivalentes.

#### 6. Análisis astrofísico de resultados:

Determinación fotométrica y espectroscópicas de parámetros estelares fundamentales: edad, metalicidad, distancia, etc.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- A Beginner's Guide to Using IRAF. Jeannette Barnes (1993).
- A Stellar CCD Photometry with IRAF. Philip Massey & Lindsey Davis (1992).
- User's manual for DAOPHOT II. Peter Stetson (2000)
- Reducing Slit Spectra with IRAF. Philip Massey, Frank Valdes & Jeannette Barnes (1992).
- A practical guide to CCD Astronomy. Martínez and Klotz (1997).
- Apuntes internos de la cátedra

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Entrega de (2) trabajos prácticos finales en forma de informe.
- La materia no considera régimen de promoción.
- Examen oral individual de toda la materia frente al tribunal designado.

#### REGULARIDAD

##### - 1. ASISTENCIA

Cobertura del 70% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas.

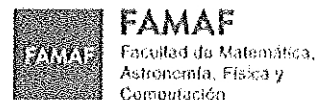
##### - 2. TRABAJOS PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO

Entrega de los trabajos prácticos en la fecha establecida y aprobación del 60% de los mismos.

### CORRELATIVIDADES

Para Cursar: tener regularizada Astrometría General y aprobada Astronomía General.

Para Rendir: tener aprobada Astrometría General.



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Formación Estelar y Planetaria	<b>AÑO:</b> 2017
<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 formación estrellas y planetas involucra una amplia variedad de procesos o mecanismos físicos que, además del origen de estos objetos, permiten entender diversos tipos de otros objetos del Universo. La observación es la herramienta básica que posee el astrónomo que, por un lado, le permite confrontar sus hipótesis y por el otro, restringir sus modelos. Se empleará este método para estudiar el tema específico de la formación de las estrellas y de los planetas, sin embargo el mismo puede ser usado para abordar numerosos problemas de la Astrofísica Moderna. Esta especialidad le brinda al estudiante avanzado de Astronomía la posibilidad de aprender el empleo de esta metodología de trabajo, aplicada a los contenidos específicos de la asignatura.

Durante la materia se desarrollarán diversos aspectos relacionados con la formación de estrellas en todo el espectro de masas, incluyendo objetos en el rango sub- estelar (o enanas marrones). Se relacionará este proceso con el de la formación de planetas. Se considerarán técnicas modernas de observación que han permitido "observar" y entender estos procesos que ocurren en el seno de las nubes moleculares, regiones inaccesibles para las técnicas clásicas de observación. Se hará especial énfasis en los modelos de formación de planetas extrasolares actualmente en disputa y se analizarán sus aciertos y limitaciones para predecir las diversas propiedades planetarias y estelares observadas. 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 considerarán aspectos fundamentales de la evolución estelar y de la presencias de planetas en estrellas evolucionadas. Finalmente se abordarán conceptos básicos sobre Astrobiología y su estrecha vinculación con los planetas extrasolares.

### CONTENIDO

#### 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.

#### Unidad II: 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 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.

#### Unidad IV: Estrellas de Tipo T Tauri: Objetos de Clases II y III

Características espectroscópicas y fotométricas. Interpretación. Clasificación: Estrellas T Tauri clásicas y con emisión débil. Discos de acreción y de re- procesamiento. Discos de tipo curvados. Modelo de la "boundary layer" o región de acreción. Modelo de transferencia de masa "magneto-hidrodinámico". Dimensiones, masas y composición química de discos circunestelares jóvenes. Evidencias observaciones sobre el procesamiento del polvo en los discos jóvenes,

basadas en los espectros en 10  $\mu\text{m}$ . Implicaciones para la formación de planetas. Vientos estelares y de discos. Conexión acreción - eyección.

#### **Unidad V: 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.

#### **Unidad VI: Eventos de Tipo 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. Importancia de estos eventos para la formación de la nueva estrella. Probable conexión causal con los llamados objetos HH (Herbig-Haro).

#### **Unidad VII: 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 VIII: Binarias y Multiplicidad de Estrellas de Pre-Secuencia Principal**

Detección e identificación de binarias de pre secuencia principal. Frecuencia. Estadística. Cúmulos estelares extremadamente jóvenes o embebidos. Frecuencias de discos circunestelares. Relevancia para la formación estelar en escala galáctica.

#### **Unidad IX: Estrellas Herbig AeBe**

Detección y principales características. Curvas de luz de tipo "Algol": Interpretación. Anti-correlación entre brillo y polarización: Interpretación. Espectros en 10  $\mu\text{m}$ : Significado e importancia.

#### **Unidad X: 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.

#### **Unidad XI: 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 XII: Enanas Marrones**

Definición y escenarios de formación. Métodos de detección. Tipos espectrales L y T. Escala de Temperaturas. Densidades y relación masa-Radius. Función Inicial de Masa en el rango subestelar.

#### **Unidad XIII: Planetas Extrasolares**

Definición. Métodos de detección. Ventajas y limitaciones de cada técnica. Características de los planetas extrasolares conocidos. Resultados de Kepler. Misiones espaciales futuras. Zona de habitabilidad estelar. Binaridad en estrellas que albergan planetas extrasolares. Multiplicidad planetaria. Propiedades físicas de los planetas extrasolares.

*Handwritten signature*



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

#### **Unidad XIV: 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.

#### **Unidad XV: 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**

- 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 Origins 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 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.



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

- 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., 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

Examen oral individual frente al tribunal designado.

#### REGULARIDAD

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.

### 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

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Formación y Evolución de Galaxias	AÑO: 2017
CARACTER: Especialidad	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 5º año 2º cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La formación y evolución de las galaxias es si lugar a dudas uno de los tópicos mas interesantes de la astronomía moderna. El objetivo de este curso es brindar a los alumnos un panorama de los aspectos mas relevantes del problema de la formación de las galaxias en el contexto cosmológico. Se revisan los resultados observacionales fundamentales y, basándose en estos, se plantean cuáles son reproducidos por los modelos teóricos.

### CONTENIDO

#### Capítulo 1) Introducción

La diversidad de la población de galaxias: Morfología, Luminosidad y Masa estelar, Tamaño y Brillo superficial, Fracción de masa en gas, Color, Entorno, Actividad nuclear, Corrimiento al rojo. Elementos básicos de formación de galaxias: Modelo cosmológico standard, Condiciones iniciales, Inestabilidad gravitacional y formación de estructuras, Enfriamiento del gas, Formación estelar, Procesos de retroalimentación, Fusiones, Evolución dinámica, Evolución química, Síntesis de poblaciones estelares, Medio Intergaláctico. Escalas temporales: Tiempo de Hubble, Tiempo dinámico, Tiempo de enfriamiento radiativo, Tiempo de formación estelar, Tiempo de enriquecimiento químico, Tiempo de fusión, Tiempo de fricción dinámica.

#### Capítulo 2) Observaciones

Estrellas, Galaxias: La clasificación morfológica. Galaxias elípticas: perfiles de brillo superficial, Isofotas, Colores, propiedades cinemáticas, Relaciones de escala, Contenido gaseoso. Galaxias disco: perfiles de brillo superficial, Colores, Estructura vertical del disco, Halos estelares, Barras y brazos espirales, Contenido gaseoso, Cinemática, Relación de Tully-Fisher. La Vía Láctea. Galaxias enanas. Propiedades estadísticas de la población de galaxias: Función de luminosidad, Distribución de tamaños, Distribución de colores, Relación masa-metalicidad, Dependencia con el medioambiente. Cúmulos de galaxias: poblaciones de galaxias, el efecto Butcher-Oemler, Estimaciones de masa. Grupos de galaxias: Grupos compactos, el Grupo local. Galaxias a redshift altos: Conteos de galaxias, Redshift fotométricos, Relevamientos a redshift  $z > 1$ , Galaxias Lyman-Break, Emisores Lyman-alfa, Fuentes submilimétricas, Objetos extremadamente rojos y galaxias rojas distantes, Historia de formación estelar cósmica. Estructura en gran escala del Universo: Función de correlación de dos puntos, Lentes gravitacionales débiles. El medio intergaláctico: Gunn-Peterson, Sistemas de líneas de absorción de cuasares. Fondo de radiación de microondas. El Universo isotrópico y homogéneo: Determinación de los parámetros cosmológicos, Contenido de masa y energía, componentes relativistas, componentes bariónicas, materia oscura no bariónica, energía oscura.

#### Capítulo 3) Colapso Gravitacional y Dinámica No Colisional

Modelos de colapso esférico: Colapso esférico en un Universo con  $\Lambda = 0$ , Colapso esférico en un Universo con  $\Lambda > 0$ , Colapso esférico con cruce de cáscaras. Soluciones de similitud para colapso esférico: Modelos con órbitas radiales, Modelos con orbitas no radiales, Colapso de elipsoides homogéneos. Dinámica no colisional: Escalas temporales de colisiones, dinámica básica, Ecuaciones de Jeans, Teorema del virial, Aplicación al colapso esférico. Teoría de órbitas: Mecánica clásica, Integrales de movimiento, Transformaciones canónicas y variables de ángulo-acción, Clasificación orbital. Teorema de Jeans: Modelos de equilibrio esférico: Esfera



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

isoterma, Modelo de King, Distribuciones de densidad de leyes de potencia dobles. Modelos de equilibrio axisimétricos: modelos axisimétricos de leyes de potencia. Modelos de equilibrio triaxiales. Relajación no colisional: Mezcla de fases, Mezcla caótica, Relajación violenta, Landau Damping, Estado final de relajación. Colapso gravitacional del campo de densidad cósmico: agrupamiento jerárquico, Resultados de las simulaciones numéricas.

#### Capítulo 4) Formación y Estructura de Halos de Materia Oscura

Picos de densidad: Densidad numérica de picos, Modulación espacial de la densidad numérica de picos, Función de correlación, Formas de los picos de densidad. Función de masa de los halos: Formalismo de Press- Schechter, Deducción de la fórmula de Press-Schechter por excursión de conjunto, Dinámica esferoidal versus elipsoidal, Test del formalismo de Press- Schechter, Densidad numérica de cúmulos de galaxias. Distribución de progenitores y Árboles de fusión: Progenitores de halos de materia oscura, Árboles de fusiones de halos, Historia de progenitor principal, Armado de halos y tiempo de formación, Tasa de fusión de halos, Tiempos de supervivencia de halos. Agrupamiento espacial y sesgo: Sesgo lineal y función de correlación, Sesgo no lineal y estocástico. Estructura Interna de Halos de Materia Oscura: Perfiles de densidad de halos, Formas de halos, Subestructuras de halos, Momento angular. El Modelo de Halo y el agrupamiento de la materia oscura.

#### Capítulo 5) Galaxias disco

Componentes de Masa y Momento Angular: Modelos disco, Curvas de rotación, Contracción adiabática, Momento angular del disco, Orbitas en galaxias disco. Formación de galaxias disco: Discusión general, Discos no autogravitantes en esferas isotérmicas, Discos autogravitantes en halos con perfiles realistas, Inclusión de una componente núcleo, Armado del disco, Simulaciones numéricas de formación de discos. Origen de las Relaciones de Escala. Origen de los disco exponenciales: Discos de la distribución de momento angular pasada, Discos viscosos, Estructura vertical de galaxias disco. Inestabilidades de discos: ecuaciones básicas, Inestabilidad local, Inestabilidad global, Evolución secular. Formación de brazos espirales. Propiedades de las poblaciones estelares: Tendencias globales, gradientes de color. Evolución química de discos: la vecindad solar, Relaciones globales.

#### Capítulo 6) Interacciones de Galaxias y Transformaciones

Encuentros de alta velocidad. Despojamiento tidal: Radio tidal, Corrientes y colas tidales, Despojamiento tidal de galaxias satélites, Formación de colas tidales en fusiones. Fricción dinámica: Decaimiento orbital, Validez de la fórmula de Chandrasekhar. Fusiones de galaxias: Criterio para fusiones, Demografía de fusiones, Conexión entre fusiones, brotes de estrellas y AGN, Fusiones menores y calentamiento de discos. Transformaciones de Galaxias en Cúmulos: Acoso de galaxias, Canibalismo galáctico, Despojo de presión de barrido, Estrangulación.

#### Capítulo 7) Galaxias Elípticas

Estructura y Dinámica: Observables, Propiedades fotométricas, Propiedades cinemáticas, Modelizado dinámico, Evidencia de halos oscuros, Evidencia de agujeros negros supermasivos, Formas. Formación de galaxias elípticas: el modelo de colapso monolítico, Escenario de fusiones, Fusiones jerárquicas y la población de elípticas. Test Observacionales y Restricciones: Evolución de la densidad numérica de elípticas, Tamaño de las galaxias elípticas, Restricciones de la densidad del espacio de las fases, Frecuencia específica de cúmulos globulares, Señales de fusiones, Tasa de fusiones. Plano Fundamental: Escenario de fusiones, Proyecciones y rotaciones. Propiedades de la población estelar: Grabados arqueológicos, Pruebas evolutivas, Gradientes de colores y metalicidades: implicancias para la formación de galaxias elípticas. Núcleos, enanas elípticas y enanas esferoidales: Formación de núcleos galácticos, Formación de enanas elípticas.

