



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 36435/2018

## VISTO

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

## CONSIDERANDO

Que el Art. 47° de la mencionada Ordenanza 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 el Consejo de Grado ha revisado los programas de todas las materias que se dicatan en el 2do cuatrimestre de 2018.

Por ello,

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

RESUELVE:

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

- Álgebra / Álgebra II.
- Análisis Funcional/ Análisis Funcional I.
- Astrofísica I.
- Mecánica.

### **Especialidades:**

*Especialidades de la Licenciatura en Astronomía:*

- Cosmología y Formación de Estructura.
- Espectroscopía de Galaxias y Cúmulos Estelares.
- Formación y Evolución Estelar y Planetaria.
- Núcleos Activos de Galaxias.
- Técnicas Observacionales en Frecuencias de Radio.

*Especialidades de la Licenciatura en Física:*

- Introducción a la Física de la Atmósfera.
- Introducción a la Resonancia Magnética Nuclear.
- Redes Neuronales.



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 36435/2018

*Especialidades de la Licenciatura en Matemática:*

- Análisis armónico sobre grupos y funciones especiales.
- Introducción al álgebra homológica.
- Modelos Matemáticos en Finanzas Cuantitativas.

*Optativas Profesorado de 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 TRECE DÍAS DEL MES DE AGOSTO DE DOS MIL DIECIOCHO.

**RESOLUCIÓN CD N° 239/2018**

  
Dra. SILVIA PATRICIA SILVETTI  
SECRETARIA GENERAL  
FaMAF

  
Dra. Ing. MIRTA IRIONDO  
DECANA  
FaMAF



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

**ANEXO**

ANEXO

**PROGRAMA DE ASIGNATURA**

<b>ASIGNATURA:</b> Álgebra II	<b>AÑO:</b> 2018
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 1° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática, Profesorado en Matemática, Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física, Profesorado en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas (Lic. en Astronomía, Lic. en Física y Lic. en Matemática) / 135 horas (Prof. en Física) / 165 horas (Prof. en Matemática)

<b>ASIGNATURA:</b> Álgebra	<b>AÑO:</b> 2018
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 1° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

1. Aprender las herramientas básicas del Álgebra Lineal.
2. Aprender a formular y resolver problemas de la matemática y de otras disciplinas y/o de la vida cotidiana en los que el Álgebra Lineal es una herramienta destacada.
3. Reafirmar el valor de una demostración rigurosa en la matemática como ciencia.

La asignatura se organiza en clases teóricas y clases prácticas de dos horas reloj cada una, y dictadas dos veces por semana.

Las clases teóricas son expositivas, se busca intercalar la teoría con ejercicios y ejemplos para motivar los resultados teóricos.

Las clases prácticas se organizan en comisiones donde los alumnos resuelven de manera independiente o grupal ejercicios prácticos, bajo la supervisión y acompañamiento de los docentes. Los ejercicios más representativos de cada unidad son resueltos en el pizarrón por los docentes.

**CONTENIDO**

**Sistemas de ecuaciones lineales**

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

**Determinantes**

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

**Espacios vectoriales**



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

Espacios vectoriales, combinación lineal de vectores, conjuntos linealmente independientes y linealmente dependientes, bases y dimensión. Motivación geométrica, ecuaciones de la recta y el plano.

### Subespacios

Subespacios. Teorema de la dimensión de la suma de subespacios. Bases ordenadas, coordenadas lineales, matriz de cambio de base, aplicación de las operaciones por filas al cálculo de subespacio generado por un conjunto finito de vectores.

### Transformaciones lineales

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

### Autovalores y autovectores

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

### Producto interno

Espacios con producto interno. Desigualdad de Cauchy-Schwartz. Desigualdad triangular. Teorema de Pitágoras. Ortonormalización de Gram-Schmidt.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. ANTON, H. Introducción al álgebra lineal, Limusa Wiley.
2. GERONIMO, G., SABIA, J., TESAURI, S. Álgebra Lineal. Universidad de Buenos Aires. <http://cms.dm.uba.ar/depto/public/Cursodegrado/fascgrado2.pdf>
3. GENTILE, E. Espacios Vectoriales. Buenos Aires, 1968.
4. HEFFERON, J. Linear Algebra, A Free text for a standard US undergraduate course. <http://joshua.smcvt.edu/linearialgebra/>
5. HOFFMAN, K. y KUNZE, R. Álgebra Lineal. México: Prentice-Hall, 1973.
6. MEYER, C. Matrix analysis and applied linear algebra. Philadelphia : Society for Industrial and Applied Mathematics. SIAM, c2000.
7. NOTAS DE TEÓRICO. Disponibles en la página de la materia.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

La materia consta de dos evaluaciones parciales, con sus recuperatorios. Examen final teórico-práctico escrito.

### REGULARIDAD

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

### PROMOCIÓN

No hay régimen de promoción.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Análisis Funcional	AÑO: 2018
CARACTER: Obligatoria	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 4° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 horas

ASIGNATURA: Análisis Funcional I	AÑO: 2018
CARACTER: Obligatoria	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 4° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Matemática	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

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

#### CONTENIDO

##### Espacios de Banach y de Hilbert

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

##### Operadores lineales

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

##### Dualidad y el teorema de Hahn-Banach.

Espacios duales. Funcionales sublineales, seminormas. Teorema de Hahn-Banach en espacios normados. El teorema de Hahn-Banach general. El segundo dual, espacios reflexivos y operadores duales. Proyecciones y subespacios complementarios. Convergencia débil y débil-\*. Teorema de Alaoglu.

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

El operador adjunto. Operadores normales, operadores autoadjuntos, operadores unitarios. Espectro de un operador. Operadores positivos y proyecciones. Operadores compactos. Teoría espectral de operadores compactos. Teorema espectral para operadores compactos y autoadjuntos

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

B. Rynne, M. Youngson, Linear functional analysis. Springer-Verlag London Limited (2008).

##### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

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



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



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

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

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

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

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

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

#### REGULARIDAD

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

#### PROMOCIÓN

No hay régimen de promoción.

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Astrofísica I	<b>AÑO:</b> 2018
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4º año 2º cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

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

Objetivos: El estudiante alcanzará un nivel básico en la comprensión de la teoría del continuo en las atmósferas estelares, lo que le facilitará la interpretación de las observaciones espectroscópicas y le habilitará para la construcción de modelos simples de atmósferas estelares, como primer paso hacia la elaboración de otros más sofisticados.

### CONTENIDO

#### Unidad 1: Repaso de conceptos básicos.

Pesos atómico y molecular. Mol. Número de Avogadro. Leyes de Boyle-Mariotte y Gay-Lussac. Gas ideal. Ecuación de estado del gas ideal. Ley de Avogadro. Constante de los gases ideales. Transformación adiabática. Ley de Dalton. Equilibrio termodinámico estricto y local. Emisión y absorción en equilibrio termodinámico estricto. Ley de Kirchhoff de la emisión térmica. Leyes que regulan el estado de la materia en equilibrio termodinámico. Ecuación de equilibrio de excitación de Boltzmann. Ecuación de equilibrio de ionización de Saha. Combinación de las anteriores. Ley de Maxwell-Boltzmann de distribución de velocidades. Velocidad más probable, media y cuadrática media. Radiación de cuerpo negro: ley de Planck. Ecuación de disociación molecular.

#### Unidad 2: Interacción materia-radiación.

Concepto de atmósfera estelar. Presión gaseosa y presión de radiación. Distintas definiciones de temperatura. Mecanismos de transporte de energía. Descripción del campo radiante. Intensidad específica monocromática. Intensidad específica media. Invariancia de la intensidad específica. Densidad de flujo de radiación. Radiancia. Flujo astrofísico. Propiedades básicas de un campo isótropo. Densidad de energía. La integral K y la presión de radiación. Coeficiente de absorción. Ley de extinción. Profundidad óptica ( $\tau$ ). Coeficiente de emisión. Función fuente. Balance detallado de energía y función fuente en las hipótesis de dispersión isotrópica pura, absorción pura y equilibrio termodinámico local.

#### Unidad 3: La ecuación de transporte radiativo.

Planteamiento de la ecuación general de transporte radiativo en coordenadas esféricas. Aproximación de atmósfera de capas plano-paralelas. Condiciones de contorno: capa de espesor finito y atmósfera semiinfinita. Soluciones de la ecuación de transporte radiativo en casos particulares y en el caso general. Aplicación de la solución general a una capa finita y a una atmósfera semiinfinita. Intensidad emergente con función fuente constante y lineal en  $\tau$ . Integral básica de la ecuación de transporte. Solución para un punto interior de una atmósfera. Integrales exponenciales: definición y propiedades. Ecuaciones integrales de Milne y de Schwarzschild-Milne. Integral K en función de integrales exponenciales.





Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

#### **Unidad 4: Equilibrio radiativo y convectivo en las atmósferas estelares.**

Definición de equilibrio radiativo. Las tres condiciones de equilibrio radiativo. Constancia del flujo total. Relación entre flujo total y temperatura efectiva. Ecuación de continuidad. Restricción sobre la presión de radiación. Ecuaciones de Schwarzschild-Milne. Equilibrio convectivo: criterio clásico de Schwarzschild de estabilidad. Relación entre gradiente de temperatura y gradiente adiabático, expresión en términos de la luminosidad. Modelo de longitud de mezclado para la convección.

#### **Unidad 5: E Solución de una atmósfera gris en equilibrio radiativo.**

Atmósfera gris: definición e hipótesis adicionales. Ecuación de transporte radiativo, condiciones de equilibrio radiativo y ecuaciones de Schwarzschild-Milne en la atmósfera gris. Primera aproximación de Eddington: hipótesis básica. Cálculo de  $J$ ,  $F$  y  $K$ . Determinación de la función fuente integrada y del gradiente de temperatura. Relación entre  $T(\tau)$  y la temperatura efectiva. Oscurecimiento hacia el limbo en el Sol y otras estrellas. Justificación física y dependencia con la longitud de onda. Descripción en términos de la primera aproximación de Eddington. Segunda aproximación de Eddington de la atmósfera gris: nuevas condiciones de contorno, relación entre temperatura superficial y efectiva, expresiones de las intensidades emergente e incidente, determinación de la función fuente integrada, flujo total e integral  $K$ . Oscurecimiento hacia el limbo en la segunda aproximación. Función de Hopf. Segunda aproximación corregida: imposiciones, función fuente integrada, distribución de temperatura y oscurecimiento hacia el borde. Método de Chandrasekhar de las ordenadas discretas. Fórmula de cuadratura de Gauss: aproximación  $n$ -ésima. Conversión a un sistema de  $2n$  ecuaciones diferenciales y solución general del sistema. Ecuación característica y solución particular. Condiciones de contorno y cálculo de las constantes de integración. Función fuente integrada en la  $n$ -ésima aproximación, función de Hopf y distribución de temperatura. Intensidades saliente y entrante. Oscurecimiento hacia el limbo en la  $n$ -ésima aproximación de Chandrasekhar.