#### Capítulo 8) Propiedades Estadísticas de la Población de Galaxias



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

Introducción. Luminosidad de las Galaxias y Masas Estelares: Funciones de luminosidad de las galaxias, Conteo de galaxias, Luz de extragaláctica de fondo. Vinculación ente la masa del halo y la luminosidad de la galaxia: Consideraciones simples, Función de luminosidad de galaxias centrales, Función de luminosidad de galaxias satélites, Fracción de satélites, Discusión. Vinculación ente la masa del Halo y la Historia de Formación Estelar: Distribución de colores, Origen de la historia cósmica de formación estelar. Dependencia con el entorno: Efectos adentro de los halos de materia oscura, Efectos en escalas grandes. Agrupamiento espacial y Sesgo de Galaxias: Aplicación en galaxias a alto redshift. Modelos Globales: Modelos semianalíticos, Simulaciones Hidrodinámicas.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Libros:

Galaxy Formation and Evolution, Houjun Mo, Frank van den Bosch & Simon White, 2010, Cambridge University Press

Galaxy Formation, Malcom Longair, 2007, Springer

Galaxies in the universe, An introduction, L.S. Sparke & J.S. Gallagher III, Cambridge University Press

Artículos de Revisión:

Avila-Reese 2006, astro-ph/0605212

Baugh 2006, RPPh 69 310

Cecil & Rose 2002, ARPPh 70 1177

Freeman & Bland-Hawthorn 2002, ARA&A 40 487

Kauffmann 2005, neco.conf 91

Mayer Governato & Kaufmann 2008, astro ph/0801.3845

Frenk & White 2012, AnP 524, 507

Artículos:

Abadi Bower & Navarro 1999, MNRAS 308 947

Bertschinger 1985, ApJS 58 39

Mo Mao & White 1998, MNRAS 295 319

Porciani Dekel & Hoffman 2002, MNRAS 332 325

Vitvitska et al. 2002, ApJ 581 799

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

- No se toman evaluaciones parciales.
- Aprobación de trabajos prácticos
- El examen final consta de una exposición oral.
- La materia no considera régimen de promoción.

### REGULARIDAD

#### 1. ASISTENCIA

Cobertura del 70% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas.

#### 2. EXÁMENES PARCIALES

No hay

#### 3. TRABAJOS PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO

Trabajos prácticos aprobados

## CORRELATIVIDADES

Para cursar:

tener regularizadas Astronomía Esférica y Astrofísica General

Para rendir:

tener aprobadas Astronomía Esférica y Astrofísica General.



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Medio Interestelar, Galaxias Starburst y Núcleos Activos de Galaxias	<b>AÑO:</b> 2017
<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 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

- Physics of Thermal Gaseous Nebulae. 1984. L. H. Aller (D. Reidel)
- Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei. 1989. D. E. Osterbrock (Mill Valley, University Science Books).
- Spectroscopy of Astrophysics Plasmas. 1987. Ed. A. Dalgarno and D. Layzer (Cambridge University Press).
- Massive stars in Starbursts. 1991, Ed. C. Leitherer, N. R. Walborn, T. M. Heckman and C. A. Norman.
- Starburst galaxies. A.F.M. Moorwood. ESO Reprint N° 1170.
- Active galactic Nuclei. 1990. Ed. R. D. Blandford, H. Netzer and L. Woltjer.
- Accretion Power in Astrophysics. 1992. J.Frank, A. King and D. Raine (Cambridge University Press).
- The Nature of the Starburst Galaxies. M.D. Lehnert and T.M. Heckman. A. J., 472, 546, 1996.
- Quasars and Active Galactic nuclei. 1999. A.K. Kembhavi and J.V. Narlikar (Cambridge University Press).
- Active Galactic Nuclei. 1996. I. Robson. (Wiley Praxis series in Astronomy and Astrophysics).
- Galactic Astronomy. 1998. Binney & Merrifield. (Princeton University Press).
- Active Galactic Nuclei. 1999. J.H. Krolik (Cambridge University Press).
- Physics of the Interstellar and Intergalactic Medium. 2011. Bruce T. Draine (Princeton University Press).
- Active Galactic Nuclei, Beckman V. & Shrader, C., 2012 (Wiley-VCH)
- Nuclei of Seyfert galaxies and QSOs - Central engine and conditions of star formation. Workshop summary and open questions – 2013, Valencia et al . ArXiv 1312.1281v1
- Mid to far infrared properties of star-forming galaxies and active galactic nuclei, Magdis et al 2013, A&A, 558, 136.

#### EVALUACIÓN

##### FORMAS DE EVALUACIÓN

Examen oral individual frente al tribunal designado.

##### REGULARIDAD

Asistencia al 70% de las clases teóricas. Aprobar los trabajos prácticos que se asignen, así como la presentación oral del desarrollo del tema elegido por el alumno.

#### CORRELATIVIDADES

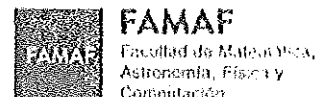
Para cursar:

- Astronomía Esférica (aprobada) – Astrofísica General (regularizada).

Para rendir:

- Astrofísica General (aprobada).

*[Handwritten signatures and initials]*



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Métodos y Herramientas de Mecánica Celeste aplicadas al Sistema Solar.	<b>AÑO:</b> 2017
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5º año 2º cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

**CONTENIDO**

**Unidad I: Mecánica Celeste y Mecánica Hamiltoniana**

Ecuaciones de movimiento. Elementos Orbitales. Sistemas Hamiltonianos y el problema de dos cuerpos. Perturbaciones con el formalismo Hamiltoniano. Transformaciones canónicas. Flujo Hamiltoniano. Sistemas integrables. Variables ángulo-acción. Variables de Delaunay. Ecuaciones de movimiento de los problema restringido y planetario. Reglas de D'Alembert. Dinámica Integrable.

**Unidad II: Sistemas Hamiltonianos**

Cuasi-Integrables Hamiltonianos Cuasi-integrables. Introducción a teoría de Perturbaciones. Series de Lie. Pequeños divisores. Formas normales. Formas normales de alto orden. Promediación de los movimientos medios. Forma normal secular. Forma normal resonante de movimientos medios.

**Unidad III: Toros Kam y Dinámica Resonante**

Teorema de Kolmogorov. Propiedades de los toros KAM. Ejemplos. Dinámica resonante simple. La aproximación integrable. Variables resonantes ángulo-acción. Dinámica resonante perturbada. Toros resonantes invariantes. Separación de las separatrices. Amplitud de la región caótica. Exponentes de Lyapunov. Otros indicadores de Caos: FLI, MEGNO, Helicidad y ángulos Twist, valores máximos y mínimos de acciones. Dinámica resonante de dos grados de libertad. Intersecciones heteroclínicas. Extensión a más grados de libertad. Teorema de Nekhoroshev. Estabilidad superexponencial de toros KAM.

**Unidad IV: Dinámica Secular**

Dinámica secular de los planetas. Solución de Lagrange-Laplace. Soluciones de alto orden. Movimiento secular caótico de los planetas. Dinámica secular de Cuerpos pequeños. La aproximación lineal integrable. La aproximación integrable de Kozai: dinámica interior a la órbita del perturbador, dinámica exterior a la órbita del perturbador. Variables ángulo-acción del Hamiltoniano de Kozai. Elementos propios. Familias de Asteroides. Resonancias Seculares. Dinámica secular resonante.

**Unidad V: Resonancias de Movimientos Medios**

Aproximación integrable Simple. Condición de protección de colisiones planetarias. Superposición de resonancias de movimientos medios. Superposición con diferentes planetas. Multipletes resonantes. La aproximación del péndulo modulado. Resonancias de tres cuerpos. Origen de los términos perturbadores: parte directa y parte indirecta. Inclusión de ambos efectos en el problema asteroidal.

**Trabajos prácticos especiales**

Trabajo Práctico: Aplicación del problema Asteroidal. Análisis de una resonancia particular.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

*(Handwritten signatures and marks)*



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

- Morbidelli A., Modern Celestial Mechanics, Taylor & Francis, 2001.
- Murray C. D., Dermott S. F., Solar System Dynamics, Cambridge University Press, 2008.
- Brower D., Clemence G. M., Methods of Celestial Mechanics, Academic Press, 1961.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Lichtenberg A.J., Lieberman M.A., Regular and Stochastic Motion, Springer, 1983.
- Ferraz Mello S., Canonical Perturbation Theories, Degenerate Systems and Resonance, Springer, 2007.
- Numerical Recipes: <http://www.nr.com/oldverswitcher.html>
- Szebehely V., Theory of Orbits, Academic Press, 1967.

#### EVALUACIÓN

##### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Dos (2) evaluaciones parciales.
- Entrega de un (1) trabajo práctico especial.
- Las evaluaciones parciales serán sobre contenidos teórico-prácticos.
- El examen final contará de una evaluación escrita sobre contenidos teórico-prácticos, y una exposición oral sobre los contenidos teóricos.
- La materia no considera régimen de promoción.

##### REGULARIDAD

###### 1. ASISTENCIA

Cobertura del 70% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas.

###### 2. EXÁMENES PARCIALES

Aprobación de 2 exámenes parciales, o sus correspondientes recuperatorios, con calificación mayor o igual a 4.

###### 3. TRABAJOS PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO

Entrega del trabajo práctico en la fecha establecida.

#### CORRELATIVIDADES

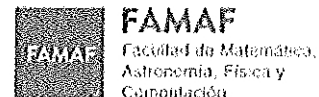
Para cursar:

- Astronomía Esférica (aprobada) – Mecánica Celeste (regularizada).

Para rendir:

- Mecánica Celeste (aprobada).

A  
F  
/



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Radioastronomía Galáctica y Extragaláctica.	<b>AÑO:</b> 2017
<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

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

La radio astronomía está produciendo actualmente una gran cantidad de información sobre distintos mecanismos que participan en procesos físicos en la formación y evolución de objetos astronómicos.

Por otro lado, en la carrera de Licenciatura de Astronomía no está presente en la formación, el estudio las técnicas de observación utilizadas en el rango de radio frecuencias, por lo que surge la necesidad de introducir al estudiante en esta temática.

Se plantea como objetivo que el estudiante estudie los fundamentos básicos sobre la observación con antenas y las técnicas modernas de observación en radio; además se desarrollarán los distintos mecanismos involucrados en la emisión en radio de fuentes galácticas y extragalácticas.

**CONTENIDO**

**Unidad I: Bases de la radioastronomía.**

Espectro electromagnético. Coherencia en radio-astronomía. Bases de la teoría de Fourier. Mecanismos de radio-emisión.

**Unidad II: Elementos de la antena primaria.**

Teoría básica de la antenas. Desempeño de la antena. Tipos de antenas. Eficiencia, precisión, polarización.

**Unidad III: Fundamentos de radio interferometría.**

Respuesta del interferómetro. Interferómetro simple. Conjunto de antenas. Parámetros de Stokes. Diseño de conjunto de antenas.

**Unidad IV: Detección y análisis.**

Correlación cruzada. Calibración. Polarización. Formación de imágenes. Observación de espectro de líneas.

**Unidad V: Observación con radio-telescopios.**

Antenas simples. Interferometría de gran línea de base. Polarimetría y líneas espectrales. Interferometría en ondas milimétricas.

**Unidad VI: Fuentes de emisión.**

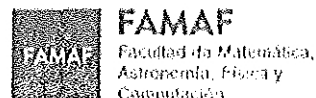
Emisión galáctica no-térmica. Líneas de recombinación y regiones HII. Hidrógeno neutro y medio inter-estelar difuso. Estructura de la galaxia a partir de HI. Hidrógeno neutro extragaláctico. Radiogalaxias y quasars. Fondo de radiación en microondas. Cosmología a partir de radiofuentes.

**Unidad VII: Observación con VLBI (Very Large Baseline Interferometry).**

Proyectos científicos. Sistema de observación. Correlación y calibración. Formación de imágenes con VLBI.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

- An Introduction to Radio Astronomy. B.F. Burke, F. Graham-Smith. 2007.
- Synthesis Imaging In Radio Astronomy II. Eds. Taylos, G.B, Carilli, C.L., Perley, R.A., 2001, A.S.P. Conferences Series, Vol. 180.
- Interferometry and Synthesis in Radio Astronomy, Thompson, A.R., Moran, J.M., Swenson G.W., 2000

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Very Long Baseline Interferometry and VLBA, Zensus, J.A., Diamond, P.J. y Napier, P.J., 2002
- Tools of Radio Astronomy, T. L. Wilson, K. Rohlfs, S. Hottelmeister, 2009,
- Galactic and Extragalactic Radio Astronomy, G.L. Verschuur, K.I. Kellermann.1988.

#### EVALUACIÓN

##### FORMAS DE EVALUACIÓN

Durante el cursado el alumno deberá presentar informes de los trabajos prácticos realizados, que deberán contener los conceptos desarrollados en clase.

##### REGULARIDAD

El alumno deberá:

- cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas.
- aprobar al menos el 60 % de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

##### PROMOCIÓN

No Corresponde.

#### CORRELATIVIDADES

Para cursar:

- Aprobado: Optica Astronómica. Regular: Electromagnetismo II

Para rendir:

- Aprobado: Electromagnetismo II



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



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

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Electrónica Molecular	<b>AÑO:</b> 2017
<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, 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 presentados en el curso. Los tópicos desarrollados pueden resultar de utilidad para quienes se orienten a desarrollar investigación en: Información Cuántica, Espectroscopia, Física del Sólido, Resonancia Magnética, Energías no convencionales y 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:** En términos conceptuales este curso se aplican los conceptos desarrollados en los cursos de Mecánica Cuántica, Termodinámica y Mecánica estadística para explicar propiedades de la Materia Condensada que impactan en las tecnologías actuales. Es conveniente, pero no imprescindible, un curso introductorio en Física del Estado Sólido. Dado que focaliza en tópicos de aplicación, se considera apta para ser tomada como una primer materia de especialidad.