#### **Unidad 6: Atmósfera gris y atmósfera real (no gris) en ETL.**

Distribución de temperatura con la profundidad óptica en los casos gris y real. "Ablandamiento" de la radiación en la atmósfera gris. Flujo de Eddington. Comparación entre una atmósfera gris y otra no gris en ETL. Solución aproximada para la atmósfera real: hipótesis para  $B_V(T(\tau))$ . Coeficientes medios de absorción pesados por  $H_V$  y  $J_V$ , y medias de Planck, Rosseland y Chandrasekhar.

#### **Unidad 7: El coeficiente de absorción continua.**

Origen de la opacidad continua. Transiciones atómicas ligado-libre y libre-libre. Absorción real, negativa y aparente. Dispersión o scattering. Composición química en las atmósferas estelares. Unidades. Expresión de la opacidad continua en términos de los coeficientes de Einstein de emisión espontánea, emisión inducida y absorción real. Factor de emisión estimulada. Contribución del H neutro a la opacidad continua: transiciones ligado-libre y libre-libre; fórmulas. Ión negativo del hidrógeno: condiciones físicas y químicas requeridas para su formación; contribución a la opacidad continua. Absorción continua debida a la molécula de hidrógeno. Contribución del helio neutro e ionizado, y de los metales. Dispersión electrónica y molecular. Coeficiente total de absorción continua. Unidades.

#### **Unidad 8: Modelos de atmósferas estelares.**

Definición y concepto de modelo de atmósfera estelar. Hipótesis básicas. Ecuación de equilibrio hidrostático. Distribución de la temperatura en el Sol: relación de Eddington-Barbier. Relación entre la presión del gas, la presión electrónica y la temperatura. Construcción de un modelo de atmósfera estelar. Ejemplo: método de Unsöld-Lucy.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

##### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

1. Clariá, J. J. y Levato, H. O. 2008, El espectro continuo de las atmósferas estelares, Editorial Comunicarte



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

2. Gray, D. 1992, The Observation and Analysis of the Stellar Photospheres, Cambridge University Press (2da edición)

3. Mihalas, D. 1978, Stellar Atmospheres, Freeman and Co. (2da edición)

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Aller, L. H. 1963, Astrophysics: the Atmospheres of the Sun and the Stars, Ronald Press Co. (2da edición)

Ambartsumian, V. A. 1966–1967, Astrofísica Teórica (vols. I y II), EUDEBA

Böhm-Vitense, E. 1992, Introduction to Stellar Astrophysics. Vol II: Stellar Atmospheres, Cambridge University Press

Chandrasekhar, S. 1960, Radiative Transfer, Dover (2da edición)

Clayton, D. D. 1983, Principles of stellar evolution and Nucleosynthesis, University of Chicago Press

Harwit, M. 1988, Astrophysical Concepts, Springer-Verlag (2da edición)

Novotny, E. 1973, Introduction to Stellar Atmospheres and Interiors, Oxford University Press

Rybicki, G. B. y Lightman, A. P. 1979, Radiative Processes in Astrophysics, John Wiley & Sons

Shu, F. H. 1991, The Physics of Astrophysics I. Radiation, University Science Books

Swihart, T. L. 1968, Astrophysics and Stellar Astronomy, John Wiley & Sons

Wolley, R. V. D. y Stibbs, D. W. N. 1953, The Outer Layers of the Stars, Oxford

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

El examen final constará de una evaluación escrita sobre contenidos teórico- prácticos, y de una exposición oral sobre los contenidos teóricos de la materia. La aprobación requiere de una calificación mayor o igual a 4.

#### **REGULARIDAD**

##### **1. ASISTENCIA**

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

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

Entrega de la carpeta de trabajos prácticos completa.

#### **PROMOCIÓN**

La materia no contempla régimen de promoción.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Mecánica	<b>AÑO:</b> 2018
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

**Fundamentación:**

La materia pretende familiarizar al estudiante con los conceptos, desarrollos y formalismo matemático de la dinámica clásica posteriores a la formulación Newtoniana, hasta el nivel introductorio de la teoría y práctica actual en el área

**Objetivos:**

Proveer al estudiante de los recursos conceptuales y operativos indispensables para formular problemas físicos en el área de la dinámica clásica y resolverlos utilizando sus herramientas específicas, con un adecuado nivel de capacidad tanto teórica como práctica.

#### CONTENIDO

**Dinámica Newtoniana:**

El espacio-tiempo de la dinámica Newtoniana: referenciales inerciales, simetrías y el Grupo de Galileo. Sistemas externo y de interés, sistemas aislados. La partícula libre; momento lineal y angular, energía y trabajo. Consecuencias de la consistencia de la reducción a una partícula: centro de masa, forma fuerte de la tercera Ley de Newton, potencial de pares y fuerzas conservativas. Inconsistencia con las interacciones electromagnéticas y delimitación del campo de la Dinámica Clásica.

**Formulación Lagrangiana I:**

Vínculos holonómicos, coordenadas generalizadas, desplazamientos virtuales. Principio de los trabajos virtuales, fuerzas generalizadas. El método de D'Alembert, ecuaciones de Lagrange. Fuerzas conservativas, Lagrangiana. Fuerza de Lorentz, función disipación de Rayleigh. Forma general de la energía cinética. Ejemplos ilustrativos.

**Formulación Lagrangiana II:**

Cálculo variacional: funcionales, variación y extremos. La acción, Principio de Hamilton, ecuaciones de Euler-Lagrange, invariancias. Sistemas autónomos, coordenadas ignorables. Simetrías, el Teorema de Noether, ejemplos. Coordenadas ignorables y Lagrangiana reducida. Analogías mecánicas, Teorema del Virial. Configuración, estado mecánico y desplazamientos virtuales. Vínculos holonómicos, multiplicadores de Lagrange, fuerzas de vínculo y Lagrangiana ampliada. Vínculos no-holonómicos, fuerzas de vínculo, incompatibilidad con un principio de extremo, formulación de Flannery.

**Campo central:**

Problema de dos cuerpos, masa reducida y separación de la Lagrangiana. Conservación del momento angular. Potencial efectivo e integración de las ecuaciones de movimiento. Órbitas acotadas y no acotadas, periodicidad, caída al centro. El problema de Kepler: ecuación de las órbitas, funciones de movimiento, vector de Lenz.

**Pequeñas Oscilaciones:**

Desarrollo de la Lagrangiana alrededor de un mínimo de potencial y linealización de las ecuaciones de Euler-Lagrange. Diagonalización del sistema de ecuaciones, autofrecuencias y modos normales. Solución general, propiedades. Coordenadas normales, interpretación. Ejemplos ilustrativos.

#### **Cuerpo rígido:**

Definición. Grados de libertad y coordenadas generalizadas. Sistema de coordenadas fijo al cuerpo. Velocidad angular, unicidad. Energía cinética y momento angular, tensor de inercia; diagonalización y momentos de inercia principales. Simetrías, trompo esférico y trompo simétrico; precesión y nutación. Ecuaciones de movimiento. Ángulos de Euler. Ecuaciones de Euler. Ejemplos ilustrativos. Movimiento en sistemas no inerciales. Energía potencial de un cuerpo extenso.

#### **Formulación Hamiltoniana:**

Transformada de Legendre y Hamiltoniano. Ecuaciones de Hamilton, estructura simpléctica, espacio de fases. Paréntesis de Poisson, propiedades, Teorema de Poisson. Acción en función de las coordenadas. Transformaciones canónicas, función generatriz, formas particulares. Flujo en el espacio de fases: Teorema de Liouville, la evolución temporal como transformación canónica. Ejemplos ilustrativos.

#### **El método de Hamilton-Jacobi:**

Ecuación de Hamilton-Jacobi, propiedades generales de las soluciones. Resolución de las ecuaciones de movimiento. Casos particulares: sistemas autónomos y ecuación reducida; coordenadas ignorables. Condiciones de separabilidad y sistemas integrables. Ejemplos: oscilador armónico, campo central; el problema de Kepler. Idea de la derivación de la ecuación de Schrödinger.

#### **Variables ángulo-acción:**

Sistemas autónomos acotados. Movimiento unidimensional, idea del Teorema de Poincaré-Bendixson; libración y rotación, homotopía al espacio de fases del péndulo simple. Sistemas autónomos integrables, Teorema de Liouville-Arnold y foliación en toros invariantes. Ejemplo: el problema de Kepler, elementos orbitales, degeneración y sus consecuencias. Idea de la teoría de perturbaciones canónica; pérdida de la integrabilidad; noción de caos y el Teorema KAM. Ejemplo: el péndulo doble.

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- M. G. Calkin, Lagrangian and Hamiltonian Mechanics. World Scientific, Dalhousie University, Canada, 1998.
- L. D. Landau y E. M. Lifshitz, Mecánica, 2ª ed. Editorial Reverté, Barcelona, 1994

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- H. Goldstein, C. Poole, and J Safko, Classical Mechanics, 3rd ed. Pearson, Essex, 2014.
- M. R. Flannery, d'Alembert-Lagrange analytical dynamics for non-holonomic Systems. J. Math. Phys. 52, 032705 (2014).
- J. H. Field, Derivation of the Schrödinger equation from the Hamilton-Jacobi equation in Feynman's path integral formulation of quantum mechanics. European Journal of Physics 04/2012; 32(1). DOI: 10.1088/0143-0807
- V. I. Arnold, Mathematical Methods of Classical Mechanics, 2nd Ed. Springer-Verlag, 1989.
- Notas de clase provistas por la cátedra.

### **EVALUACIÓN**



### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación continua será mediante tres evaluaciones parciales.

Además de la exigencia de aprobar un coloquio de ejercicios prácticos, durante el cursado de la asignatura.

Al finalizar el cursado habrá una instancia de evaluación parcial recuperatoria.

### **REGULARIDAD**

1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas o prácticas.

2. aprobar tres evaluaciones parciales; o dos evaluaciones parciales y la correspondiente evaluación parcial recuperatoria con los mismos contenidos de la evaluación parcial no aprobada.

### **PROMOCIÓN**

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

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

La evaluación parcial de la instancia recuperatoria podrá reemplazar a una evaluación parcial, la que deberá tener los mismo contenidos.





Universidad  
Nacional  
de Córdoba



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

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Cosmología y Formación de Estructura.	<b>AÑO:</b> 2018
<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:**

Este curso aportará conocimientos teóricos y prácticos sobre cosmología y la formación de estructuras, la distribución de las galaxias en gran escala, sus propiedades y caracterización a través de funciones de correlación. Asimismo el estudiante consolidará conocimientos sobre la dinámica de sistemas y la evolución de la estructura en el universo.

**Objetivos del curso:**

Revisión de cosmología observacional.

Análisis de simulaciones numéricas y simulaciones mediante la utilización de diversas técnicas estadísticas, tales como función de correlación bipuntual y de tres puntos, correlaciones de sistemas jerárquicos.

Análisis de la dinámica a través del campo de velocidades peculiares.

Deducción y uso de la relación entre el campo de velocidades peculiares y la distribución de irregularidades en gran escala.

Estudio de la aproximación Newtoniana para la evolución de perturbaciones.

Análisis de los efectos de un campo radioactivo homogéneo.

Determinación de parámetros cosmológicos.

### CONTENIDO

**Cosmología observacional:**

Modelo de Friedman.

Observaciones en cosmología.

Luminosidades, recuento de fuentes, evolución en el Universo.

El fondo de radiación cósmica.

**Simulaciones numéricas y modelos semianalíticos:**

Análisis de grandes simulaciones numéricas en el modelo de materia oscura fría estándar.

Modelos semianalíticos

Formación de galaxias

Estudios generales de propiedades de galaxias semianalíticas y su distribución espacial

**Distribución en gran escala de las galaxias y sistemas.**

Análisis estadísticos de la distribución en gran escala.

Funciones de Correlación de N-puntos.

Relación de escala. Espectro de potencias. Derivación de propiedades tridimensionales a partir de las estadísticas.

**Evolución de la estructura en el Universo.**

Aproximación local Newtoniana. Ecuaciones de movimiento en coordenadas móviles.

Crecimiento de perturbaciones, diferentes casos e implicancias.

Análisis de simulaciones numéricas, cosmológicas.

Confrontación entre modelos y observaciones.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



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

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- The Large Scale Structure of the Universe. P.J.E. Peebles, Cambridge University Press. (1980)
- General Relativity. Robert M Wald, The University of Chicago Press. (1984)
- Structure Formation in the Universe. S. Padmanabhan, Cambridge University Press. (1993)

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Artículos recientes sobre cosmología observacional y estructura en gran escala del Universo.

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

Examen final oral.

#### REGULARIDAD

Cobertura del 70% de la totalidad de las clases teóricas.

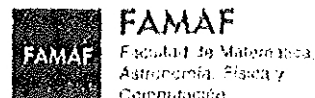
### CORRELATIVIDADES

Para cursar:

Rendido Mecánica y regularizada Complementos de Física Moderna (o Cuántica I en el caso de la licenciatura en Física).

Para rendir:

Rendida Complementos de Física Moderna. (o Cuántica I en el caso de la licenciatura en Física).



EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Espectroscopía de Galaxias y Cúmulos Estelares	<b>AÑO:</b> 2018
<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**

En los últimos años se ha avanzado sustancialmente en la confección de grandes surveys de galaxias en diferentes longitudes de onda. Esta inmensa cantidad de datos requiere un tratamiento especial a fin de extraer la valiosa información contenida principalmente en los espectros de las galaxias. Además los cúmulos estelares pueden ser considerados como "building blocks" a partir de los cuales se formaron las galaxias, por lo cual el estudio de los mismos provee valiosa información acerca de los procesos de formación estelar y sobre la historia de evolución química de las galaxias que los albergan.

Recientemente se han desarrollado diferentes códigos de síntesis espectral que permiten obtener una serie de parámetros de poblaciones estelares compactas, tanto cúmulos estelares como galaxias en general, que hasta hace muy poco tiempo eran inaccesibles. Estas técnicas han resultado de suma importancia para entender la formación y evolución de los cúmulos estelares y de las galaxias que los contienen.

En esta materia aplicaremos diversas técnicas actuales para el tratamiento y modelización de los espectros integrados de galaxias y cúmulos estelares a fin de derivar sus parámetros astrofísicos. Está dirigido a quienes se dediquen tanto al estudio de galaxias cercanas y sus poblaciones estelares, como a las de alto redshift.

Al completar este curso el alumno deberá estar en condiciones de manipular datos espectroscópicos de poblaciones estelares. Asimismo, deberá determinar los parámetros fundamentales de los objetos mencionados tanto mediante el ajuste de espectros patrones o templates, como a partir de síntesis de poblaciones estelares.

Se espera que además el alumno adquiera la habilidad para discutir y presentar los datos obtenidos.

**CONTENIDO**

**I - Población estelar**

Concepto y antecedentes. Estrellas individuales. Evolución estelar. Poblaciones estelares simples. Cúmulos estelares. Determinación de edades y metalicidades en cúmulos estelares: técnicas fotométricas. Distribuciones de edad, metalicidad, y dimensiones de los sistemas de cúmulos estelares. Formación y destrucción de cúmulos estelares.

**II - Galaxias del Grupo Local**

Importancia de la determinación del contenido estelar. Tipos de galaxias. Componentes de las galaxias. Cúmulos estelares en nuestra Galaxia y en las Nubes de Magallanes. Escenarios de formación y evolución. Resolución espacial.

**III - Análisis Espectroscópico**

Herramientas básicas para el tratamiento de datos con el software IRAF (Image Reduction and Analysis Facility). Tareas espectroscópicas. Trazado de aperturas en espectros 2D de poblaciones compactas y en estrellas individuales. Extracción y calibración de espectros. Limpieza de características espúreas y por efectos de contaminación. Determinación del continuo y medición

de anchos equivalentes. Estimación de errores involucrados. Calibraciones de anchos equivalentes en función de la edad y la metalicidad.

#### **IV - Modelos de síntesis de poblaciones estelares**

Espectrofotometría de galaxias. Necesidad de realizar síntesis para galaxias fuera del Grupo Local. Diferentes abordajes. Componentes espectrales presentes en los datos observacionales. Origen de las contribuciones a lo largo del espectro electromagnético.

#### **V - Síntesis empírica**

Ingredientes de un modelo de síntesis. Librerías de espectros estelares. Precisión de las librerías. Métodos de ajuste espectral. Degeneración edad-metalicidad. Síntesis de cúmulos estelares. Índices espectrales.

#### **VI - Síntesis Evolutiva**

Formulación matemática. Técnicas de modelización. Función inicial de masa. Tasa de formación estelar. Enriquecimiento químico. Caminos evolutivos. Efecto de la evolución estelar en la modelización espectral. Brotes de formación estelar. Poblaciones estelares simples y compuestas. Librerías estelares teóricas y observacionales. Incorporaciones recientes. Núcleos galácticos activos. Componentes de la síntesis espectral.

#### **VII - Aplicación de códigos de síntesis y de templates**

Generación de poblaciones estelares. Diferentes códigos disponibles. Comparación de los diferentes modelos en diferentes rangos espectrales. Aciertos y problemas. La importancia del gas y polvo interestelar. Leyes de extinción. Análisis del espectro residual: estudio del gas ionizado en las regiones de formación estelar. Comparación de los modelos con las observaciones. Construcción de templates o espectros patrones. Diferentes librerías de templates. Parámetros espectroscópicos integrados: edad, enrojecimiento y metalicidad. Determinación de errores. Aplicación de las técnicas presentadas. Obtención de parámetros. Discusión de resultados obtenidos.

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

##### Libros:

- Archinal, B.A., Hynes, S.J., 2003, "Star Clusters", Willmann-Bell Pub.
- de Boer, K., Séggewiss, W., 2008, "Stars and Stellar Evolution", EDS Science.
- Renzini, A., Greggio, L., 2012, "Stellar Populations: A Guide from Low to High Redshift", John Wiley & Sons, Pub.
- Salaris, M., Cassisi, S., 2005, "Evolution of Stars and Stellar Populations", John Wiley & Sons, Pub.
- van Loon, J.Th., Oliveira, J.M. (Eds.), 2008, "The Magellanic System: Stars, Gas, and Galaxies", IAU Symposium 256.
- Westerlund, B.E., 1997, The Magellanic Clouds, Cambridge Univ. Press, Cambridge Astrophys. Ser., 29. Papers:
- Ahumada, A.V., Vega, L.R., Clariá, J.J., et al., 2016, PASP 128, 14.
- Benítez-Llambay, A., Clariá, J.J., Piatti, A.E., 2012, PASP 124, 173.
- Bica, E., Alloin, D., 1986, A&A; 162, 21.
- Bica, E., & Alloin, D. 1986, A&AS; 66, 171.
- Cid Fernandes, R., González Delgado, R.M., 2010, MNRAS 403, 78.
- Cid Fernandes, R., Mateus, A., Sodré, L., et al., 2005, MNRAS 358, 363. Piatti, A.E., Bica, E., Clariá, J.J., Santos, J.F.C., et al., 2002, MNRAS 335, 233.
- Santos, J.F.C., Jr., Bica, E., Clariá, J.J., et al. 1995, MNRAS 276, 1155. Santos, J.F.C., Jr., Piatti, A.E., 2004, A&A; 428, 79

##### Tesis/Tesinas:

- Ahumada, A.V., 2004, Tesis doctoral: "Evolución Espectral Integrada de Cúmulos Galácticos y de



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMA F

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

la Nube Menor de Magallanes" Director: J.J. Clariá  
Olmedo. FaMAF 2004/33.

- Minniti, J.H., 2013, Trabajo Especial: "Estudio espectral integrado de cúmulos estelares pertenecientes a la Nube Mayor de Magallanes", Directora: A.V.

Ahumada. FaMAF.

- Vega, L.V., 2009, Tesis Doctoral: "Poblaciones Estelares y Mecanismo de Ionización en Núcleos Activos de Galaxias", Director: Roberto Cid Fernandes.

FaMAF 2009/57.

Manuales:

- Ahumada, A.V., 2004, "Adquisición y Reducción de Imágenes Astronómicas, obtenidas mediante la técnica de la Espectroscopía Integrada". Seminario de la materia de postgrado "Adquisición y tratamiento de imágenes" (1999, FaMAF).

- Barnes, J., 1993, A Begginer 's Guide to Using IRAF, IRAF Version 2.10. (<http://iraf.noao.edu/iraf/web/docs/spectra.html>).

- Cid Fernandes, R., 2007, "Spectral fitting with STARLIGHT", UFSC, Brasil.

- Massey, P., 1992, "A User's Guide to CCD Reductions with IRAF". (<http://iraf.noao.edu/iraf/web/docs/spectra.html>).

- Massey, P., Valdes, F., Barnes, J., 1992, "A User's Guide to Reducing Slit Spectra with IRAF" (<http://iraf.noao.edu/iraf/web/docs/spectra.html>).

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Papers recientes en los que se determinen parámetros astrofísicos mediante las técnicas acá presentadas.

#### EVALUACIÓN

##### FORMAS DE EVALUACIÓN

Durante el cursado los alumnos deberán realizar un par de trabajos prácticos en los que determinarán las propiedades de cúmulos estelares mediante las técnicas enseñadas.

La evaluación final se realizará mediante un examen oral sobre todos los conceptos presentados en la materia frente al Tribunal designado para tal fin.

##### REGULARIDAD

-70% de asistencia a clases teóricas y prácticas.

-Aprobar los dos trabajos prácticos de la materia.

##### PROMOCIÓN

No corresponde.

#### CORRELATIVIDADES

Para cursar:

Astrofísica General y Astrometría General regularizadas

Para rendir:

Astrofísica General y Astrometría General aprobadas



EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Formación y Evolución Estelar y Planetaria.	<b>AÑO:</b> 2018
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Durante la materia se desarrollarán diversos aspectos relacionados con la formación y evolución de estrellas en todo el espectro de masas, incluyendo objetos en el rango sub-estelar (o enanas marrones). Se vinculará este proceso con el de la formación y existencia de planetas en los discos circunestelares asociados a estrellas tanto en formación como en las etapas finales de su evolución.