**Objetivos:** Propósito del curso:

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. El curso desarrollará los conocimientos básicos necesarios de la física atómica y molecular para una comprensión cualitativa y cuantitativa de los problemas de este campo. Este curso 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 se tomará contacto con temas Físico-matemáticos de relevancia para la física actual: Hamiltonianos "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 Scattering, de Promoción y de Transferencia. Límite semiclásico de la mecánica Cuántica. Sistemas multielectrónicos y Segunda cuantificación. El gas de Electrones y la aproximación de Hartree-Fock. Extensión de los conceptos anteriores a sistemas de muchas partículas. Función de Apantallamiento y la Aproximación de Fase Aleatoria (RPA). Propagador de Polarización. Líquidos de Fermi.

### CONTENIDO

#### Unidad 1

Ideas centrales de Mecánica Cuántica. Integrales de Camino. Ecuación de Schrödinger discreta. Densidad de Estados. Aplicaciones del teorema de Oscilación. Sistemas multidimensionales y multipartícula.

#### Unidad 2

Ideas sobre Estructura electrónica de moléculas. Resolución de la ecuación de Schrödinger estacionaria en la Representación de Orbitales Moleculares de los distintos tipos de enlace. Campo ligante y campo cristalino. Complejos.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



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

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

### Unidad 3

Reacciones concertadas de Woodward y Hoffman. Ejemplos de aplicación. Papel de los complejos metálicos. Resolución de moléculas metal-orgánicas y polímeros. Estructura electrónica de C60 y nanotubos. Modelos para representar los electrodos.

### Unidad 4

Otras Excitaciones Elementales. Fonones y estados vibrónicos. Poliacetileno y Anomalia de Kohn y transición de Peierls. Solitones. Polarones. Excitones. Soluciones estacionarias en sistemas múltiplemente conexos abiertos: Resonancias y anti-resonancias.

### Unidad 5

Dinámica de Electrones. Ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo. Velocidades de grupo y de fase. Escalera de Wannier. Oscilaciones de Bloch. Modelos de transferencia electrónica en sistemas fotosintéticos. Formulación de Marcus. El problema del tiempo de tunelamiento.

### Unidad 6

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.

### Unidad 7

Mecánica Cuántica de Sistemas Abiertos. Condiciones de contorno. Estadísticas. Ecuación de Boltzmann. Transporte de carga y energía. Sistemas Finitos formulación de Landauer. Formalismo de Keldysh.

### Unidad 8

Respuesta a perturbaciones: Regímenes Lineal y No-lineal. Relaciones de Kramers-Kronig. Espectroscopía vibracional. Puntos Cuánticos. Bloqueo de Coulomb. Interruptor eléctrico. Dispositivos electromecánicos.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- "Applied Quantum Mechanics". Walter Harrison. World Scientific 2000 ISBN 9810243758
- "Molecular Electronics" Arri Aviram and Mark Ratner, The New York Academy of Sciences (1998)
- "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 Física 47 supp.1 (1-23) (2001)
- "Quantum Transport: Atom to Transistor", Supriyo Datta, Cambridge (2006)

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- "A Guide to Feynman diagrams in the Many-Body problem" Richard Mattuck, Dover (1993)
- Artículos originales varios.

## 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 propondrán el desarrollo exhaustivo de problemas de nivel pre-investigación que contengan elementos originales.

### REGULARIDAD



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



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

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

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 de los problemas resueltos.

### PROMOCIÓN

No hay régimen de promoción.

### CORRELATIVIDADES

Para cursar: Mecánica Cuántica I (regularizada)

Para Rendir: Mecánica Cuántica I (aprobada)



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Elementos de Computación Cuántica	<b>AÑO:</b> 2017
<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 posibilidad de construir computadoras y sistemas de procesamiento de información usando sistemas cuánticos, es uno de los grandes desafíos de la física actual. A pesar que muchos de los desarrollos en el área están ocurriendo en la actualidad, es posible presentar a los estudiantes con formación básica en mecánica cuántica, las ideas que subyacen en el desarrollo de estas computadoras.

Objetivos:

El programa del presente curso tiene por propósito brindar de manera auto contenida los principios de la computación cuántica, tanto en lo que a los aspectos físicos se refiere, como a los algoritmos desarrollados para una computadora cuántica. Otro objetivo que se persigue con su dictado, es proveer a los estudiantes interesados de herramientas para el desarrollo de posibles trabajos finales en el área.

**CONTENIDO**

**Capítulo I. Repaso de Álgebra**

Espacios vectoriales, bases, operadores lineales, producto interno, operadores adjuntos y hermitianos, Producto tensorial.

**Capítulo II. Postulados de la Mecánica Cuántica**

Vector de estado. Representación matemática. Qubits - Evolución temporal. El problema de medición en mecánica cuántica. Operadores POVM. Sistemas compuestos.

**Capítulo III: Correlaciones cuánticas.**

Entrelazamiento, Desigualdades de Bell - Montajes experimentales. Protocolos cuánticos - Teleportación - Codificación densa.

**Capítulo IV. Circuitos cuánticos.**

Algoritmos cuánticos - Operaciones de un qubit - Operaciones controladas - Puertas cuánticas universales.

**Capítulo V. Entropía e Información.**

Entropía de Shannon, Propiedades básicas, entropía relativa, entropía condicional e información mutua, Entropía de von Neumann, entropía relativa cuántica, Entropía y medición en mecánica cuántica.

**Capítulo VI. La distinguibilidad de estados cuánticos**

Noción de distinguibilidad; medidas de distinguibilidad, propiedades básicas; ejemplos y aplicaciones. Divergencias entre estados cuánticos. Información accesible - Cotas - Criptografía cuántica

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

- 1) Quantum computation and Quantum Information, M. Nielsen y I. Chuang, CUP
- 2) Quantum Theory: Concepts and Methods, A. Peres, KAP
- 3) The geometry of Quantum States, Karol Życzkowski, Ingemar Bengtsson, CUP

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Trabajos prácticos (6).
- Examen final teórico-práctico individual.

#### REGULARIDAD

- Asistencia a no menos de un 70% de las clases.
- Aprobar dos exámenes parciales. Se incluirá un Recuperatorio.

#### PROMOCIÓN

No Corresponde.

### CORRELATIVIDADES

Para cursar:

- Haber aprobado Métodos Matemáticos de la Física I y haber regularizado Mecánica Cuántica I.

Para rendir:

- Haber aprobado Métodos Matemáticos de la Física I y Mecánica Cuántica I.

*[Handwritten signature]*



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Física Computacional	AÑO: 2017
CARACTER: Especialidad	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 4° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La Física Computacional se ocupa de realizar cálculos y simulaciones computacionales con el fin de resolver problemas físicos concretos, y es un ingrediente importante dentro de la más amplia e interdisciplinaria "Ciencia Computacional".

El objetivo del curso es darle a los estudiantes una visión global y actualizada de la física computacional, y de los distintos métodos numéricos y herramientas disponibles. En el curso se abordarán los diferentes temas utilizando ejemplos y aplicaciones de interés para distintas áreas de la física, biofísica, astronomía, química. Esto se hará, planteando un problema y luego dando la teoría/modelo para resolverlo, y el método y la implementación como últimos pasos. Ayudando así, a ubicar el tema en un contexto más amplio e indica cómo los mismos pasos son aplicables a una clase más amplia de problemas en diversas áreas de la ciencia.

El curso está pensado para estudiantes de todas las áreas, tanto teóricas como experimentales, que quieran tener conocimientos de técnicas básicas de física computacional, y aprender a implementarlas. Es un curso elemental y relevante tanto para quien se forme como futuro especialista en física computacional, como para quien haga física teórica o experimental.

El curso tiene como requisitos tener conocimientos básicos de Mecánica Estadística y manejo de algún lenguaje de programación (preferentemente Fortran90 ó C).

### CONTENIDO

#### Unidad III: Números aleatorios y aplicaciones

Generadores de números aleatorios. Tests de los algoritmos. Caminatas al azar. Integración de Monte Carlo.

#### Unidad II: Ecuaciones en derivadas parciales

Método de diferencias finitas. Análisis de estabilidad. Aplicaciones.

#### Unidad I: Métodos Numéricos y Caos

Integración numérica de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Cálculo numérico de integrales. Transformada rápida de Fourier, uso de la biblioteca FFTW. Aplicaciones a problemas de Caos: mapeo logístico y caos hamiltoniano. Cálculo de exponentes de Lyapunov y secciones de Poincaré.

#### Unidad VII: Autoestados y Autovalores en Física Cuántica

Ecuación estacionaria de Schrodinger, diagonalización de matrices y uso de la biblioteca LAPACK. Aplicaciones.

#### Unidad VI: Dinámica Browniana

Integración de la Ecuación de Langevin sobreamortiguada. Aplicación a Brownian Dynamics.

#### Unidad V: Dinámica molecular

Introducción al método de dinámica molecular. Algoritmos de integración de Verlet. Condiciones de contorno periódicas y mínima imagen. Aplicaciones a transiciones de fases. Cálculo de función de correlación de pares, de factor de estructura y de coeficiente de difusión.

#### Unidad IV: Método de Monte Carlo

Sampleo por importancia. Algoritmo de Metrópolis. Medición de valores medios y funciones de correlación. Aplicaciones: (a) Modelo de Ising, exponentes críticos, cumulantes de Binder, escaleo de tamaño finito. (b) Fluidos de Lennard-Jones.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- 1- Landau y Paez, Computational Physics.
- 2- Frenkel and Smith "Understanding Molecular Simulations" From Algorithms to Applications.
- 3- Allen and Tildesley, Computer simulations of liquids.
- 4- K.Binder y D.W.Heermann, MonteCarlo Simulation in Statistical Physics.
- 5- Strogatz, Nonlinear Dynamics and Chaos.
- 6- Koonin, Computational Physics.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- 1- Press et al., Numerical Recipes.
- 2- Thijssen, Computational Physics.
- 3- Pang, An introduction to Computational Physics.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Evaluaciones parciales: entrega obligatoria de trabajos prácticos después de cada unidad con régimen de recuperación.

Los profesores a cargo no solo corregirán los informes sino también corregirán el modo de programar, los códigos entregados línea a línea, para ir a lo largo del curso mejorando la técnica numérica de los alumnos.

Desarrollo de un trabajo especial, dentro de los plazos establecidos para su entrega, cuyo informe será defendido el día del examen final.

### Examen Final

Los alumnos regulares solo resolverán un problema numérico, de su propio interés y que sea una ampliación y/o aplicación de alguna unidad dada. La defensa del tema será oral, previa entrega de informe y programa.

Los alumnos libres deberán entregar todas las unidades quince días previos al examen y se evaluarán en examen final oral, no sólo su trabajo final sino todas la unidades.

### REGULARIDAD

Haber entregado y aprobado en termino las guías de problemas.

### PROMOCIÓN

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

## CORRELATIVIDADES

Para cursar: tener regularizadas Métodos Numéricos y Termodinámica y Mecánica Estadística I

Para rendir: tener aprobadas Métodos Numéricos y Termodinámica y Mecánica Estadística I





Universidad  
Nacional  
de Córdoba



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

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Física de los Materiales.	<b>AÑO:</b> 2017
<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 curso brinda conocimientos básicos para abordar la descripción de microestructuras de materiales en general y materiales cristalinos en particular y vincularlas con las propiedades observadas. El objetivo particular es correlacionar los procesos de fabricación del material con la microestructura resultante y a esta con las propiedades mecánicas y magnéticas observadas. En el plano experimental se espera que el estudiante aprenda las técnicas de producción y caracterización de microestructuras disponibles en el Grupo Ciencia de Materiales de FaMAF, se inicie en el manejo de los dispositivos pudiendo así diseñar experimentos en base a estas técnicas.

### CONTENIDO

#### I. Estructuras cristalinas

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.

#### II. Defectos puntuales en cristales

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.

#### III. Difusión en estado sólido

Naturaleza de la difusión. Mecanismos de difusión atómica en sólidos. El mecanismo de vacancias. Energía libre de formación y migración de vacancias. La ecuación de difusión. Difusión en estado estacionario. Primera ley de Fick. Segunda ley de Fick. El coeficiente de difusión.

#### IV. 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.

#### V. 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.

#### VI. Microestructuras

Microscopía óptica. Microscopía electrónica de barrido (MEB) y de transmisión (MET). Caracterización de microestructuras.

### VII. Propiedades magnéticas de materiales

Definiciones básicas. Unidades. Nanoestructuras magnéticas. Dimensión y dimensionalidad. Algunas propiedades especiales de las nanoestructuras. Configuraciones magnéticas en nanoestructuras y sus propiedades. Mecanismos de inversión de la polarización magnética en nanoestructuras. Intercambio. Anisotropía. Mecanismos de anisotropía. Anisotropía magnetocristalina. Anisotropía de forma. Anisotropía asociada a tensiones mecánicas y a deformaciones (magnetoelástica). Energía de Zeeman.

### VIII. Propiedades mecánicas de materiales

Elasticidad isotrópica. Módulos elásticos. El ensayo tensil. Tensión nominal y verdadera. Deformación nominal y verdadera. Diagrama de tensión-deformación nominal. Diagrama de tensión verdadera-deformación verdadera. Tensión de fluencia. Micromecanismos de fluencia. Barreras de Peierls. Corte de precipitados. Mecanismo de Orowan. Deformación plástica de monocristales y policristales. Micromecanismos de endurecimiento por deformación. Energía almacenada durante la deformación plástica. Fractura. Diversos modos de fractura. Tipos de fractura a bajas temperatura. Relación entre microestructura y mecanismos de fractura. Fractura frágil o rápida. Fractura dúctil. Propiedades mecánicas de los materiales a alta temperatura. La curva de creep. Fatiga. Tensiones cíclicas. La curva tensión-deformación durante el ciclado. La curva S-N. Iniciación y propagación de grietas. Falla por fatiga. Factores que afectan a la vida en fatiga.

### IX. Transformaciones Estructurales

Diagramas de equilibrio de fases. Diagramas binarios. Soluciones sólidas. Eutécticos. Eutectoides. Transformaciones de fase. Fuerzas impulsoras. Transformaciones difusivas y de desplazamiento. Transformaciones controladas por difusión en volumen y por difusión en la interfase. Nucleación y crecimiento de una segunda fase. Nucleación heterogénea. Cinética de transformaciones de fase difusivas. Ecuación de Avrami. Diagramas TTT. Transformación martensítica. Diagramas de fases metaestables. Cinética de precipitación de fases metaestables

### X. 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 de precipitados, recuperación, poligonización, recristalización, crecimiento de grano. Crecimiento anómalo de grano.

### Resolución de problemas

Iniciación a las técnicas de caracterización de microestructura y propiedades de materiales.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

J. Verhoeven; Fundamentals in physical metallurgy. John Wiley & Sons Inc. New York.

M. Ashby and D. R. H Jones; Engineering Materials, vol. 1. Butterworth-Heinemann Oxford.

M. Ashby and D. R. H. Jones; Engineering Materials, vol. 2. An introduction to Microstructures, Processing and Design Butterworth-Heinemann Oxford

C. Kittel; Introduction to Solid State Physics, John Wiley & Sons, Inc. New York.

R. W. Cahn. Physical Metallurgy, North Holland Publishing Company, Amsterdam.



W. D. Callister, Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales I y II Reverté, 1997.

D. R. Askeland y P. P. Phulé, Ciencia e ingeniería de los materiales, 4ª edición, Tompson International, 2004.

John Dorn Mechanical Behavior of Materials at Elevated Temperatures, First Edition, Mcgraw Hill; January 1, 1961

Giorgio Bertotti, Hysteresis in magnetism. Academic Press. San Diego 1998.

R. C. O'Handley, Modern magnetic Materials: principles and applications. Wiley New York, 2000.

David Sellmyer, R. Skompski, Advanced magnetic nanostructures. 2006 Springer Science-Business Media, Inc. New York.

B. D. Cullity and C. D. Graham, Introduction to magnetic materials, 2009. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

A. Planes L. Mañosa A. Saxena, Magnetism and Structure in Functional Materials, Materials Science Series, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005

J. W. Martin, R. D. Doherty, B. Cantor. Stability of microstructures in metallic solids. Cambridge University Press, UK, 1997.

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Artículos de revistas científicas aportados por el profesor

#### **EVALUACIÓN**

##### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Dos exámenes parciales escritos, individuales y un examen final, individual.

##### **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 hay promoción

#### **CORRELATIVIDADES**

Para Cursar:

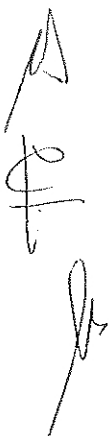
Termodinámica y Mecánica estadística I (regularizada)

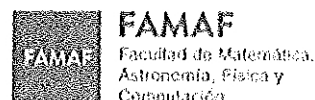
Mecánica Cuántica I (regularizada)

Para Rendir:

Termodinámica y Mecánica estadística I (aprobada)

Mecánica Cuántica I (aprobada)





EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Fundamentos de Física Médica.	AÑO: 2017
CARACTER: Especialidad	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 4º año 2º cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 horas

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

**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.

**CONTENIDO**

**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: Medida de la radiación**

Magnitudes y unidades. Definiciones básicas: Kerma, dosis absorbida, Exposición. Teoría de la Cavidad de Bragg-Gray. Equilibrio electrónico. Descripción física y precisión de los sistemas de medición y cálculo: derivación de incertezas.

**MÓDULO III: Dosímetros**

Cámaras de Ionización: Farmer y plano-paralela. Detectores de estado sólido: detectores termoluminiscentes (TLD), semiconductores y centelleadores plásticos. Films dosimétricos. Dosímetros químicos: solución de Fricke y polímeros.

**MÓDULO IV: Generadores de radiación**

Equipos tradicionales: Kilovoltaje y Megavoltaje. Terapia superficial y profunda. Unidad de  $^{60}\text{Co}$ . 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 V: Dosimetría convencional y técnicas de irradiación**

Determinaciones dosimétricas en fantoma. Calidad de radiación y distribución de dosis. Cálculo dosimétrico elemental: método estándar 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 "convolución de kernel".

**MÓDULO VI: 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 VII: Nociones básicas en medicina nuclear y dosimetría interna**

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 VIII: Imágenes médicas: 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 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. Fernández-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, 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 (PENLOPE) 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.
- El examen final contará de una evaluación escrita sobre contenidos teórico- prácticos y de la laboratorio.

### REGULARIDAD

#### ASISTENCIA

- Cobertura de un mínimo de 70% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas, prácticas y de laboratorio.

#### EXÁMENES PARCIALES

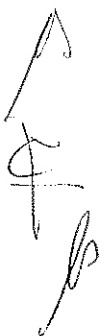
- Aprobación de 2 exámenes parciales o sus correspondientes recuperatorios con calificación mayor o igual al 60%.

#### TRABAJOS PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO

- Aprobación de un mínimo del 60% de los trabajos prácticos.
- Aprobación de un mínimo del 60% de los trabajos de laboratorio.

### PROMOCIÓN

No hay régimen de promoción





UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

**CORRELATIVIDADES**

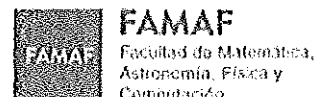
Para cursar:

aprobada: Electromagnetismo I

regularizada: Mecánica Cuántica I

Para rendir:

aprobada: Mecánica Cuántica I



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Interacción de la Radiación con la Materia	<b>AÑO:</b> 2017
<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. 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 paralizable y no paralizable.

Detectores gaseosos. Cámara de ionización. Contador proporcional.

Detectores de centelleo. Tubo fotomultiplicador. Detectores semiconductores. Detectores cristalinos y plásticos.

### 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).

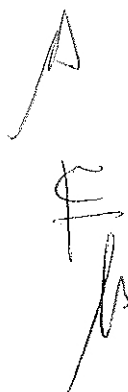
- William R. Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments (Springer-Verlag, 1992).

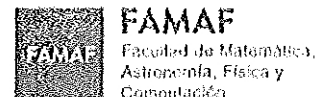
### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- G.L. Squires, Introduction to Theory of Thermal Neutron Scattering (Dover Publications, 1996).

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN





EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

- Trabajos prácticos, tanto teóricos como de laboratorio.
- 2 exámenes parciales sobre contenidos teóricos y prácticos.
- Un coloquio sobre contenidos experimentales de laboratorio.

#### 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

- 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).
- Aprobar un coloquio.

#### CORRELATIVIDADES

Para Cursar:

- Mecánica y Electromagnetismo II (Aprobadas)

Para Rendir:

- Mecánica y Electromagnetismo II (Aprobadas)



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Introducción a la Física de la Atmósfera	AÑO: 2017
CARACTER: Especialidad	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 4° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 horas

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Que el alumno adquiera conocimientos teóricos y prácticos de procesos termodinámicos, radiación, dinámica, procesos físicos en nubes y otros fenómenos físicos que ocurren en la atmósfera.

**CONTENIDO**

**CAPITULO IV: Física de Nubes**

- 1) Clasificación de las nubes.
- 2) Micro estructura de las nubes cúmulos y estratos.
- 3) Nucleación.
  - a) Nucleación homogénea de agua y hielo.
  - b) Nucleación heterogénea de agua y hielo.
- 4) Aerosoles atmosféricos.
  - a) Núcleos de condensación de nubes.
  - b) Núcleos de hielo.
- 5) Crecimiento de gotas.
  - a) Crecimiento de gotas por condensación.
  - b) Crecimiento de poblaciones de gotas.
  - c) Crecimiento de gotas por coalescencia.
  - d) Velocidad terminal de caída de gotas.
  - e) Eficiencia de colisión.
  - f) Ecuaciones de crecimiento.
  - g) Modelo de Bowen.
  - h) Ecuación estocástica de coalescencia.
- 6) Crecimiento de hielo.
  - a) Crecimiento por deposición.
  - b) Crecimiento por acreción.
  - c) Crecimiento por agregado.
- 7) Distribución de tamaños de partículas de precipitación.

**CAPITULO II: Termodinámica de la Atmósfera**

- 1) Sistema agua-aire.
  - a) Transiciones de fase del agua.
  - b) Vapor de agua y aire húmedo.
  - c) Variables de humedad.
  - d) Calores específicos del aire húmedo.
  - e) Adiabáticas de aire húmedo.
- 2) Principales procesos Termodinámicos en la Atmósfera.
  - a) Condensación en la atmósfera por enfriamiento Isobárico.



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

- b) Proceso adiabático Isobárico. Temperatura equivalente y de bulbo húmedo.
  - c) Mezcla adiabática-isobárica (mezcla horizontal).
  - d) Expansión adiabática en la Atmósfera.
  - e) Ascenso adiabático y saturación del aire.
  - f) Mezcla vertical.
- 3) Diagramas Aerológicos.
- a) Emagrama.
  - b) Orientaciones relativas de las líneas fundamentales.
  - c) Tefigrama.
- 4) Estabilidad vertical.
- a) Método de la parcela.
  - b) Criterios de estabilidad.

#### **CAPITULO VI: Dinámica Atmosférica**

- 1) Conceptos de Mecánica de Fluidos. Ecuaciones de movimiento.
- 2) Movimiento potencial incompresible 2-D. Vórtice de Ranking.
- 3) Efecto de la rotación terrestre. Fuerza de Coriolis.
- 4) Barotropía y Baroclinicidad.
- 5) Ecuación de la vorticidad.
- 6) Análisis dimensional de las perturbaciones meteorológicas
- 7) Aproximación hidrostática.
- 8) Viento geostrófico.
- 9) Componentes ageostróficas.
- 10) Efecto de curvatura. Viento gradiente.
- 11) Viento térmico.
- 12) Circulación térmica.
- 13) Circulación global.

#### **CAPITULO V: Electricidad Atmosférica**

- 1) Propiedades eléctricas de la atmósfera.
- 2) Iones atmosféricos.
- 3) Conductividad.
- 4) El problema fundamental de la electricidad atmosférica.
- 5) Mecanismos de electrificación de nubes.

#### **CAPITULO I: Descripción General de la Atmósfera**

- 1) Extensión y división de la Atmósfera.
- 2) Composición del aire.
- 3) Escala de altura.
- 4) Distribución vertical de temperatura.
- 5) Ionósfera.
- 6) Magnetósfera.
- 7) Auroras.

#### **CAPITULO III: Radiación en la Atmósfera**

- 1) El espectro de radiación.
- 2) Absorción y emisión de radiación por las moléculas.
- 3) Leyes de radiación de cuerpo negro.
- 4) Radiación solar.
  - a) Absorción de la radiación solar en la Atmósfera.
  - b) El perfil de Chapman.
  - c) Fotoquímica de la Ionósfera.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

- d) La capa de Ozono.
- 5) Radiación terrestre.
  - a) Efecto Invernadero.
  - b) Absorción y emisión de radiación terrestre.
- 6) Balance energético.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Atmospheric Physics. J.V. Iribarne and H. R. Cho. 1980. D. Reidel Publishing Company.
- Termodinámica de la atmósfera. J.V. Iribarne. 1964. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- A short course in cloud physics. A. A. Rogers and M. K. Yau. 1989. Pergamon Press.
- Physics of Clouds. B. J. Mason. 1971. Clarendon Press Oxford.
- Atmospheric Science. J. N. Wallace and P. Hobbs. 2006. Academic Press Inc.
- Atmospheric Thermodynamics. C. Bohren and B. Albrecht. 1998. Oxford University Press.
- Fundamentals of Atmospheric Physics. M.L. Salby. 1996. Academic Press Inc.
- Storm and Cloud Dynamics. W.R. Cotton and R.A. Anthes. 1989. Academic Press Inc.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

El examen final contará de una evaluación escrita sobre contenidos prácticos, y una exposición oral sobre los contenidos teóricos.

### REGULARIDAD

#### 1. ASISTENCIA

- Cobertura del 70% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas.

#### 2. TRABAJOS PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO

- Aprobar dos parciales o sus correspondientes recuperatorios sobre contenidos de los trabajos prácticos
- Aprobar todos los informes de laboratorio.

### PROMOCIÓN

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

## CORRELATIVIDADES

#### Para cursar:

Tener regularizadas: Electromagnetismo I, Termodinámica y Mecánica Estadística I, y Física Experimental IV

#### Para rendir:

Tener aprobadas: Electromagnetismo I, Termodinámica y Mecánica Estadística I, y Física Experimental IV



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Resonancia Magnética Nuclear.	<b>AÑO:</b> 2017
<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:** Es la materia introductoria a una de las áreas de investigación en Física que se desarrollan en la FAMAF. Es de fundamental importancia para los estudiantes que desean realizar su trabajo final de Licenciatura en el Grupo de Resonancia Magnética Nuclear (RMN), ya que los introduce en los conceptos básicos de la técnica experimental y les permite adquirir las capacidades y conocimientos mínimos para poder llevar a cabo con éxito la materia "Trabajo Final".