Otro de los objetivos de la materia es el estudio de los llamados planetas extrasolares, de las técnicas de detección y las características físicas de los sistemas planetarios extrasolares. Se discutirá la presencia de planetas en estrellas en todas las etapas evolutivas y en particular en remanente estelares: púlsares y enanas blancas. Se abordará la amplia diversidad de los sistemas planetarios extrasolares actualmente conocidos en comparación con el Sistema Solar. Finalmente se introducen conceptos básicos sobre Astrobiología y su estrecha vinculación con los planetas extrasolares.

La materia es de neto corte observacional. Se hará especial hincapié en los posibles aportes que pueden realizarse desde nuestras facilidades observacionales (EABA, CASLEO, Gemini) y mediante el empleo de observaciones de acceso libre, tales como: TESS, K2, Herschel, entre otras.

**CONTENIDO**

**Formación y Evolución Estelar y Planetaria**

**Unidad I: Nubes Moleculares**

Diferentes tipos de nubes moleculares. Clasificación. Características observacionales y propiedades físicas. Composición. Masas y dimensiones. Soporte térmico, magnético y turbulento. Observaciones en Radio y en el Infrarrojo lejano. Nubes activas en la formación de estrellas. Núcleos Moleculares Densos.

Características. Masas y dimensiones. Empleo de diferentes trazadores moleculares (en radio) para su estudio. Observaciones en el infrarrojo. Asociación con fuentes IRAS. Localización espacial. Evidencias observacionales del colapso gravitacional: Glóbulos de Bok. Asociación con protoestrellas.

**Unidad II: Objetos de Clases O, I, II, III**

Proto-Estrellas u Objetos de Clases O y I. Características observacionales. Detección en radio e infrarrojo. Envoltentes colapsantes. Distribución espectral de energía. Interpretación. Determinación de edades y masas. Estrellas de Tipo T Tauri: Objetos de Clases II y III. Características espectroscópicas y fotométricas. Interpretación. Discos primigenios.

**Unidad III: Formación Planetaria**

Modelos de Formación planetaria standards: Acreción de núcleo. Inestabilidad de disco. Predicciones de ambos modelos y confrontación con la evidencia observacional actual. Modelos híbridos. Relevancia de la metalicidad estelar para los distintos escenarios de formación planetaria. Predicciones de los modelos actuales y evolución de discos protoplanetarios. Problema de la escala de tiempo de disipación del gas y formación planetaria.

Unidad IV: Eventos de Tipo FU Orionis y Flujos Moleculares, Jets (Chorros) Estelares, Objetos de Tipo HH (Herbig-Haro)

FU Orionis: Características fotométricas y espectroscópicas. Cuasi-periodicidad. Estadística de los eventos. Modelo de acreción. Tasa de acreción de masa del disco a la estrellas. Flujos Moleculares, Jets (Chorros) Estelares, Objetos de Tipo HH (Herbig-Haro). Características observacionales. Flujos moleculares clásicos y altamente colimados. Rol e importancia para la formación de estrellas. Jets ópticos y objetos de tipo HH. Flujos ópticos gigantes. Escenario unificado de los tres eventos (flujos moleculares, jets estelares, objetos de tipo HH).

Unidad V: Estrellas Herbig AeBe, de Gran Masa y Enanas Marrones

Estrellas Herbig AeBe: Detección y principales características. Curvas de luz de tipo "Algol": Interpretación. Anti-correlación entre brillo y polarización: Interpretación. Formación de Estrellas de Gran Masa. Acreción versus "Merger" o modelo colisional. Protoestrellas de gran masa. Discos y Jets. Máseres. Regiones HII ultra-compactas. Identificación de distintos estadios evolutivos en la formación de las estrellas de gran masa. Enanas Marrones. Definición y escenarios de formación. Métodos de detección. Tipos espectrales L y T. Escala de Temperaturas. Densidades y relación mas- radio. Función Inicial de Masa en el rango subestelar.

Unidad VI: Estrellas de Tipo Vega o Análogos del Cinturón de Kuiper

Definición y características. Discos de escombros o "debris". Detección de análogos al cinturón de Kuiper. Métodos de detección. Resultados recientes de Spitzer y Herschel. Extrapolaciones sobre el número de análogos solares en la vecindad Solar. Binaridad en estrellas con discos. Discos y planetas en estrellas de Secuencia Principal.

Unidad VII: Planetas Extrasolares

Definición. Métodos de detección. Ventajas y limitaciones de cada técnica. Características de los planetas extrasolares conocidos. Resultados de Kepler, K2 y TESS. Misiones espaciales futuras. Zona de habitabilidad estelar y planetaria. Binaridad en estrellas que albergan planetas extrasolares. Multiplicidad planetaria. Propiedades físicas de los planetas extrasolares.

Unidad VIII: Principales reacciones termonucleares en interiores estelares

Tasas de reacción, pesos atómicos y la temperatura. Ecuaciones en equilibrio. Tasa másica de generación de energía y tasa de reacción. La reacción protón-protón. El ciclo CNO. Quema del helio; la reacción triple-alfa. Algunas reacciones más avanzadas.

Unidad IX: Evolución Estelar

Secuencia principal superior e inferior. El límite de Schoenberg-Chandrasekhar.

Evolución pos-secuencia principal: ramas subgigante, gigante y gigante asintótica. Estructura de las estrellas subgigantes. Ascenso por la rama gigante. Estructura de las gigantes rojas y longitud de la rama gigante. El "primer dragado": potencialidades observacionales. El encendido de la reacción triple-alfa en estrellas de baja masa: el "flash" del helio. La evolución posterior a la quema del helio: la rama asintótica, el "segundo dragado" y los pulsos térmicos. Estrellas de masa baja e intermedia. Formación de núcleo de Carbono. Evolución de estrellas masivas. La evolución pos-secuencia principal: las principales etapas de quema nuclear. Cambios en las abundancias superficiales. Evolución de pre-supernova: el núcleo de hierro, importancia de la fotodesintegración, el flujo de neutrinos. El colapso del núcleo, objetos compactos. Interpretación de las curvas de luz de supernovas. Tipos de supernovas. Nucleosíntesis de los elementos pesados, el proceso-r. Nuevos tipos de supernovas, posibles progenitores.

X: Remanentes Estelares

Enanas blancas y nebulosas planetarias. Gas degenerado de electrones. Estrellas de neutrones y púlsares. Gas degenerado de neutrones. Agujeros negros. Propiedades físicas y observacionales. Sistemas binarios con agujeros negros. Emisión en rayos X.



**Unidad XI: Los llamados Planetas Fénix**

Formación de discos y planetas en estrellas evolucionadas de tipo gigantes rojas, enanas blancas y estrellas de neutrones/pulsars. Planetas Fénix y planetas remanentes. Propiedades físicas de estos tipos de planetas. Resultados recientes de Spitzer y Herschel. Formación de planetas y sistemas planetarios en todo el espectro de masas estelares y todos los estadios evolutivos de la estrella asociada. Evolución de la zona de habitabilidad estelar y planetaria.

**Unidad XII: Conceptos Básicos sobre Astrobiología**

Astrobiología: Definición y alcance. La Formación de la Tierra y los Primeros Indicios de Vida. La Teoría de Oparin. Estrellas Astrobiológicamente Interesantes y Evolución Estelar. Dominios Filogenéticos de la Vida. Extremófilos y Ambientes Terrestres Extremos. Determinación de Parámetros Planetarios: Temperatura, Presión y Radiación Ultravioleta. Marcadores Biológicos o Bio-marcadores: Definición y Características. Bio-indicadores. Misiones Espaciales y la Posibilidad de detección de Bio-indicadores.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Introduction to Stellar Astrophysics: Stellar Structure and Evolution, - Böhm-Vitense, E. 1992, Cambridge University Press

Stellar Evolution and Nucleosynthesis – S. G. Ryan & A. J. Norton 2010, Cambridge University Press

Stars and Stellar Evolution – K. De Boer & W. Seggewiss, 2008, EDP Science.

Life and Death of the Stars – G. Sprinivasan, 2014, Springer.

Charactering Stellar and Exoplanetary Environments – H. Lammer & M. Khodachenko, 2014, Springer.

Evolution of Stars and Stellar Populations – M. Salaris & S. Cassisi, 2008, WILEY.

Structure & Evolution of the Stars – M. Schwarzschild, 1965, Dover Publication INC.

Principle of Stellar Structure – J.P. Cox & R.T. Giuli, 1968, Science Publishers.

Physics of Star Formation and Early Stellar Evolution (1991), NATO Adv. Study Inst., editado por C.J. Lada & N.D. Kylafis.

Protostars and Planets III (1993), University of Arizona Press, editado por E.H. Levy & J. Lunine.

Accretion Processes in Star Formation (1998), Lee Hartmann, Cambridge Astrophysics Series Vol Protostars and Planets IV (2000), Tucson: University of Arizona Press; editado por Mannings, V., Boss, A.P., Russell, S. S.

Protostars and Planets V (2007) Tucson: University of Arizona Press; editado por Reipurth, B., Jewitt, D., Keil, J.  
. 32.

The 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





Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

H. Beuther, R. S. Klessen, C. P. Dullemond, T. Henning

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

The Origins of Stars and Planets: The VLT View; (2001), Springer; editado por J.F. Alves & M. J. McCaughrean, The Formation of Stars (2004), Stahle, S. W. y Palla, F. editado por WILEY-VCH.

Handbook of Star Forming Regions Vol. I. The Northern Sky; Handbook of Star Forming Regions Vol. II. The Southern Sky (2008), ASP Conference Series, editado por B. Reipurth.

Pre-Main-Sequence Binary Stars, Mathieu, R., (1994), ARA&A; 32, 465.

Bipolar Molecular Outflows from Young Stars and Protostars (1996), Bachiller, R., ARA&A; 34, 111.

The FU Orionis Phenomenon (1996), Hartmann, L., & Kenyon, S.J. ARA&A; 34, 207.

Physical Conditions in Regions of Star Formation; (1999) Evans, Neal J., II ARA&A; 38, 311.

Observations of Brown Dwarfs; (2000) Barsi, G., ARA&A; 38, 485.

Theory of Low-Mass Stars and Substellar Objects; (2000) Chabrier, G., & Baraffe, I., ARA&A; 38, 337.

Dusty Circumstellar Disks; (2001) Zuckerman, B., ARA&A; 39, 549.

Evolution of Debris Disks (2008) Wyatt, M. C., ARA&A; 46, 339 Planet Formation (1993) Lissauer, J.J., ARA&A; 31, 129

Formation of giant Planets (2007) Lissauer, J.J. & Stevenson, D. J. Protostars and Planets V, Edited by B. Reipurth, D. Jewitt, and K. Keil, University of Arizona Press

Planet Formation Migration (2006) Papaloizou, J. C. B., Terquem, C., Reports on Progress in Physics, 69, 119

Herbig-Haro Flows: Probes of Early Stellar Evolution; (2001) Reipurth, B., & Bally, J., ARA&A; 39, 403.

Ultra-Compact HII Regions and Massive Star Formation; (2002) Churchwell, E., ARA&A; 40, 27.

Embedded Clusters in Molecular Clouds; (2003) Lada C. J. & Lada, E. A., ARA&A; 41, 57.

New Spectral Types L and T; (2005) Kirkpatrick, J. D., ARA&A; 43, 195.

Toward Understanding Massive Star Formation; (2007) Zinnecker, H., Yorke, H.W. ARA&A; 45, 481

Exoplanet Atmospheres; (2010) Seager, S., Deming, D., ARA&A; 48, 631

The Exoplanet Handbook; (2011) Perryman, M. Editorial Cambridge

Theory of low-mass stars and substellar objects; (2000) Chabrier, G. & Baraffe, I. ARA&A; 38, 337

The Formation and Early Evolution of Low-Mass Stars and Brown Dwarfs; (2012) Luhman, K.,



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

ARA&A; 50, 65

Vida: La Ciencia de la Biología: Heller, C., Orians, G., Purves, B., Sadava, D., Hillis, (2008), D. Editorial Panamericana

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

Asistencia al 70% de las clases teóricas. Presentación oral de un trabajo integrador que, además de los conceptos desarrollados en la materia, requiera del análisis y discusión de investigaciones recientes en el tema. El trabajo será desarrollado en forma gradual y supervisada durante el transcurso de la materia.

#### REGULARIDAD

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

### 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 N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Núcleos Activos de Galaxias.	<b>AÑO:</b> 2018
<b>CHARACTER:</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

Los Núcleos Activos de Galaxias (AGN: Active Galactic Nuclei) son galaxias que contienen en su núcleo un agujero negro supermasivo (SMBH: Super Massive Black Hole) y un disco de acreción de material interestelar. Además de esta inyección de energía al medio pueden estar presentes outflows, shocks, y formación estelar. Todo este proceso constituye uno de los más violentos del Universo, y aún no están totalmente comprendidos. La acreción de material interestelar en el SMBH comprende grandes desafíos tanto desde el punto de vista teórico como observacional.

El desarrollo de grandes Surveys recientes ha aportado mucho conocimiento sobre el tema y ha abierto otras cuestiones al respecto. Por otro lado, existen diferentes mecanismos de inyección de energía tanto en núcleos de galaxias normales como activas, por los cuales el medio interestelar es ionizado en diferentes niveles. Estos incluyen shocks, fotoionización por estrellas tempranas y ionización debido al disco de acreción alrededor del SMBH.

Esta materia abordará estos temas desde el punto de vista teórico y observacional de AGNs a diferentes redshifts y su importancia en el contexto cosmológico y la evolución de las galaxias. El estudiante aprenderá no sólo sobre las observaciones y reducción de datos, sino también sobre su modelización espectral, a partir de la cual se extraerá importante información sobre la dinámica y las condiciones físicas de los AGNs.

#### CONTENIDO

##### I - Historia de Galaxias Activas (AGN)

Evidencias observacionales de ionización en galaxias. Fuentes de energía estelar y no-estelar. Espectroscopía de galaxias. Signos de actividad nuclear en galaxias. Espectros de AGNs, galaxias Starburst y galaxias normales.

##### II - Distribución Espectral de Energía (SED)

Análisis del espectro en diferentes longitudes de onda. Rango de altas energías: rayos X y gamma. Exceso ultravioleta. Espectros ópticos de núcleos de galaxias. Contribuciones en infrarrojo cercano, medio y lejano. Galaxias submilimétricas. Propiedades en radio.

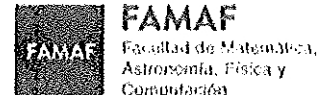
##### III - Procesos estelares

Mecanismos de ionización estelares. Evidencia de presencia de estrellas masivas en galaxias. Galaxias con brotes de formación estelar (Starburst). Diagramas color-color. Espectrofotometría de galaxias. Fotoionización estelar. Códigos de fotoionización. Características del gas ionizado. Modelización y resultados en los Diagramas de Diagnóstico.

##### IV - Mecanismos de emisión no-estelares

Clasificación espectral de núcleos activos. Clases y características. Modelización del continuo de los núcleos activos. Necesidad de una fuente no-estelar. Variabilidad. Escenario standard para AGNs. Diagramas de Diagnóstico. Procesos físicos responsables de la emisión en rayos X, radiación ultravioleta, óptico, IR y radio.

##### V - Fuente central de energía de galaxias activas



EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

Características de los componentes de un núcleo activo. Agujero negro central supermasivo (SMBH). Disco de Acreción. Jets. Región toroidal. Región de líneas anchas. Región de líneas angostas. Efectos de orientación. Esquema de Unificación. Evidencias y problemas. Alimentación de la fuente central; Tasas de acreción y Luminosidad de Eddington. Evolución y relación con el entorno. Feedback y cooling-flows. Co-evolución de SMBHs y las galaxias anfitrionas. Evidencias de la presencia de estrellas masivas en AGNs. Posible conexión Starburst-AGN.

**VI - Caso especial: conexión Starburst-AGN**

Definición y características de objetos aparentemente "no activos". Modelización del espectro de energía de galaxias activas y normales. Qué nos dicen las líneas de emisión de espectros de galaxias. Síntesis espectral. Concepto de galaxia retirada. Posible "desconexión" Starburst-AGN.

**VII - Ajuste del continuo en galaxias**

Técnicas de modelización del continuo de galaxias. Aplicación a grandes volúmenes de datos: Sloan Digital Sky Survey, 6dF, surveys 3D. Caracterización del continuo de AGNs. Diferentes métodos. Ajustes espectrales. Evolución de los ajustes y dependencia con el redshift.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- "Active Galactic Nuclei" Beckmann, V. & Shrader, C. (2012) Wiley-VCH Verlag GmbH.
- "Active Galactic Nuclei" Blandford, R., Netzer, H. & Woltjer, L. (1990) Saas-Fee Advanced Course 20.
- "Spectral fitting with STARLIGHT" Cid Fernandes, R. (2007) - UFSC, Brasil
- "Poblaciones Estelares y Mecanismos de Ionización en Núcleos Activos de Galaxias"
- Vega, L. R. (2009) Tesis Doctoral FAMAF 2009/57.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Papers y Reviews recientes de alto impacto sobre AGNs. Ejemplo de ello son los siguientes:

- "Powerful Outflows and Feedback from Active Galactic Nuclei" King, A. & Pounds, K (2015) ARA&A; 53, 115
- "Revisiting the Unified Model of Active Galactic Nuclei" Netzer, H. (2015) ARA&A; 53, 365
- "The Coevolution of Galaxies and Supermassive Black Holes: Insights from Surveys of the Contemporary Universe" Heckman, T. & Best, P. (2014) ARA&A; 52, 589
- "Coevolution (Or Not) of Supermassive Black Holes and Host Galaxies" Kormendy, J. & Ho, L. (2013) ARA&A; 51, 511

**EVALUACIÓN**

**FORMAS DE EVALUACIÓN**

Examen oral individual integrador de la materia.

**REGULARIDAD**

- Asistencia al 70% de las clases teóricas y prácticas
- Aprobación del trabajo práctico de la materia y exposición sobre un tema a elección del programa

**CORRELATIVIDADES**

- Para cursar:  
Astrofísica General y Astrometría General regularizadas
- Para rendir:  
Astrofísica General y Astrometría General aprobadas



EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Técnicas Observacionales en frecuencias de radio.	<b>AÑO:</b> 2018
<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**

**Fundamentación:**

La radio astronomía es una herramienta importante para el estudio de los procesos físicos involucrados en la formación y evolución de objetos astronómicos. Se considera que es de fundamental importancia el estudio de esta área para promover la formación integral de los estudiantes mediante el análisis multifrecuencias de los fenómenos astronómicos. 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.

**Objetivos:**

Se plantea como objetivo que el alumno estudie los fundamentos básicos de la detección de ondas de radio con técnicas interferométricas de última generación. Además se desarrollarán los distintos mecanismos de emisión en radio y la interpretación de los datos observacionales. Se espera que al final de curso el estudiante sea capaz de utilizar las diferentes técnicas de procesamiento de datos y las aplicaciones para los distintos instrumentos disponibles.

**CONTENIDO**

**Mecanismos de Emisión en Radiofrecuencias**

Radiación de cuerpo negro. Emisión de sincrotrón. Radiación de frenado (Bremsstrahlung). Rotación de Faraday. Efecto Sunyaev-Zeldovich. Líneas espectrales.

**Fundamentos de Interferometría**

Interferómetros de dos elementos. Respuesta del Interferómetro. Síntesis de Apertura. Cobertura del plano U-V. Interferómetro + disco simple.. Función de visibilidad. Formación de imágenes.

**Edición y Calibración**

Visualización y edición de datos. Calibración de la función visibilidad: flujo, fase y polarización. Obtención de datos. Manejo de software CASA. Fundamentos de procesamiento y reducción de datos.

**Formación de Imágenes**

Discretización y completitud del plano U-V. Ponderación de datos. Transformada de Fourier. Campo de visión, haz sintetizado, resolución. Aliasing. Efectos de haz primario. Síntesis multifrecuencia.

**Análisis e Interpretación de Datos**

Medición de flujos. Mapas de índices espectrales. Polarización y campos magnéticos. Medida de rotación y densidad electrónica.

**Radio telescopios e Interferómetros**

Jansky Very Large Array (JVLA). Low frequency Array (LOFAR), Atacama Large millimeter/submillimeter Array (ALMA). Australia Telescope Compact Array (ATCA). Gran Telescopio Milimétrico (GTM).

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Interferometry and Synthesis in Radio Astronomy, 2nd Ed.: Thompson, Moran and Swenson
- Tools of Radio Astronomy, Wilson, T.L., Rohlfs, K., Hutteneister, S. 5th Edition.
- An Introduction to Radio Astronomy. Burke, B.F. And Graham-Smith, F. 3rd Edition.
- Interferometry and Synthesis in Radio Astronomy, 2nd Ed.: Thompson, Moran and Swenson

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- MS-Clean: IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, Vol.2, No.5,2008
- Advances in Calibration and Imaging in Radio Interferometry: Proc. IEEE, Vol. 97, No. 8, 2008
- Calibration and Imaging challenges at low frequencies: ASP Conf. Series, Vol. 407, 2009
- High Fidelity Imaging of Moderately Resolved Source; PhD Thesis, Briggs, NMT, 1995
- Parametrized Deconvolution for Wide-band Radio Synthesis Imaging; PhD Thesis, Rao Venkata; NMT, 2010
- Paginas web: JVLA, ALMA, ATA, LOFAR, SKA.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

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

### REGULARIDAD

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

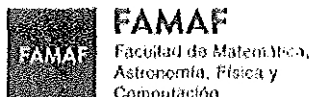
## CORRELATIVIDADES

Para cursar:

- Electromagnetismo II - Regularizada

Para rendir:

- Astrofísica General y Astrometría General – Aprobadas.



EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Física de la Atmósfera	<b>AÑO:</b> 2018
<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 Introducción a la Física de la Atmósfera presenta una visión general y elemental de los temas de interés vinculados a las Ciencias de la Atmósfera. Este curso, por la diversidad de áreas de conocimiento que involucra, requiere el manejo de herramientas matemáticas y de conceptos de Física que se corresponden con el tercer año de la Licenciatura en Física de la FAMAFA-UNC

El objetivo principal es comprender básicamente los fenómenos de la Atmósfera, haciendo énfasis en los procesos físicos teórico-prácticos y experimentales de campo y laboratorio. Como objetivos particulares se consideran: - Estudiar conceptos termodinámicos, eléctricos, dinámicos y de radiación de la Atmósfera terrestre. - Identificar los tipos de nubes y características microfísicas de las mismas - Conceptuar los fenómenos que estudia la Física de la Atmósfera en el contexto de las Ciencias de la Tierra y de las problemáticas ambientales actuales y pasadas. - Comprender las generalidades de las técnicas y la instrumentación utilizada para el estudio de los fenómenos de la Atmósfera

**CONTENIDO**

**UNIDAD I: Descripción General de la Atmósfera**

Las Ciencias de la Tierra y la Atmósfera.  
 Regiones de la Atmósfera: criterios fenomenológicos de división  
 Escala de altura.  
 Distribución vertical de temperatura.  
 Característica de las principales regiones de la Atmósfera: troposfera, Ionosfera, Magnetosfera.  
 Trabajo práctico 1 de investigación bibliográfica. TPIB 1. Registro infográfico de fenómenos ópticos de la Atmósfera. Al menos 8 fenómenos deben ser seleccionados y explicados en una presentación multimedia.

**UNIDAD II: Tópicos de química de la Atmósfera**

La composición química del aire  
 Los principales compuestos químicos de la Atmósfera-La sustancia agua  
 Ciclo de los principales elementos de la Atmósfera-  
 Contaminación fotoquímica  
 Aerosoles en la Atmósfera  
 Lluvia ácida- Remoción de los contaminantes de la atmósfera  
 Trabajo práctico 2. Problemas de papel y lápiz. TPPPL 2: resolución de los ejercicios de la guía correspondiente con contenidos de las unidades I y II  
 Seminario 1. Fenómenos físico-químicos de la Atmósfera y/o contaminación fotoquímica de la ciudad de Córdoba

**UNIDAD III: Radiación en la Atmósfera**

El espectro electromagnético de radiación y la Atmósfera  
 Radiación de cuerpo negro: un modelo para la Atmósfera terrestre  
 Radiación solar: Absorción de la radiación solar en la Atmósfera. El perfil de Chapman.  
 Fotoquímica de la Ionosfera y de la Ozonosfera  
 Radiación terrestre: Efecto Invernadero. Absorción y emisión de radiación terrestre.



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAFA

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

Instrumentos utilizados para el estudio de la radiación atmosférica  
Balance energético.

Trabajo práctico 3 experimental de laboratorio. TPEL 3: efecto invernadero: medición de la constante solar. Efecto de contaminantes en el aire

Seminario 2: Las atmósferas planetarias y la vida

#### **UNIDAD IV: Termodinámica de la Atmósfera y estabilidad vertical**

Sistema agua en aire. Transiciones de fase del agua. Humedad. Adiabáticas de aire húmedo.

Principales procesos Termodinámicos en la Atmósfera. Isobáricos. Adiabático Isobárico. Mezclas vertical y horizontal

Diagramas Aerológicos.

Estabilidad vertical. Método de la parcela. Criterios de estabilidad.

Trabajo práctico 4 de lápiz y papel. TPPPL 4: resolución de los ejercicios de la guía correspondiente con contenidos de las unidades III y IV

Seminario 3: Pronóstico meteorológico. Visita al observatorio Meteorológico Nacional

#### **UNIDAD V: Física de Nubes**

Clasificación y caracterización de las nubes.

Gotas de nube. Nucleación y aerosoles. Tipos de crecimiento: condensación, coalescencia.

Caracterización de gotas de nube y de lluvia

Crecimiento de hielo. Deposición. Acreción. Agregado.

Técnicas de laboratorio para el estudio de la microfísica de nubes

Trabajo práctico 5 experimental de laboratorio. TPEL 5: A- nucleación de gotas y cristales. B-

Estudio cristalográfico de un granizo- C- crecimiento de un granizo

#### **UNIDAD VI: Electricidad Atmosférica**

Propiedades eléctricas de la atmósfera.

Iones atmosféricos.

Conductividad.

El problema fundamental de la electricidad atmosférica.

Mecanismos de electrificación de nubes.

Tecnologías para el estudio de la electrificación de nubes en el campo y en el laboratorio

Seminario 4: estudio de campo y en el laboratorio de la electricidad de la Atmósfera

Trabajo práctico 6 de investigación bibliográfica. TPIB 6. Relevamiento de las técnicas de estudio de electricidad de la Atmósfera

#### **UNIDAD VII: Dinámica Atmosférica**

Conceptos de Mecánica de Fluidos. Ecuaciones de movimiento.

Fuerzas principales que actúan sobre una parcela de aire en la Atmósfera

Análisis dimensional de las perturbaciones meteorológicas. Aproximación hidrostática.

Vientos. Geostrófico. De gradiente. Térmico.

Circulaciones térmica y general

Masas de aire y frentes

Ciclones de latitudes medias

Dinámica de la Atmósfera en Argentina. Córdoba zona de tormentas severas.

Trabajo práctico 7 de lápiz y papel. TPPPL 7: resolución de los ejercicios de la guía correspondiente con contenidos de las unidades V -VII

Seminario 5: Fenómenos de la Atmósfera y las imágenes de radar y satélite. Visita al radar meteorológico

Seminario 6: Dinámica de la Atmósfera en Argentina. Córdoba zona de tormentas severas.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Atmospheric Physics. J.V. Iribarne and H. R. Cho. 1980. D. Reidel Publishing Company.  
Atmospheric Science. J. N. Wallace and P. Hobbs. 2006. Academic Press Inc.  
Termodinámica de la atmósfera. J.V. Iribarne. 1964. Editorial Universitaria de Buenos Aires  
Physics of Clouds. B. J. Mason. 1971. Clarendon Press Oxford.  
Atmospheric Thermodynamics. C. Bohren and B. Albrecht. 1998. Oxford University Press.  
Fundamentals of Atmospheric Physics. M.L. Salby. 1996. Academic Press Inc.  
Chemistry of the natural Atmosphere. Warneck, 1998 Academic Press Inc.  
Storm and Cloud Dynamics. W.R. Cotton and R.A. Anthes. 1989. Academic Press Inc.  
Polarized light in Nature [1985] G. P. Können  
([http://s3.amazonaws.com/guntherkonnen/documents/249/1985\\_Pol\\_Light\\_in\\_Nature\\_book.pdf?1317929665](http://s3.amazonaws.com/guntherkonnen/documents/249/1985_Pol_Light_in_Nature_book.pdf?1317929665))

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación es continua. Deben aprobarse los 7 trabajos prácticos que son de tipo investigación bibliográfica y prácticos con ejercicios de lápiz y papel y de experimentos. Además, se requiere la asistencia al 50% de los seminarios programados

### REGULARIDAD

#### 1. ASISTENCIA

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

#### 2. TRABAJOS PRÁCTICOS

Aprobar el 80% de los trabajos prácticos de lápiz y papel y el 100% de los trabajos prácticos experimentales de laboratorio

### PROMOCIÓN

Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas de problemas o de laboratorio, y al 50% de los seminarios

Aprobar todos los Trabajos Prácticos (en sus formas de investigación bibliográfica, problemas de lápiz y papel y/o experimentales de Laboratorio) con una nota no menor a 6 (seis).

Aprobar un coloquio.

## 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 N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Resonancia Magnética Nuclear.	<b>AÑO:</b> 2018
<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 FAMAFA. 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. 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

- a) Magnetismo.
- b) Magnetismo nuclear.
- c) Espin nuclear

##### 2) Principio básicos de la Resonancia Magnética Nuclear

- a) Descripción clásica de la RMN.
  - i) El sistema rotante
  - ii) La dinámica de la magnetización.
- b) Espectroscopia de RMN y su conexión con la química.
- c) Aplicaciones más relevantes de la RMN.

##### 3) El espectrómetro de RMN

- a) Imanes y diferentes tipos de campos magnéticos
- b) El transmisor
- c) El sintetizador.
- d) La llave de r.f.
- e) El amplificador de r.f.
- f) El duplexor
- g) El cabezal
- h) El receptor
- vii) Recepción en cuadratura
- viii) El conversor Analógico-digital

##### 4) Resumen de mecánica cuántica

- a) Operadores, conmutadores, representación matricial.
- b) Momento angular.
  - i) Operadores momento angular.
  - ii) Operadores rotación.
  - iii) Autovalores y autofunciones del operador momento angular.
  - iv) Representación matricial de los operadores momento angular.



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

- v) Momento angular de espín.
- vi) Operadores de espín.

#### 5) Interacciones en RMN

- a) Hipótesis del Hamiltoniano de espín.
- b) Interacciones electromagnéticas.
- c) Interacciones internas y externas al sistema de espín

#### 6) El operador densidad de espín

- a) Poblaciones y coherencias.
- b) Órdenes de coherencia.
- c) Equilibrio térmico en presencia de un campo magnético estático.
- d) El operador densidad en el sistema rotante.
- e) Operadores producto.

#### 7) Descripción cuántica de la RMN

- a) Descripción de los Hamiltonianos de interacción en el sistema rotante

#### 8) Elementos de una secuencia de pulsos.

- a) Pulsos de radiofrecuencia.
- b) Evoluciones libres.
- c) Adquisición de señales.

#### 9) Teoría de Relajación en RMN

- a) Enfoque clásico de la relajación.
- b) Enfoque semiclásico. Densidades espectrales y dependencia con la temperatura.
- c) Enfoque cuántico de la relajación. Teoría de Redfield
- d) Medición de tiempos de relajación

#### 10) Imágenes por RMN

- a) Gradientes de campo magnético
- b) Principios básicos de la codificación espacial.
- c) La codificación de fases
- d) La codificación de lectura
- e) Secuencias básicas utilizadas en imágenes

#### 11) Prácticas de laboratorio

Se realizarán prácticas de Laboratorio para generar un primer contacto de los alumnos con los espectrómetros.