**Objetivos:** Al finalizar la materia los estudiantes estarán capacitados para enfrentarse a la operación básica de un equipo experimental de RMN<sub>r</sub>. Comprender los fenómenos físicos en los que se basa la técnica de RMN. Resolver ecuaciones elementales que describen el comportamiento de la señal de RMN

**CONTENIDO**

**1. Introducción**

- 1.1 Revisión histórica.
  - 1.1.1 La interacción de la radiación con la materia.
  - 1.1.2 Resonancia magnética Nuclear (RMN).
  - 1.1.3 Las primeras observaciones de RMN.
  - 1.1.4 La RMN pulsada y de onda continua.

**2. Principios de la Resonancia Magnética**

- 2.1 Introducción al fenómeno de Resonancia
  - 2.1.1 Momento angular clásico
  - 2.1.2 Cuantización del momento angular
  - 2.1.3 Espines electrónicos y nucleares
  - 2.1.4 El campo electromagnético
  - 2.1.5 Magnetismo macroscópico
  - 2.1.6 Magnetismo microscópico
  - 2.1.7 Precesión de espín
  - 2.1.8 Frecuencia de Larmor
  - 2.1.9 Absorción de energía e intensidad de la señal de resonancia.
  - 2.1.10 Equilibrio térmico y Relajación espín-red. Magnetización transversal y relajación transversal
- 2.5 El experimento de Resonancia Magnética.
  - 2.5.1 Diferencias entre técnicas pulsadas y de onda continua.
  - 2.5.2 Decaimiento libre de la inducción magnética (free induction decay, FID) luego de un único pulso. Parámetros relevantes.
  - 2.5.3 Transformada de Fourier.
  - 2.5.4 Forma de línea, líneas homogéneas e inhomogéneas.
  - 2.5.5 Longitud del pulso, ángulo de volteo de la magnetización.
  - 2.5.6 Ángulo de Ernst.

**3. El espectrómetro de Resonancia Magnética Nuclear**

- 3.1 El imán
- 3.2 El transmisor

- 3.2.1 El sintetizador: cambio de fase de la radiofrecuencia
- 3.2.2 El generador de pulsos: los pulsos de radiofrecuencia
- 3.2.3 El amplificador de radio frecuencia
- 3.3 El duplexor
- 3.4 El cabezal
- 3.5 El receptor
  - 3.5.1 El preamplificador de señal
  - 3.5.2 El receptor en cuadratura
  - 3.5.3 Conversión analógica digital. Sobremuestreo. Aumento de la sensibilidad.
  - 3.5.4 Control de la fase de la señal.
- 3.6 Esquema general de la parte de radiofrecuencia del espectrómetro

#### 4. Teoría Formal de la RMN

- 4.1 Espines aislados –
  - 4.1.1 Descripción clásica de espines no interactuantes en presencia de campos magnéticos estáticos y variables
  - 4.1.2 Descripción cuántica de espines no-interactuantes en presencia de campos magnéticos estáticos y variables
- 4.2 Ecuaciones de movimiento y valor de expectación
- 4.3 Conjunto de espines - Matriz densidad
- 4.4 Ecuaciones de Bloch - Soluciones
- 4.5 Ecos de Espín - Descripción Cuántica
- 4.6. Eco de Hahn (Inversión de un Hamiltoniano de un cuerpo) –
- 4.7 Medición del tiempo de relajación espín-espín  $T_2$  .
  - 4.7.1 Secuencia de Carr-Purcell- Meiboom-Gill.
  - 4.7.2 Difusión molecular.
- 4.8 Relación entre las respuestas transitorias y de estado estacionario de un sistema y las partes real e imaginaria de la susceptibilidad. Respuesta Lineal.
- 4.9 Teoría atómica de absorción y dispersión.

#### 5. Interacciones Magnéticas y Eléctricas

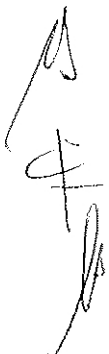
- 5.1 Interacción dipolar magnética
- 5.2. Interacción Cuadrupolar
- 5.3. Interacciones de Núcleos con electrones
  - 5.3.1 Tensor de Corrimiento Químico - Espectros de polvos.
  - 5.3.2 Interacción hiperfina
  - 5.3.3 Corrimiento de Knight
  - 5.3.4 Acoplamiento nuclear indirecto.

#### 6 Relajación y otros mecanismos que afectan la línea de resonancia

- 6.1 Relajación espín-red.
  - 6.1.1 La teoría de Bloembergen, Purcell y Pound (BPP).
- 6.2 Medición de tiempos de relajación espín-red ( $T_1$ ): Secuencias de inversión-recuperación, saturación recuperación, saturación progresiva, etc.
- 6.3 Medición del tiempo de relajación espín-red en la terna rotante ( $T_{1\rho}$ ).
- 6.4 Angostamiento de las líneas de resonancia por movimiento.
- 6.5 Intercambio químico.

#### 7 Práctica Experimental

- 7.1 Detección de una señal de RMN (FID)
- 7.2 Medición de tiempo de relajación espín-red
- 7.3 Medición de tiempo de relajación espín-espín
- 7.4 Observación experimental de la fase de un pulso de radio frecuencia y la fase de la detección.



## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

C.P. Slichter, "Principles of Magnetic Resonance", 3 ra edición (Springer Verlag, 1990, reimpresión 1992).

R.K. Harris, "Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy", (Longman Scientific & Technical and John Wiley & Sons, New York 1986, reimpresión 1994).

Malcolm H. Levitt, "Spin Dynamics. Basics of Nuclear Magnetic Resonance", 2 nd Edition (John Wiley & Sons, Ltd., 2008, reimpresión 2009).

Brian Cowan, "Nuclear Magnetic Resonance and Relaxation", (Cambridge University Press, 1997)

E. Fukushima y S.B.W. Roeder, "Experimental Pulse NMR: A Nuts and Bolts Approach", (Addison-Wesley Pub. CO, 1981, reimpresión 1994).

A. Abragam, "Principles of Nuclear Magnetism", (Oxford University Press, 1961, reimpresión 1989).

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

A. E. Derome, "Modern NMR techniques for chemistry research", (Pergamon, Oxford, 1987).

R.R. Ernst, G. Bodenhausen and A. Wokaun, "Principles of nuclear magnetic resonance in one and two dimensions", (Clarendon Press, Oxford, 1987).

F.A. Bovey: "Nuclear magnetic resonance spectroscopy", (Academic Press, San Diego, 1988).

M. Mehring, Volker Weberub: "Object-oriented Magnetic Resonance", (Academic Press, 2001).

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Se tomarán dos evaluaciones parciales pudiendo el alumno recuperar una de ellas.
- Trabajos de laboratorio

### REGULARIDAD

El alumno deberá:

- 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 al menos el 60 % de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

### 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), aprobar todos los Trabajos de Laboratorio.

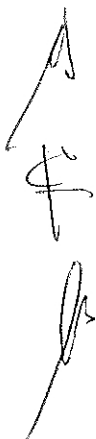
## CORRELATIVIDADES

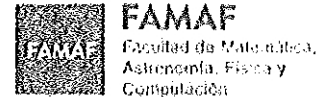
Para cursar:

tener regularizada Electromagnetismo II, y tener aprobadas Mecánica y Electromagnetismo I.

Para rendir:

tener aprobadas Mecánica Cuántica I y Electromagnetismo II.





EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Plataformas Configurables para Instrumentación Científica	<b>AÑO:</b> 2017
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4º año 2º cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

El desarrollo de instrumentación para laboratorios de investigación implica normalmente la aplicación concurrente de metodologías y técnicas provenientes de disciplinas diversas como mecánica, química y software, entre otras. Sin embargo, debe destacarse que la electrónica se hace cada vez más importante en los sistemas de instrumentación. Esto se debe a que las modernas técnicas se basan en su mayoría en principios de sensado, acondicionamiento de señales, conversiones analógicas a digitales y viceversa, etc. Este tipo de sistemas puede ser implementado recurriendo a módulos o subsistemas comerciales. En este caso, queda para el investigador la tarea de configuración del equipo. Esta es una tarea que normalmente puede realizarse con las habilidades desarrolladas en las carreras de grado de orientación científica de nuestra Universidad.

Sin embargo, se destaca que la instrumentación que puede adquirirse cubre necesidades generales y en muchísimos casos muy alejadas de las demandas impuestas por la investigación científica. Esto hace que en muchas ocasiones sea el mismo investigador quien deba desarrollar su propio equipamiento electrónico, hecho que requiere el dominio de técnicas electrónicas que se encuentran más allá de la formación de grado de los científicos experimentales y que justifica la inclusión de tópicos de electrónica en cursos de posgrado para científicos experimentales.

Hasta hace algunos años se contaba sólo con dos opciones para implementar sistemas digitales de instrumentación: la utilización de circuitos de baja o media escala de integración (SSI y MSI) o aquellos programables por máscaras (MPLD). La primera opción conduce a sistemas con un número elevado de dispositivos sobre grandes placas de circuitos impresos, generando problemas de consumo y baja confiabilidad. La segunda evita estos problemas pero requiere un proceso sumamente costoso, inconveniente para volúmenes de producción pequeños, como es precisamente el caso de la instrumentación científica.

La aparición de los circuitos lógicos programables en campo ha hecho posible la implementación de sistemas digitales de aplicación específica sin necesidad de recurrir a los circuitos integrados de aplicación específica que requieren tratar con las fundiciones de silicio. El gran progreso en esta área ha permitido pasar de pequeños arreglos de compuertas que aparecieron en el mercado a mediados de los ochenta a arreglos de compuertas programables en campo (FPGA, Field Programmable Gate Arrays) que contienen más de 10 millones de compuertas equivalentes. En la actualidad, estos dispositivos permiten la integración de funciones digitales de alta complejidad como los sistemas en chip (SOC, Systems on Chip) o las redes en chip (NOC, Networks on Chip). A diferencia de los circuitos lógicos programables por máscaras, que requieren de una capa de metalización que debe realizarse en fábrica con costosos equipos, los FPLDs disponen de un arreglo de interconexiones programables por el usuario. Este proceso puede ser realizado con herramientas computacionales de bajo costo y con hardware sumamente accesible.

El vertiginoso desarrollo en el campo de los circuitos digitales configurables ha sido complementado en los últimos años con el advenimiento de sus contrapartes analógicas. En este campo se encuentran disponibles en el mercado plataformas analógicas configurables de tiempo continuo y de señal mixta (en tecnología de capacidades conmutadas). En el primero de los casos es posible generar circuitos programables en el sistema que generalmente sirven de interfaz con otras secciones digitales. En particular, estos circuitos están convenientemente diseñados para aplicaciones de filtrado y de adecuación de señal. En el caso de los dispositivos de tecnología de capacidades conmutadas, el nivel de integración es mucho más elevado, lo que ha permitido

integrar sistemas "on chip" analógicos.

Debe destacarse que los circuitos configurables, tanto analógicos como digitales han cambiado el paradigma de implementación de sistemas de instrumentación científica, permitiendo alcanzar desempeños impensados con otras tecnologías de implementación. La propuesta del presente curso de especialidad se orienta a introducir estas nuevas tecnologías de implementación, con las que se pueden lograr sistemas de alto desempeño y de gran especificidad.

#### OBJETIVOS

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Comprender adecuadamente el principio de funcionamiento de las arquitecturas digitales configurables.
- Comprender adecuadamente el principio de funcionamiento de los circuitos analógicos configurables de tiempo continuo.
- Comprender adecuadamente el principio de funcionamiento de los circuitos analógicos configurables de señal mixta.
- Implementar diseños de complejidad baja- intermedia en tecnologías analógicas y digitales, con énfasis en sistemas de instrumentación.

### CONTENIDO

#### **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN A LA LÓGICA DIGITAL**

Representación de números binarios. Algebra de Boole. Circuitos combinacionales. Circuitos secuenciales. Ejemplos de bloque básicos. Lenguajes de descripción de hardware.

#### **CAPÍTULO 2: CLASIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS**

Introducción. Tipos de Circuitos Integrados de Aplicación Específica: Totalmente a medida, Matrices de Compuertas, Células Normalizadas. Circuitos Integrados Programables en Campo: Dispositivos Lógicos Programables, Dispositivos Lógicos Programables de Aplicación Específica, Arreglos de Compuertas Lógicas Programables en Campo.

#### **CAPÍTULO 3: DISPOSITIVOS LÓGICOS PROGRAMABLES**

Introducción. Clases de PLDs. Dispositivos PLDs complejos. Dispositivos FPGA. Presentación de las familias de componentes de Altera y Xilinx. Estudio detallado de los recursos disponibles en cada dispositivo. Principio de operación. Grabación de los dispositivos. Limitaciones de desempeño.

#### **CAPÍTULO 4: CIRCUITOS ANALÓGICOS PROGRAMABLES.**

Introducción. Consideraciones generales para todos los dispositivos. Mecanismos de grabación. Interfaz

JTAG. La familia PSOC1 de Cypress. Introducción a las plataformas configurables con núcleos de procesamiento. Recursos de hardware disponibles: estudio detallado de los mismos y posibilidades de

utilización. Las herramientas de apoyo al diseño: entrada esquemática y simulación. Estudio, desarrollo e implementación de aplicaciones típicas. Integración de circuitos analógicos y digitales.