#### Clases de Resolución de Problemas

Se confeccionarán guías de trabajo prácticas para que los alumnos resuelvan problemas concernientes a cada tema, con el fin de afianzar los conocimientos adquiridos.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Spin Dynamics. Basics of Nuclear Magnetic Resonance. M. H. Levitt. John Wiley and Sons, 2008.
- Quantum Description of High-Resolution NMR in Liquids. M. Goldman. Oxford University press, 1988.
- Principles of Nuclear Magnetic Resonance in One and Two Dimensions, Oxford, 1994.
- Principles of Nuclear Magnetic Resonance Microscopy. P. Callaghan. Clarendon Press, Oxford, 1991.
- NMR: Tomography, Diffusometry, Relaxometry, R. Kimmich, Springer Verlag, New York, 1997.
- Translational Dynamics & Magnetic Resonance. P. Callaghan. Oxford, 2011.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



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

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Single Sided NMR. F. Casanova, J. Perlo, B. Blümich. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2011.
- Computer Simulations in Solid State NMR I, Spin Dynamics theory. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 17, 117-154 (2003).
- Computer Simulations in Solid State NMR II, Implementations for Static and Rotating Samples. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 18, 1-23 (2003).
- Computer Simulations in Solid State NMR III, Powder Averaging. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 18, 24-55 (2003).
- Zeeman Truncation in NMR I. The Role of Operator Commutation. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 43, 91-108 (2015).
- Zeeman Truncation in NMR II. Time Averaging in the Rotating Frame. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 43, 109-126 (2015).

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

- 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.

### CORRELATIVIDADES

Para cursar:

tener regularizada Métodos Matemáticos de la Física I, y tener aprobadas Mecánica y Electromagnetismo I.

Para rendir:

tener aprobadas Mecánica Cuántica I y Métodos Matemáticos de la Física I.



EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Redes Neuronales.	<b>AÑO:</b> 2018
<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 tiene como principal objetivo dotar a los estudiantes avanzados de la Licenciatura en Física de FAMAF de herramientas matemáticas y computacionales que le permitan encarar el desafío de modelar procesos neuronales, desde nivel molecular y celular hasta grandes redes de neuronas artificiales. El curso cubrirá tanto el modelado biológico de sistemas neuronales, como el estudio y uso de redes neuronales como instrumentos del aprendizaje automático. En particular, se darán nociones básicas de aprendizaje profundo.

**CONTENIDO**

**1. Elementos de ecuaciones diferenciales ordinarias:**

El concepto de sistemas dinámicos. Puntos de equilibrio. Diagramas de fases. Análisis de bifurcaciones. Métodos numéricos para la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias.

**2. Modelado matemático de neuronas:**

Propiedades eléctricas de las neuronas. Modelos de un componente. Modelos "integrate-and-fire". Conductancias dependientes del voltaje. El modelo de Hodgkin-Huxley. Modelados de canales. Conductancia sináptica. Sinapsis en neuronas "integrate-and-fire".

**3. Redes neuronales recurrentes:**

Inspiración biológica. El modelo de Hopfield para memoria asociativa. Arquitectura y formas de actualización sincrónica y asincrónica. Cálculo de la capacidad de almacenamiento. Variaciones del modelo de Hopfield. Neuronas estocásticas. El modelo de la pseudo inversa. El modelo de Hopfield con dilución simétrica y asimétrica.

**4. Redes neuronales Feed-forward:**

Reglas de la plasticidad sináptica. Aprendizaje no supervisado. El Perceptron simple. Neuronas escalón, lineales y no lineales. El método del descenso por el gradiente. El Perceptron multicapas. Separabilidad lineal. El método de backpropagation y algoritmos asociados. Generalización. Aproximación de funciones continuas. Algoritmos de crecimiento de arquitecturas. Aprendizaje no supervisado. Condicionamiento clásico. Aprendizaje reforzado. Aprendizaje representacional. Aprendizaje competitivo.

**5. Aprendizaje profundo:**

Introducción al aprendizaje profundo. Redes convolucionales. Aplicaciones y casos de éxito.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- 1) "Introduction to the Theory of Neural Computation", J. Hertz, A. Krogh and R.G. Palmer, Addison-Wesley Publishing Company.
- 2) "Nonlinear dynamics and chaos", Strogatz S.H., Addison-Wesley Publishing Company (1994).

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- 1) "Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems", Dayan P. and Abbott L., MIT Press (2001).
- 2) "Dynamical systems in neuroscience: the geometry of excitability and bursting", Izhikevich E.M.,



EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

MIT Press (2006).

3) "Spikes: exploring the neural code", Rieke F..et al., MIT Press (1999)

4) "The elements of statistical learning, data mining, inference and prediction", Hastie T., Tibshirani R. and Friedman.J, Springer Verlag (2001).

5) "Information theory, inference, and learning algorithms", MacKay, D.J.C., Cambridge University Press, (2003).

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

"Los estudiantes deberán aprobar un parcial, dos prácticos numéricos, y un Informe Final de la Práctica de la Materia, todos ellos evaluados con calificación de 0 a 10 puntos."

#### REGULARIDAD

Los estudiantes deberán:

1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas.
2. Aprobar la evaluación parcial.
3. Aprobar los dos prácticos numéricos.

#### PROMOCIÓN

Los estudiantes deberán:

1. cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas y prácticas.
2. Aprobar la evaluación parcial con una nota no menor a 7 (siete).
3. Aprobar los dos prácticos numéricos con nota menor a 6 (seis) y promedio entre ellos no menor a 7 (siete).
4. Aprobar el Informe Final de la Práctica de la Materia

### CORRELATIVIDADES

Para Cursar y para Rendir:

Aprobadas:

- Métodos Numéricos
- Métodos Matemáticos de la Física I

Regularizadas:

- Electromagnetismo I
- Métodos Matemáticos de la Física II



EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Análisis armónico sobre grupos y funciones especiales.	<b>AÑO:</b> 2018
<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**

Fundamentación:

Este curso da al alumno un conocimiento elemental del análisis armónico sobre grupos de Lie lineales, su relación con la teoría de representaciones y de las funciones especiales que aparecen en su estudio. Además, se desarrollará la extensión de estos conceptos al grupo cuántico  $SU(2)$ .

Objetivos:

El objetivo de este curso es dar una introducción elemental al análisis armónico sobre grupos de Lie a través del estudio de los grupos Lie lineales, es decir de grupos de matrices. Se presentarán estos grupos y sus correspondientes álgebras de Lie. Se describirá el diccionario grupos de Lie-álgebras de Lie. Se estudiarán las descomposiciones de Cartan y Polar. Se desarrollarán las propiedades básicas de las representaciones de grupos de Lie Clásicos.

Se introducirán los pares de Gelfand y se estudiarán las funciones esféricas sobre los mismos. Se estudiarán las funciones hipergeométricas e hipergeométricas básicas y familias de polinomios hipergeométricos. Se desarrollará en detalle el análisis armónico del grupo  $SU(2)$  y el grupo cuántico  $SU(2)$  y el rol de las funciones especiales en el mismo.

Finalmente se estudiarán las representaciones del grupo  $SU(3)$ , para lo cual se estudiarán primero las subálgebras de Cartan y los sistemas de raíces sobre los grupos Clásicos.

Al finalizar la materia los estudiantes estarán en condiciones de:

- Tener un manejo práctico de las representaciones de grupos Clásicos.
- Comprender enunciados y reproducir demostraciones de teoremas relacionados con el área.
- Tener conocimientos básicos sobre el grupo cuántico  $SU(2)$  y su teoría de representaciones.

**CONTENIDO**

**Unidad I: Introducción**

Grupos de Lie y Álgebras de Lie. Grupos de Lie de Matrices. Ejemplos. Grupos Compactos y no compactos. Grupos simplemente conexos. Homomorfismos. La función exponencial. Grupos Clásicos. Descomposición de Cartan del álgebra de Lie de un grupo Clásico. Descomposición polar. Descomposiciones de Iwasawa y KAK de  $SL(n, \mathbb{C})$ . Representaciones. Sumas directas de representaciones. Productos tensoriales de representaciones. Representación dual. Inducción y restricción. Multiplicidad. Reciprocidad de Frobenius. Medida de Haar.

**Unidad II: Funciones esféricas**

Pares de Gelfand. Funciones esféricas. Propiedades. Funciones definidas positivas. Operador de Casimir. Ejemplo: Análisis armónico sobre  $(SO(n+1), SO(n))$  y armónicos esféricos.

**Unidad III: Polinomios ortogonales hipergeométricos y q-hipergeométricos**

Funciones hipergeométricas básicas. Polinomios ortogonales. Ejemplos: Polinomios de Hahn, Krawtchouk, Jacobi, little q-Jacobi y Askey Wilson.

**Unidad IV: Análisis armónico sobre  $SU(2)$**

Representaciones unitarias de  $SU(2)$ . Coeficientes matriciales en términos de polinomios de Jacobi. Funciones esféricas. Interpretación de los polinomios de Krawtchouk como coeficientes matriciales. Coeficientes de Clebsch-Gordan y polinomios de Hahn.

**Unidad V: El grupo cuántico  $SU(2)$**

Definición. Teoría de representaciones. Coeficientes matriciales como polinomios de little  $q$ -Jacobi. Funciones esféricas y Polinomios de Askey-Wilson.

**Unidad VI: Algebras de Lie semisimples**

Subálgebras de Cartan. Raíces. Sistemas de raíces. Raíces positivas. Grupo de Weyl.

**Unidad VII: Representaciones de  $SU(3)$**

Pesos y raíces. Teorema de peso máximo. Diagramas de peso.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Rossmann, Wulf Lie groups. An introduction through linear groups. Oxford Graduate Texts in Mathematics, 5. Oxford University Press, Oxford, 2002. x+265 pp. ISBN: 0-19-859683-9

Hall, Brian Lie groups, Lie algebras, and representations. An elementary introduction. Second edition. Graduate Texts in Mathematics, 222. Springer, Cham, 2015. xiv+449 pp.

Faraut, Jacques Analysis on Lie groups. An introduction. Cambridge Studies in Advanced Mathematics, 110. Cambridge University Press, Cambridge, 2008. x+302 pp. ISBN: 978-0-521-71930-8 (Reviewer: Joachim Hilgert) 22E30 (22-01 22E60 43A75)

Koelink, H. T. Askey-Wilson polynomials and the quantum  $SU(2)$  group: survey and applications. Acta Appl. Math. 44 (1996), no. 3, 295–352.

Fulton, William; Harris, Joe. Representation theory. A first course. Graduate Texts in Mathematics, 129. Readings in Mathematics. Springer-Verlag, New York, 1991. xvi+551 pp. ISBN: 0-387-97527-6; 0-387-97495-4

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

V. Varadarajan, Lie groups, Lie algebras and their representations. Springer-Verlag, 1984.

**EVALUACIÓN**

**FORMAS DE EVALUACIÓN**

Los alumnos, durante el cursado, deberán entregar cuatro trabajos prácticos, que constarán de una lista de ejercicios relacionados con los contenidos de la correspondiente unidad.

**REGULARIDAD**

El alumno deberá:

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

El examen final contará de una evaluación escrita sobre contenidos teórico-prácticos, y la entrega de una lista de ejercicios sobre los distintos temas involucrados en la materia.

**PROMOCIÓN**

No se considerará régimen de promoción.