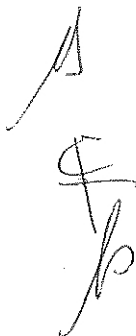
#### **CAPÍTULO 5: HERRAMIENTAS DE DISEÑO.**

Introducción y conceptos generales: pasos de diseño, compilación y listado de componentes. Entrada del

diseño y modelación en alto nivel: entrada esquemática, lenguajes de descripción de hardware, jerarquía de las unidades de diseño. Verificación y simulación. Ambientes de diseño integrados: las herramientas de Altera. Entrada del diseño, procesado, verificación, programación.

#### **CAPÍTULO 6: APLICACIONES A LA INSTRUMENTACIÓN CIENTÍFICA.**

Sistemas de instrumentación basados en dispositivos digitales configurables: lógica de propósitos generales, sistemas de temporización, proceso de señales en el dominio digital. Sistemas de instrumentación basados en dispositivos analógicos configurables: medición temperatura, presión,



fuerza, filtrado analógico en tecnología de tiempo continuo y tiempo discreto. Análisis de casos reportados en la literatura científica.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Doboli, E. Currie, Introduction to Mixed-Signal, Embedded Design. Springer, Estados Unidos, 2011.
- P. Marwedel, Embedded System Design. Springer, Estados Unidos, 2011.
- P. Chu. FPGA Prototyping by VHDL examples. John Wiley & Sons, United States, 2008.
- James O. Hamblen, Tyson S. Hall, Michael D. Furman.-- Rapid prototyping of digital systems / SOPC edition. Springer-Verlag, 2008.
- U. Mayer-Baese. Digital Signal Processing using Field Programmable Gate Arrays. Springer, 2001.
- W. Wolf. FPGA-Based System Design, Prentice Hall, 2004.
- B. Zeidman. Designing with FPGAs & CPLDs. CMP Books, 2002.
- Altera. Hojas de datos y manuales varios.
- Xilinx. Hojas de datos y manuales varios.
- Lattice. Hojas de datos y manuales varios
- Anadigm. Hojas de datos y manuales varios.
- Cypress. Hojas de datos y manuales varios.

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

Se realizarán dos evaluaciones parciales. También se evaluarán los informes de los trabajos de laboratorio realizados.

Para regularizar la materia el estudiante deberá aprobar los parciales o sus correspondientes recuperatorios. Deberá aprobar al menos el 60% de los trabajos de laboratorio realizados, siendo 5 (cinco) el número de trabajos de laboratorio.

#### 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 hay régimen de promoción en el cursado de la materia

### CORRELATIVIDADES

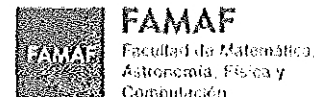
Para cursar:

Tener aprobada Física General III

Para rendir:

Tener aprobada Física General III





EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Relatividad General I	<b>AÑO:</b> 2017
<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**

**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.

**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.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

- 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

Asistencia al 70% de clases.

##### PROMOCIÓN

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

#### CORRELATIVIDADES

Para cursar:

- Electromagnetismo I (aprobada).

Para rendir

- Electromagnetismo II (aprobada).



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Álgebras de Lie	AÑO: 2017
CARACTER: Especialidad	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 5° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 horas

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Fundamentación:

El presente curso tiene como objetivo presentar la clasificación de las álgebras de Lie semisimples de dimensión finita sobre los números complejos, comenzando desde el estudio intrínseco de su estructura para describir los invariantes fundamentales: sistemas de raíces y grupos de Weyl. Se pretende estudiar a continuación los axiomas que definen estos objetos, su rica combinatoria y la construcción de las álgebras de Lie asociadas a partir de la introducción de las álgebras de Kac-Moody. Finalmente se abordarán algunos resultados clásicos sobre su teoría de representaciones.

Objetivos:

Al finalizar la materia los estudiantes estarán en condiciones de:

- Describir las familias más importantes de álgebras de Lie.
- Comprender enunciados y reproducir demostraciones de teoremas sobre los temas abordados.
- Comprender enunciados de problemas y resolver cálculos de sistemas de raíces y representaciones de peso máximo de álgebras de Lie.
- Estudiar la combinatoria detrás de los sistemas de raíces y utilizarla para describir la clasificación de las álgebras de Lie semisimples. Ello les permitirá aplicarla a distintos problemas que generalizan o se conectan con esta teoría: grupos de Lie, súper álgebras de Lie, álgebras de Hopf, etc.
- Utilizar diferentes invariantes que aparecen en el curso para estudiar familias de álgebras de Lie.

**CONTENIDO**

**1. Introducción:**

Álgebras de Lie. Definición y ejemplos. Módulos sobre álgebras de Lie. El álgebra universal de un álgebra de Lie: Teorema de Poincaré-Birkhoff- Witt.

**2. Álgebras de Lie nilpotentes y solubles:**

Teoremas de Lie y Engel. Criterio de Cartan.

**3. Álgebras de Lie semisimples:**

Teorema de Weyl. Teorema de Levi. Descomposición de Chevalley-Jordan. Álgebras de Lie reductivas. Subálgebras de Cartan. Descomposición en espacios de raíces.

**4. Sistemas de raíces:**

Axiomas. Grupo de Weyl. Matrices de Cartan. Diagramas de Dynkin. Teorema de Clasificación. Álgebras de Kac-Moody.

**5. Módulos de peso máximo:**

Módulos de Verma. Pesos y vectores de peso máximo. Espacios peso. Teorema de existencia y unicidad, Teorema de Peso máximo. Módulos integrables.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- N. Bourbaki. Groupes et algebres de Lie. Chap1, Chap 4-6, Chap.7-8, Paris, Hermann. 1975.
- N. Andruskiewitsch, Álgebras de Lie semisimples y representaciones de dimensión finita



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



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

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

(Universidad Nacional de Córdoba).

- J. Humphereys. Introduction to Lie algebras and representation theory. Springer Verlag, 1980.

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- V. Kac. Infinite dimensional Lie algebras, Third edition. Cambridge University Press, 1990.

- J. Serre. Algebras de Lie semisimples complexes. New York: W. A. Bejamin, 1996.

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

- Trabajos prácticos: entrega de ejercicios del práctico.
- El examen final será escrito, sobre contenidos teóricos y prácticos.

#### **REGULARIDAD**

El alumno deberá:

- Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas,
- Cumplir con la entrega regular de los ejercicios del práctico.

#### **PROMOCIÓN**

No Corresponde.

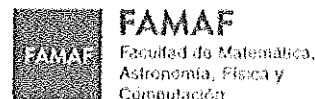
### **CORRELATIVIDADES**

Para cursar:

- Estructuras algebraicas (cursado aprobado).

Para rendir:

- Estructuras algebraicas.



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Combinatoria	AÑO: 2017
CARACTER: Especialidad	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 5° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 horas

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

La Combinatoria es un área de la matemática que además de tener un interés en sí misma, se conecta y sirve de herramienta para muchas otras áreas, aparece en muchísimos problemas que se quieren resolver. Pretendemos dar las nociones básicas de combinatoria, pensando especialmente en sus posibles aplicaciones, de modo que la materia resulta de utilidad a quienes la tomen.

**CONTENIDO**

- 1.- Combinatoria básica.**  
Principios de conteo. Permutaciones. Combinaciones.  
Arreglos. Selecciones con y sin repetición. Problemas de distribución.
- 2.- Coeficientes binomiales y multinomiales.**  
Teorema del Binomio. Identidades combinatorias. El triángulo de Tartaglia-Pascal. Propiedades de los coeficientes binomiales. Multiconjuntos y el Teorema del Multinomio. Composiciones.
- 3.- Particiones y Funciones Generatrices.**  
La función partición. Particiones pares, impares, acotadas, etc. Teorema de Euler. El twelfefold way. Números de Stirling.
- 4.- Principio del Palomar y Números de Ramsey.**
- 5.- El Principio de Inclusión-Exclusión. Función de Moebius.**
- 6.- Polya. Lema de Burnside, Teorema de Enumeración de Polya. Aplicaciones.**
- 7.- Teoría de Grafos. Definiciones básicas y generalidades.**  
Coloraciones, número cromático, Teoremas de Brooks y de Vizing.
- 8.- Esquemas y Diseños. Definiciones, ejemplos y aplicaciones.**

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- "Principles and Techniques in Combinatorics", Chen Chuand-Chong and Koh Khee- Meng. World Scientific 1992.
- "Enumerative Combinatorics". Richard P. Stanley. Cambridge Studies in Advanced Mathematics 49, 2005.
- "Graph Theory (An Introductory Course)", Bela Bollobas. Springer, Graduate Texts in Mathematics, 1979.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

- "Principles and Techniques in Combinatorics", Chen Chuand-Chong and Koh Khee- Meng. World Schientific 1992.
- "Enumerative Combinatorics". Richard P. Stanley. Cambridge Studies in Advanced Mathematics 49, 2005.
- "Graph Theory (An Introductory Course)", Bela Bollobas. Springer, Graduate Texts in Mathematics.1979.

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

Examen escrito y oral.

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

El examen final será escrito y oral. Durante el cuatrimestre se tomarán dos parciales y sus correspondientes recuperatorios.

#### REGULARIDAD

Para ser regular hay que cumplir con los requisitos de tener un mínimo de 70% de asistencia a las clases teóricas y prácticas y aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

### CORRELATIVIDADES

Algebra III, Análisis Matemático III, Probabilidad.

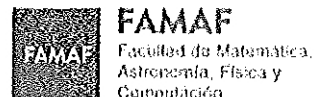
Para cursar:

- tener aprobadas Funciones Reales, Topología General, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Algebra III, Análisis Matemático III, Probabilidad, y Física General.

Para rendir:

- tener aprobadas Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Física General, Algebra III, Análisis Matemático III, y Probabilidad.





EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Ecuaciones Diferenciales Multi- Escala y Aplicaciones.	<b>AÑO:</b> 2017
<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

**CONTENIDO**

**Capítulo I:**

Introducción y Terminología Sistemas Rápido-Lento, Ejemplos, Terminología, Análisis Asintótico.

**Capítulo II:**

Teoría de Perturbación Singular Geométrica Teorema de Fenichel, Flujo Lento, Singularidades, Ejemplos.

**Capítulo III:**

Métodos Asintóticos Directos Resultados Elementales, Oscilaciones de Relajación, Sistemas Planares Hiperbólicos, Período de Relajación.

**Capítulo IV:**

Métodos Numéricos Ecuaciones Rígidas, A-Estabilidad , Problemas con Valores en el Borde (BVP), Condicionamiento, Continuación, Métodos Multi-Escala Heterogéneos, Análisis del Error.

**Capítulo V: Aplicaciones**

Aplicaciones a Neurociencias, Ingeniería y Biología.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Kuehn, C. (2015). Multiple time scale dynamics (Vol. 191). Berlin: Springer.

**EVALUACIÓN**

**FORMAS DE EVALUACIÓN**

Examen final escrito y oral.

**REGULARIDAD**

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

**PROMOCIÓN**

No hay régimen de promoción

**CORRELATIVIDADES**

Para cursar:

- tener regularizada Estructuras Algebraicas.
- tener aprobadas Funciones Reales, Topología General, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.

Para rendir:

- tener aprobadas Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.



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

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Geometría Integral, Estadística y Estereología en Procesamientos de Imágenes 3D.	<b>AÑO:</b> 2017
<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

**CONTENIDO**

**UNIDAD 1: Conjuntos convexos y procesos de "brillo y sombras" en  $\mathbb{R}^n$**   
Cuerpos convexos. Fórmulas de volumen de Cauchy y Steiner. Fórmulas integrales relativas a proyecciones de convexos sobre subespacios vectoriales. Medidas e integrales de curvatura. Introducción a la Quemass Integral (procesos de brillos y sombras).

**UNIDAD 2: Probabilidades geométricas.**  
El grupo de movimientos rígidos de  $\mathbb{R}^n, S^n$ . Fórmula de Crofton. Relaciones entre densidades de subespacios de  $\mathbb{R}^n$ . Densidad de intersecciones de subespacios vectoriales de  $\mathbb{R}^n$ . Generalizaciones a  $S^n, G_k(\mathbb{R}^n)$ , hipersuperficies de  $\mathbb{R}^n$  y a otras variedades diferenciales.

**UNIDAD 3: Densidad cinemática en  $\mathbb{R}^n$**   
Formulas de densidades. Integral de volumen. Fórmula fundamental de la Cinemática. Fórmula cinemática fundamental para conjuntos convexos de  $\mathbb{R}^n$ . Reticulados en  $\mathbb{R}^n$ .

**UNIDAD 4: Modelo estadístico en Estereología Notación.**  
Modelos genéricos. Espacio de parámetros. Espacio de referencia. Estimación: caso aleatorio, caso restringido y caso extendido.

**UNIDAD 5: Inferencia en poblaciones de partículas.**  
Diseño y muestreo. Modelos. Estimadores.

**UNIDAD 6: Varianza de estimadores estereológicos.**  
Comparaciones de varianza. El teorema de Rao Blackwell en el caso de estimadores estereológicos. Predicción de la varianza. ANOVAS anidados.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Santaló, L. A. [1] Integral Geometry and Geometric Probability. Addison-Wesley Publishing Company. Reading, USA. 1976.  
Morgan, Frank. [2] Geometric Measure Theory 5th Edition. ISBN: 9780128044896. Academic Press, 2016.  
Baddeley, A. and Vedel Jensen, E.V. [3] Stereology for Statisticians. CRC Press Company. USA. 2005.  
Schmidt, V. [4] (ed.), Stochastic geometry, spatial statistics and random fields. Models and algorithms. Lecture Notes in Mathematics 2120. Springer. Switzerland, 2015.  
Notas de clase.

**EVALUACIÓN**

**FORMAS DE EVALUACIÓN**

Dos parciales.  
Examen oral final, teórico-práctico sobre los contenidos vistos en el curso..



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

### REGULARIDAD

1- aprobación de dos parciales con recuperación de uno.

### CORRELATIVIDADES

Para cursar:

- tener aprobadas Probabilidad, Funciones Reales, Topología General, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Análisis Matemático III y Física General.

Para rendir:

- tener aprobadas Probabilidad, Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Análisis Matemático III y Física General.

*[Handwritten signatures]*



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Geometría Riemanniana	<b>AÑO:</b> 2017
<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

**CONTENIDO**

**Unidad I: Variedades riemannianas**

Métricas riemannianas - Conexiones afines - Conexión de Levi-Civita - Geodésicas - Propiedades mini-mizantes de las geodésicas - Entornos normales- Transporte paralelo.

**Unidad II: El tensor de curvatura**

Tensores - Tensor de curvatura de una variedad riemanniana - Curvaturas seccional, de Ricci, escalar - Métricas de Einstein - Campos de Jacobi.

**Unidad III: Inmersiones isométricas**

Segunda forma fundamental - Operador de forma - Ecuaciones fundamentales de una inmersión isométrica.

**Unidad IV: Aspectos globales de las variedades riemannianas**

Métricas completas - Teorema de Hopf y Rinow - Teorema de Hadamard - Teorema de Cartan sobre la determinación de la métrica - Espacios de curvatura constante - Isometrías del espacio hiperbólico.

**Unidad V: Cohomología de De Rham y formas diferenciales armónicas (\*)**

El operador \*de Hodge - El operador de Laplace - Representación de clases de cohomología por formas armónicas: el teorema de Hodge - Aplicaciones: dualidad de Poincaré y característica de Euler.

**Unidad VI: Aspectos básicos de la geometría de espacios simétricos (\*)**

Espacios localmente simétricos - Espacios simétricos - Grupos de Lie compactos con métrica bi-invariante como espacios simétricos - Espacios simétricos como espacios homogéneos riemannianos.

(\*) Corresponden sólo al curso de posgrado.

Conocimientos previos requeridos: los temas cubiertos en las materias Geometría Diferencial y Geometría Superior de la Licenciatura en Matemática.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- M. do Carmo, Riemannian Geometry, Birkhauser.
- M. J. Druetta, Notas de Geometría Riemanniana Básica, Trabajos de Matemática, Serie B, 1/87, FaMAF.
- J. Lee, Riemannian Manifolds - An Introduction to Curvature, Graduate Texts in Mathematics, Springer.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- A. L. Besse, Einstein Manifolds, Classics in Mathematics, Springer.
- W. Boothby, An Introduction to Differentiable Manifolds and Riemannian Geometry, Elsevier.
- J. Jost, Riemannian Geometry and Geometric Analysis (Universitext), Springer.
- W. Kuhnel, Differential Geometry: Curves - Surfaces - Manifolds, Student Mathematical Library,

Vol. 16, A.M.S.

- P. Petersen, Riemannian Geometry, Graduate Texts in Mathematics, Springer.

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

El examen final contara de una evaluación escrita sobre contenidos prácticos, y una exposición oral sobre los contenidos completos de la materia.

#### 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 corresponde.

### CORRELATIVIDADES

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.





EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a Problemas Elípticos Lineales y No Lineales	<b>AÑO:</b> 2017
<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**

Las Ecuaciones en Derivadas Parciales tienen una gran importancia no sólo teórica sino también por sus múltiples aplicaciones en diferentes campos de la ciencia. En particular, es de gran interés el estudio de ecuaciones o problemas elípticos.

Los objetivos principales de la materia son, por una parte, dar a los alumnos una introducción lo más amplia posible al área de problemas elípticos de segundo orden, en lo que se refiere a temas, técnicas y/o herramientas de resolución de problemas, etc.

Por otra parte, se pretende dar a los alumnos una formación tal que si lo desean puedan seguir estudiando (por su cuenta o bajo dirección) estos temas y otros similares y eventualmente poder comenzar a investigar en el área de las Ecuaciones en Derivadas Parciales.

**CONTENIDO**

**Unidad I: Espacios de Sobolev.**

Derivadas débiles. Propiedades básicas. Espacios de Sobolev  $W_{k,p}(\Omega)$  y  $W_{k,p_0}(\Omega)$ ,  $\Omega \subseteq \mathbb{R}^n$ . Propiedades y ejemplos. Teoremas de extensión y aproximación. Diversas caracterizaciones del espacio  $W_{1,2}$ . Desigualdades de Poincaré, Morrey y Sobolev-Gagliardo-Nirenberg. Teorema de Frechet-Kolmogorov. Teoremas de inmersión compacta. Teoremas de inmersión compacta.

**Unidad II: Problemas elípticos lineales de segundo orden.**

Soluciones débiles, fuertes y clásicas. Teorema de Lax-Milgram. Existencia y unicidad de soluciones débiles para problemas en forma de divergencia (no necesariamente autoadjuntos). Problemas no homogéneos. Alternativa de Fredholm. Principio del máximo débil (para soluciones débiles). Regularidad: estimaciones  $L^\infty$ , regularidad interior  $H_k$ , continuidad,  $C^0$ -cotas a priori. Principios del máximo débil y fuerte (para soluciones clásicas). Lema de Hopf.

**Unidad III: Autovalores principales.**

Problemas lineales con peso de signo indefinido. Caracterización variacional del autovalor principal positivo (cociente de Rayleigh). Propiedades: unicidad, monotonía respecto del dominio y del peso, simplicidad, regularidad de las autofunciones, continuidad respecto del peso. Autofunciones y descomposición espectral de  $L^2$  y  $H^1_0$ .

**Unidad IV: Problemas no lineales.**

Métodos de monotonía. Método de sub y supersoluciones. Ejemplos y aplicaciones a diversos problemas semilineales. Ecuación logística. Teoremas de unicidad. Teoremas de punto fijo de Schauder y de Schaefer. Aplicaciones. Problemas quasilineales. Técnicas de minimización.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- M. Chipot, Elliptic equations: an introductory course. Birkhäuser Advanced Texts, Birkhäuser Verlag, Basel, 2009.
- L. Evans, Partial differential equations. Graduate Studies in Mathematics, 19. American Mathematical Society, Providence, RI, 1998.
- H. Brezis, Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations. Universitext. Springer, New York, 2011.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

D. G. de Figueiredo, Positive solutions of semilinear elliptic problems. Lecture Notes in Math. 957, Springer, Berlin-New York, 1982.

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

- Entregas periódicas de listas de ejercicios de contenidos teórico-prácticos.
  - El examen final contará de una evaluación escrita y una evaluación oral sobre contenidos teórico-prácticos de la asignatura.
- La materia no considera régimen de promoción.

#### **REGULARIDAD**

##### **ASISTENCIA**

Cobertura del 70% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas.

##### **EXÁMENES PARCIALES**

Entrega y aprobación del 75% de la totalidad de las listas de ejercicios en las fechas establecidas.

### **CORRELATIVIDADES**

Para rendir:

Análisis Funcional

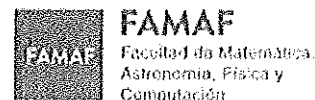
Para cursar:

- tener regularizada Funciones Reales.
- tener aprobadas Funciones Reales, Topología General, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.

Para rendir:

- tener aprobadas Ecuaciones Diferenciales II, Análisis Funcional, Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.





EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Topología Algebraica	AÑO: 2017
CARACTER: Optativa	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 5° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 horas

ASIGNATURA: Topología Algebraica	AÑO: 2017
CARACTER: Especialidad	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 5° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 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 que permitan clasificar los espacios topológicos salvo homeomorfismo o, más comúnmente, salvo equivalencia homotópica.

En el curso se estudiarán los grupos de homotopía, en particular el primer grupo de homotopía denominado grupo fundamental. También se estudiarán 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 I.

Curvas. Homotopía de curvas. Grupo fundamental. Espacios simplemente conexos. Grupo fundamental de la esfera  $S^n$ ,  $n > 1$ . Grupo fundamental de espacios de adjunción.

##### Unidad II

Revestimientos. Levantamiento de curvas y homotopías. Cubrimiento universal. Grupo fundamental y transformaciones de cubrimiento. Existencia.

##### Unidad III:

Homología singular. Simplex, Operador de borde, homología singular. Complejos, homomorfismos, sucesiones exactas largas, homomorfismo de conexión, homología relativa.

##### Unidad IV:

Homotopía. Equivalencia homotópica, retracts, retracts de deformación, espacios contráctiles. Teoremas de homotopía y excisión. Equivalencia homotópica. Operador inducido en homología. Axiomas de homología.

##### Unidad V:

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 toron dimensional. Grado de una función en la esfera. Propiedades. Teorema de Jordan-Brower.

##### Unidad VI:

Espacios CW-finitos. Espacios de adjunción. Homología de espacios proyectivos. Grado de una función  $f$  en la esfera. Propiedades. Campos vectoriales en la esfera. Números de Hurwitz-Radon.

Característica de Euler-Poincaré. Espacios proyectivos, toros y sumas conexas.

**Unidad VII:**

Cohomología singular. Ext y Tor. Cálculo en ejemplos. Expresión de la cohomología en términos de la homología. Teorema del coeficiente universal. Propiedades de la cohomología.

**Unidad VIII:**

Diferenciación exterior, cohomología de De Rham. Orientación. Integración. Teorema de Stokes. Teorema de De Rham.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Glen Bredon, Topology and Geometry, Springer Verlag, 2002.
- Leon Greenberg, Lectures on Algebraic Topology, W. A. Benjamin, 1977.
- A. García, C. Sánchez, Introducción a la Topología Algebraica, FaMAF-UNC, 1994.
- A. Hatcher, Algebraic Topology, Cambridge University Press, 2001.

**EVALUACIÓN**

**FORMAS DE EVALUACIÓN**

El examen final tendrá dos partes: una escrita, sobre contenidos prácticos, y una oral, sobre contenidos teóricos.

**REGULARIDAD**

Presentación de una lista de ejercicios seleccionados de las guías de trabajos prácticos.

**CORRELATIVIDADES**

Como Especialidad:

Para cursar:

- tener aprobadas Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Reales, Topología General, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.

Para rendir:

- tener aprobadas Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.

Como Optativa:

Para cursar:

- tener regularizadas Estructuras Algebraicas y Geometría Superior.
- tener aprobadas Topología General, Geometría Diferencial, y Algebra III.

Para rendir:

- tener aprobadas Estructuras Algebraicas y Geometría Superior.





EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Estructuras Algebraicas II	AÑO: 2017
CARACTER: Optativa	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 5° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 horas

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Fundamentación: En esta materia se introducen las nociones básicas relacionadas con cuerpos abstractos, mostrando ejemplos de distinta índole. En particular, estudiaremos cuerpos finitos, y demostraremos su existencia (de vital importancia en diversas aplicaciones a la criptografía).

A la vez, se estudian las extensiones de los mismos, viendo como ciertos grupos actúan naturalmente en las raíces de los polinomios definiendo las extensiones. El objetivo final es demostrar la llamada teoría de Galois, que da una relación biunívoca entre extensiones de cuerpos y subgrupos del llamado grupo de Galois. Como corolario de esta teoría, demostraremos que la ecuación de grado 5 (o mayor) no es resoluble por radicales.

Veremos algunas generalizaciones recientes de la teoría clásica, que involucra extensiones no finitas, donde la topología en los grupos juega un rol preponderante. Durante el curso mencionaremos diversos problemas abiertos del área.

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, cuerpos, cuerpos finitos y grupos entre otros. Asimismo, adquirir manejo 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**

**Unidad I:**

Teoría de Cuerpos. Definiciones, ejemplos, dimensiones. Cuerpos finitos: definición, ejemplos, existencia. Extensiones de cuerpos, norma y traza. Extensiones separables e inseparables. Norma y traza.

**Unidad II:**

Clausura normal de un cuerpo, grupos de automorfismos de extensiones, resultados de extensión de morfismos. Número de automorfismos. Relación con la norma y traza de extensiones.

**Unidad III:**

Teoría de Galois: relación entre subgrupos del grupo de automorfismos y subextensiones en el caso finito. Estructura de las extensiones algebraicas. Extensiones radicales. Extensiones no finitas como límites de extensiones, grupos topológicos, teoría de Galois en el caso no finito.

**Unidad IV:**

Ejemplos y aplicaciones a la teoría de números.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

- T. Hungerford, Algebra, Graduate Texts in Mathematics, Vol. 73, Springer-Verlag, Berlín, 1980.
- I. Stewart, Galois Theory, Chapman & Hall, 2003.
- S. Weintraub, Galois Theory, Springer, 2005.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- S. Lang, S. Lang. Álgebra, Addison. Wesley, 1965.

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

Los alumnos deberán entregar 2 (dos) guías de ejercicios propuestos para regularizar la materia, así como un examen final escrito al final, el cual estará basado en las guías de ejercicios propuestos durante la cursada. Una vez aprobado el examen, los alumnos deberán dar una exposición oral final que versará sobre los temas teóricos de la materia.

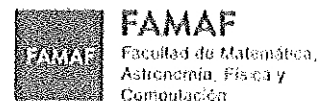
#### REGULARIDAD

El alumno deberá:

- cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio y
- tener un mínimo del 60% bien en los ejercicios de las dos guías de regularización y aprobar el examen final.