**CORRELATIVIDADES**





UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



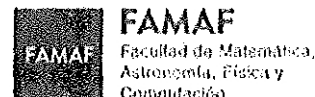
FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

Para cursar:  
Geometría Superior (regularizada)  
Estructuras Algebraicas (regularizada)  
Para rendir:  
Geometría Superior (aprobada)  
Estructuras Algebraicas (aprobada)



EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción al álgebra homológica.	<b>AÑO:</b> 2018
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El curso presentará una introducción al álgebra homológica. Se darán las definiciones básicas y se estudiarán algunas de las herramientas y propiedades más fundamentales. Se desarrollarán en particular diversas nociones y resultados básicos concernientes a la cohomología de grupos y álgebras de Lie.

### CONTENIDO

#### Unidad I

Categorías y funtores. Definiciones y ejemplos. Funtores adjuntos. Categorías aditivas. Categorías abelianas. Sucesiones exactas. Funtores exactos. Objetos inyectivos y proyectivos. Límites directos e inversos.

#### Unidad II

Complejos de (co-)cadena. Resoluciones proyectivas e inyectivas. Funtores derivados. Los funtores Ext y Tor.

#### Unidad III

(Co-)homología de grupos. Definiciones y propiedades. Interpretación de los grupos de cohomología en grado bajo. Restricción, correstricción, inflación y transfer.

#### Unidad IV

Álgebras de Lie. Definición y ejemplos. Álgebra universal envolvente de un álgebra de Lie. (Co-)homología de álgebras de Lie. Los grupos  $H^1$ ,  $H_1$  y  $H^2$ . Complejo de Chevalley-Eilenberg.

#### Unidad V

Sucesiones espectrales. Convergencia. Sucesión espectral de una filtración. Sucesión espectral de un complejo doble. Sucesión espectral de Lyndon-Hochschild-Serre.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. MacLane, S. Homology. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften. Bd. 114. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer-Verlag, x, 522 pp. with 7 fig. (1963).
2. Weibel, Charles A. An introduction to homological algebra. Cambridge Studies in Advanced Mathematics. 38. Cambridge: Cambridge University Press. xiv, 450 p. (1994).

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. Bourbaki, Nicolas. Éléments de mathématique. Algèbre. Chapitre 10. Algèbre homologique. Berlin: Springer. 216 p. (2007).



EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

2. Cartan, Henri; Eilenberg, Samuel. Homological algebra. Princeton University Press. Princeton. NJ. 1956.

3. Rotman, Joseph J. An introduction to homological algebra. 2nd ed. Universitext. Berlin: Springer. xiv, 709 p. (2009).

**EVALUACIÓN**

**FORMAS DE EVALUACIÓN**

Resolución de una lista de problemas propuestos semanalmente sobre los contenidos teórico-prácticos desarrollados en la materia.

**REGULARIDAD**

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

3. Aprobar al menos el 60 % de los Trabajos Prácticos.

**PROMOCIÓN**

La materia no tiene régimen de promoción.

**CORRELATIVIDADES**

Para cursar: Estructuras Algebraicas (regularizada).

Para rendir: Estructuras Algebraicas (aprobada).



EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Modelos Matemáticos en Finanzas Cuantitativas.	<b>AÑO:</b> 2018
<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 finanzas cuantitativas constituyen, desde hace varias décadas, un área particular de estudio dentro de la matemática. Esta nueva disciplina surge de la necesidad de encontrar modelos matemáticos que permitan describir el comportamiento aleatorio de activos financieros y, en particular, valorar los llamados productos derivados.

El objetivo de este curso es presentar los conceptos matemáticos fundamentales que se aplican a la teoría de arbitraje para la valoración de derivados financieros. Un modelo simple pero con amplias propiedades es el llamado Modelo binomial para valoración de derivados. En esta teoría se simula la dinámica de precios de un activo a través de un proceso estocástico discreto, y se valora la prima de un derivado utilizando propiedades de martingala en una medida de probabilidad particular.

Una ventaja de este modelo es su similitud con el modelo continuo para valoración de derivados utilizado por Black y Scholes para el cálculo de la prima de una opción call, y que mereció un premio Nobel de Economía en 1997. Se dará una idea intuitiva del paso desde el modelo discreto con árboles binomiales al modelo continuo con ecuaciones diferenciales estocásticas, sin entrar en los detalles de la complejidad matemática de este último.

También se incluye en este curso una introducción a modelos sobre activos de renta fija: los bonos. En particular el concepto de tasas forward y las curvas de tasas asociadas, algunos modelos paramétricos simples y los principales derivados financieros sobre tasas de interés.

A lo largo del curso se introducirá la terminología financiera que será utilizada, tales como activos, derivados, arbitraje, payoff, y su correspondencia con conceptos matemáticos presentes en el modelo: procesos estocásticos, variables aleatorias, cambios de medida, martingalas, entre otros.

Son objetivos de este curso lograr que el 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: Mercado financiero**

Valor temporal del dinero. Instrumentos financieros: acciones, índices, bonos. Derivados financieros: futuros, opciones, forwards. Mercado de futuros: cotización y márgenes. Tipos de

opciones, estrategias y combinaciones. Payoff de un derivado. Diagramas de payoff. Cobertura, arbitraje y especulación. Principio de no arbitraje. Mercados completos. Concepto de valoración de un derivado financiero.

#### **Unidad II: Modelos discretos**

Conceptos de probabilidad: variables aleatorias, distribuciones y valor esperado. Esperanza condicional : concepto y propiedades. Desigualdad de Jensen. Procesos estocásticos. Propiedad de Markov. Martingalas. Cambio de medida. Procesos de Radon-Nykodim. Numerarios. Árbol binomial para el movimiento de un activo. Medida de riesgo neutral.

#### **Unidad III: 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. Paridad put-call.

Replicación de derivados. Mercados completos. Relación entre martingala y la hipótesis de no arbitraje. El caso del modelo trinomial.

Valoración de opciones americanas. Stopping times. Valoración de opciones exóticas: barrera, lookback y asiática.

El modelo de Black-Scholes. Convergencia del modelo binomial al modelo de Black-Scholes.

El método de Montecarlo aplicado a la valoración de opciones.

#### **Unidad IV: 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. FRA y Swap. Opciones sobre tasas: caplet, cap, swaptions. Introducción al modelado de curvas de tasas de interés.

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Shreve, Steven E. Stochastic Calculus for Finance I. The binomial asset pricing model. Springer. (2003).

- Roman, Steven. Introduction to the Mathematic of Finance. Springer (2010).

- Baxter, M; Rennie, A; Financial Calculus: An Introduction to Derivative Pricing. Cambridge University Press. (1996)

- Hull, John C., Introducción a los Mercados Futuros y Opciones. Sexta Edición. Prentice Hall (2009)

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

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

- Brigo, Damiano, Mercurio, Fabio. Interest Rate Models. Theory and Practice.

- Andersen y Piterbarg. Interest Rate Modeling. Volume 1: Foundations and Vanilla Models. (Vol. I). Finance Press. (2010)

- Navarro, E. y Nave, J. M., Fundamentos de matemáticas financieras, Edit. Antoni Bosch, España. (2001)

### **EVALUACIÓN**





EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Se tomarán dos evaluaciones parciales. Se podrán recuperar ambos parciales., pero en una única fecha.
- 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

- Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas o de Laboratorio.
- Aprobar las dos evaluaciones parciales con una nota no menor a 6(seis) y promedio no menor a 7(siete), o sus correspondientes recuperatorios.
- Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos.

### CORRELATIVIDADES

- Para Cursar: Probabilidad (regularizada).
- Para Rendir: Probabilidad (aprobada).



EXP N°: 36435/2018

RES CD N°239/2018

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Matemática Financiera	<b>AÑO:</b> 2018
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Profesorado en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 165 horas

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Las finanzas cuantitativas constituyen, desde hace varias décadas, un área particular de estudio dentro de la matemática. Esta nueva disciplina surge de la necesidad de encontrar modelos matemáticos que permitan describir el comportamiento aleatorio de activos financieros y, en particular, valorar los llamados productos derivados.

El objetivo de este curso es presentar los conceptos matemáticos fundamentales que se aplican a la teoría de arbitraje para la valoración de derivados financieros. Un modelo simple pero con amplias propiedades es el llamado Modelo binomial para valoración de derivados. En esta teoría se simula la dinámica de precios de un activo a través de un proceso estocástico discreto, y se valora la prima de un derivado utilizando propiedades de martingala en una medida de probabilidad particular.

**CONTENIDO**

**Unidad I: Mercado financiero**

Valor temporal del dinero. Instrumentos financieros: acciones, índices, bonos. Derivados financieros: futuros, opciones, forwards. Mercado de futuros: cotización y márgenes. Tipos de opciones, estrategias y combinaciones. Payoff de un derivado. Diagramas de payoff. Cobertura, arbitraje y especulación. Principio de no arbitraje. Mercados completos. Concepto de valoración de un derivado financiero.

**Unidad II: Modelos discretos**

Conceptos de probabilidad: variables aleatorias, distribuciones y valor esperado. Esperanza condicional : concepto y propiedades. Desigualdad de Jensen. Procesos estocásticos. Propiedad de Markov. Martingalas. Cambio de medida. Procesos de Radon-Nykodim. Numerarios. Árbol binomial para el movimiento de un activo. Medida de riesgo neutral.

**Unidad III: 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. Paridad put-call.

Replicación de derivados. Mercados completos. Relación entre martingala y la hipótesis de no arbitraje. El caso del modelo trinomial.

Valoración de opciones americanas. Stopping times. Valoración de opciones exóticas: barrera, lookback y asiática.

El modelo de Black-Scholes. Convergencia del modelo binomial al modelo de Black-Scholes.

El método de Montecarlo aplicado a la valoración de opciones.

**Unidad IV: 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. FRA y Swap. Opciones sobre tasas: caplet, cap, swaptions. Introducción al modelado de curvas de tasas de interés.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Shreve, Steven E. Stochastic Calculus for Finance I. The binomial asset pricing model. Springer. (2003).

- Roman, Steven. Introduction to the Mathematic of Finance. Springer (2010).
- Baxter, M; Rennie, A; Financial Calculus: An Introduction to Derivative Pricing. Cambridge University Press. (1996)
- Hull, John C., Introducción a los Mercados Futuros y Opciones. Sexta Edición. Prentice Hall (2009)

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Ross, Sheldon. An Introduction to Mathematical Finance. Cambridge University Press.
- Brigo, Damiano, Mercurio, Fabio. Interest Rate Models. Theory and Practice.
- Andersen y Piterbarg. Interest Rate Modeling. Volume 1: Foundations and Vanilla Models. (Vol. I). Finance Press. (2010)
- Navarro, E. y Nave, J. M., Fundamentos de matemáticas financieras, Edit. Antoni Bosch, España. (2001)

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Se tomarán dos evaluaciones parciales. Se podrán recuperar ambos parciales., pero en una única fecha.
- 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

- Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas o de Laboratorio.
- Aprobar las dos evaluaciones parciales con una nota no menor a 6(seis) y promedio no menor a 7(siete), o sus correspondientes recuperatorios.
- Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos.

## CORRELATIVIDADES

Para Cursar: Introducción a Probabilidad y Estadística (regularizada).  
Análisis Matemático III (aprobada).  
Para Rendir: Introducción a Probabilidad y Estadística (aprobada).