#### PROMOCIÓN

No Corresponde.



EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Historia de la Matemática	AÑO: 2017
CARACTER: Optativa	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 4° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Profesorado en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 165 horas

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

La historia en general se ocupa del pasado de un saber y de diversas formas de intentar dar cuenta de su devenir, de la reconstrucción de sus argumentos y de las razones que han llevado a sus protagonistas a ocuparse de lo ocurrido tiempo atrás.

En particular, la historia de la matemática busca abordar los contenidos que se han alcanzado como una totalidad dinámica dotada de coherencia interna, en la cual cada una de sus partes condiciona y transforma a las demás, a la vez que cada parte hace lo mismo en relación al todo. El presente proporciona al historiador no sólo un punto de partida sino también los materiales a partir del cual iniciar un recorrido retrospectivo generado desde los interrogantes actuales, cuya solución se espera aclarar con un conocimiento de sus raíces pasadas.

El corpus matemático actual, su significado y la relevancia que sus temas particulares tienen entre sí y sobre otras disciplinas es mejor entendido si éste se sitúa históricamente, explicando los nexos con sus orígenes en el pasado, a fin de reconstruir su incidencia en el presente y su proyección al futuro. Si bien en general la historia de la matemática no pertenece al nivel de especulación matemática propiamente dicho y es por ello considerada habitualmente como externa a la matemática misma con una visión despersonalizada, con independencia de quienes hayan aportado a su construcción se busca en este curso apreciar cómo el desarrollo histórico de determinados problemas matemáticos contribuyen a la formación del hacer matemático.

Y no sólo una historia captada desde la prerrogativa de una sólo cultura de tradición occidental, y restringida por ello a una orientación eurocéntrica, sino una que explore también la capacidad de hacer matemática en el resto del mundo, intentando poner de manifiesto cuáles han sido las ideas directrices y el modo cómo las mismas han evolucionado y actuado unas sobre otras para conformar esta disciplina.

Así, este curso tratará acerca de la historia de la matemática, o mejor dicho, de la matemática y su historia, en tanto que esta última contribuye en alguna medida a la comprensión de la matemática actual. Como resulta imposible abarcar todos y cada uno de los eventos históricos que hacen a su constitución, este curso intentará desarrollar algunos de los episodios de la misma, con un enfoque orientado hacia los conceptos que se fueron formando, expresados en términos de los cálculos que dieron origen a los mismos. Es por ello que el énfasis estará puesto en los problemas matemáticos mismos más que en el desarrollo histórico que convergió en su creación, complementando este proceso con notas históricas y biográficas de los individuos que participaron principalmente en su evolución. Todo lo dicho indica que los participantes de este curso deberán poseer conocimientos básicos, lo que no implica que el nivel que se desarrollará abarque sólo estos campos, sino que se incursionará en otras áreas más elevadas.

**2. OBJETIVOS**

- 2.1. Brindar un panorama somero de la historia de algunos temas fundamentales en matemática.
- 2.2. Mostrar la génesis de algunos conceptos básicos de matemática, junto con la evolución de los diferentes puntos de vista a lo largo de la historia y algunos elementos biográficos de los principales matemáticos involucrados.
- 2.3. Ofrecer un adecuado balance entre la comprensión de los temas desde el punto de vista matemático y la discusión de la evolución histórica.

**CONTENIDO**

**3. CONTENIDOS Unidad I: La matemática en el Antiguo Oriente**

3.1.1. La matemática en Mesopotamia. Escritura cuneiforme. Sistemas de numeración. Tablas numéricas y metrológicas. Triples pitagóricos en Plimpton 322. Extracción de raíces cuadradas. Geometría Mesopotámica. Ecuaciones de segundo grado.

3.1.2. Egipto Antiguo. El sistema Egipcio de numeración. El problema de la medida. El recto del Papiro Rhind. Operaciones con números naturales. Cálculo de áreas.

3.1.3. Matemática China antigua. Operaciones numéricas. Fracciones. Cuadrados mágicos. Proporciones. Extracciones de raíces cuadradas y cúbicas. Resoluciones de ecuaciones simultáneas.

3.1.4. Antigua matemática India. La geometría Sulba. El papel de los números en la cultura de India. La matemática Jainista. Notas biográficas: Las escuelas mesopotámicas de escribas. Los papiros matemáticos. La matemática de Chiu Chang. Los Vedas.

### **Unidad II: La matemática en la antigüedad griega**

3.II.1. El teorema de Pitágoras. Ocurrencias en diversas civilizaciones. Triples pitagóricos. Puntos racionales en el círculo. Triángulos rectángulos. Números irracionales.

3.II.2. La geometría griega. El método deductivo. Los Elementos de Euclides. Los poliedros regulares. Construcciones con regla y compás.

3.II.3. La teoría de números de los griegos. El papel de la teoría de números. Números poligonales, primos y perfectos. El algoritmo euclídeo.

3.II.4. El infinito en la matemática griega. Temor al infinito. El método de exhaustión.

Notas biográficas: Pitágoras, Euclides, Arquímedes, Diofanto.

### **Unidad III: Álgebra y geometría**

3.III.1. Álgebra de ecuaciones. Ecuaciones lineales y eliminación. Ecuaciones cuadráticas. Irracionales cuadráticos. La solución de ecuaciones cúbicas. Ecuaciones de mayor grado.

3.III.2. Geometría analítica. Pasos hacia la geometría analítica. Curvas algebraicas. La aritmetización de la geometría.

Notas biográficas e históricas: Los matemáticos árabes, Al-Khwarizmi, Tartaglia, Cardano, Viéte, Descartes.

### **Unidad IV: Análisis**

3.IV.1. Cálculo. Resultados tempranos sobre áreas y volúmenes. Métodos de máximo, mínimo y tangentes. La Arithmetica Infinitorum de Wallis. El cálculo de series de Newton. El cálculo de Leibniz.

3.IV.2. Series infinitas. Resultados tempranos. Series de potencias. Una interpolación sobre la interpolación. Suma de series. Series de potencias fraccionales. Funciones generatrices.

3.IV.3. Números reales. Teorías del número real: Dedekind, Cantor, Peano.

Notas biográficas: Wallis, Newton, Leibniz, Gregory, Euler, Dedekind, Cantor, Peano.

### **Unidad V: Los números complejos**

3.V.1. Los números complejos en el álgebra. Números imposibles. Ecuaciones cuadráticas. Ecuaciones cúbicas. El intento de Wallis de la representación geométrica. El teorema fundamental del álgebra. Las demostraciones de d'Alembert y Gauss.

3.V.2. Números complejos y funciones. Funciones complejas. Aplicación conforme.

Teorema de Cauchy. Notas biográficas: d'Alembert, Lagrange, Cauchy, Riemann.

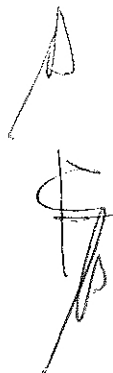
### **Unidad VI: Complementos**

3.VI.1. Teoría de números. La teoría de números entre Diofanto y Fermat. El teorema pequeño de Fermat. El último teorema de Fermat.

3.VI.2. Geometría no euclideana. El axioma de las paralelas. La geometría hiperbólica de Bolyai y Lobachevsky.

3.VI.3. Grupos. El concepto de grupo. Permutaciones y teoría de ecuaciones.

Notas biográficas: Fermat, Bolyai, Lobachevsky, Galois.





Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

STILLWELL, John (1991): Mathematics and its History. New York: Springer-Verlag.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

STILLWELL, John (1991): Mathematics and its History. New York: Springer-Verlag.

BABINI, José (1977): El cálculo infinitesimal. Leibniz/Newton. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires.

BELL, Eric Temple (1949): Historia de las matemáticas. México: Fondo de Cultura Económica.

BOURBAKI, Nicolás (1969): Elementos de historia de las matemáticas. Trad. J. Hernández. Madrid: Alianza Editorial.

DURÁN, Antonio José (1996): Historia, con personajes, de los conceptos del cálculo. Madrid: Alianza Editorial.

GONZALEZ URBANEJA, Pedro Miguel (1992): Las raíces del cálculo infinitesimal en el siglo XVII. Madrid: Alianza Editorial.

JOSEPH, George Gheverghese (1991): La cresta del pavo real. Las matemáticas y sus raíces no europeas. Madrid: Ediciones Pirámide.

LEVI, Beppo (2000): Leyendo a Euclides. Buenos Aires: Libros del Zorzal.

REY PASTOR, J., J. BABINI (1997): Historia de la matemática. Vol. I y II. Segunda edición. Madrid: Editorial Gedisa.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Exposición sobre temas escogidos.
- Examen oral sobre los contenidos del curso.

### REGULARIDAD

#### 1. ASISTENCIA

Cumplimiento del 80% de la totalidad de las horas previstas tanto teóricas como prácticas.

2. Las clases prácticas incluirán la resolución de ejercicios ilustrativos de los temas históricos en consideración, de nivel accesible para los alumnos. Se solicitará la entrega de las soluciones de los ejercicios de una lista provista con una adecuada antelación. Además se destinará una parte de las clases prácticas a exposiciones de los alumnos sobre biografías de los diversos matemáticos considerados en el curso.

### PROMOCIÓN

No Corresponde.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



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

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Matemática Financiera	AÑO: 2017
CARACTER: Optativa	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 4° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Profesorado en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 165 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 en el tiempo a los llamados derivados financieros, como son las opciones financieras y los activos de renta fija. En esta línea matemática confluyen la Estadística, la Probabilidad y los procesos estocásticos, discretos o continuos.

Este curso incluye en primer lugar, una introducción a la matemática financiera en un ambiente de certidumbre, donde las tasas de interés presentes y futuras se suponen conocidas. En segundo lugar, se presentan las definiciones de los principales instrumentos y derivados financieros, y se construye un modelo matemático en base a un conjunto de hipótesis de mercado que sirve para la valoración de derivados financieros. Principalmente se desarrolla el modelo binomial para valoración de opciones europeas y exóticas, con una breve introducción a la fórmula de Black-Scholes. Finalmente, se introduce la noción de estructura a término de tasas de interés, un concepto relacionado con el rendimiento de un conjunto de bonos con diferentes vencimientos pero un riesgo crediticio similar.

Son objetivos de este curso lograr que el futuro profesor:

- 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 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: Interés y descuento

Fundamento del interés. El valor temporal del dinero. Operaciones financieras. Elementos: capital inicial, final, tiempo, interés, tasa, unidad de tiempo. Régimen de capitalización simple. Régimen de capitalización compuesta.

Tasa de interés nominal. Tasa de interés efectiva. Tasas de interés subperiodales y tasas equivalentes. Conversión entre distintas tasas.

Valor actual. Tasa de descuento. Tasa de descuento efectivo periodal.

##### Unidad II: Rentas o Anualidades

Anualidades. Elementos: tasa de interés, cuota, unidad de tiempo, número de cuotas. Cuotas vencidas y anticipadas.

Anualidades en progresión aritmética y en progresión geométrica. Perpetuidades.

Sistemas de amortización.

### **Unidad III: Mercado financiero. Activos básicos y derivados**

Valor temporal del dinero. Activos básicos. Instrumentos derivados. Principios básicos de finanzas: cobertura y no arbitraje. Tasa libre de riesgo. Contratos futuros, forwards.  
Opciones vainilla: calls y puts. Diagramas de "payoff" y de ganancia. Estrategias: spreads y combinaciones, Paridad put-call.  
Opciones americanas.  
Opciones exóticas: asiáticas, lookback y barrera.

### **Unidad IV: El modelo binomial**

Procesos estocásticos: concepto. Modelo binomial de un período. Modelo binomial multiperíodico o árboles iterados. Esperanza condicional. Martingalas.

### **Unidad V: Valoración de opciones**

Aplicación del modelo binomial para la valoración de opciones. Valoración de opciones en escenarios libres de arbitraje. Probabilidades de riesgo neutral. Fórmula de valoración neutral al riesgo.  
Replicación de derivados. Mercados completos. Relación entre martingala y la hipótesis de no arbitraje. El caso del modelo trinomial.

Valoración de opciones americanas. Valoración de opciones exóticas: barrera, lookback y asiática. El modelo de Black-Scholes. Convergencia del modelo binomial al modelo de Black-Scholes.

### **Unidad VI: Activos de renta fija**

Bonos cero-cupón. Bonos con cupones.  
Medidas del rendimiento: yield actual y yield a la madurez (tasa interna de retorno-TIR). Estructura a término de la tasa de interés. Derivados sobre tasas de interés. Descripción de swap y caplet. Introducción al modelado de curvas de tasas de interés.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Navarro, E. y Nave, J. M., Fundamentos de matemáticas financieras, Edit. Antoni Bosch, España. (2001)
- Hull, John C., Introducción a los Mercados Futuros y Opciones. Sexta Edición. Prentice Hall (2009)
- Shreve, Steven E. Stochastic Calculus for Finance I. The binomial asset pricing model. Springer. (2003).

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Ross, Sheldon. An Introduction to Mathematical Finance. Cambridge University Press.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

- Se tomarán dos evaluaciones parciales. Se podrán recuperar ambos parciales, pero sólo en el caso de no haberse presentado o no haber aprobado la correspondiente instancia.
- Se asignarán dos Trabajos Prácticos que podrán resolverse individualmente o en grupos de a dos.

### **REGULARIDAD**

- Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas o de Laboratorio.
- Aprobar las dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.
- Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos.

### **PROMOCIÓN**





UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC: 38074/2017

Res. CD N°265/2017

- 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).
- Aprobar todos los trabajos prácticos.