

EXP-UNC: 0031519/2018

**VISTO**

La Resolución CD N° 209/2017 que regula el funcionamiento de los Cursos de Posgrado de la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación; y

**CONSIDERANDO**

Que en su Artículo 5º, la misma establece que los cursos aprobados en una carrera de doctorado conservan su validez por 3 años, lapso durante el cual no requieren revisión;

Que el Consejo de Posgrado ha evaluado las demás propuestas de cursos de posgrado para el segundo cuatrimestre del 2018;

Por ello,

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1º:** Aprobar para el Doctorado en Matemática los siguientes cursos de posgrado con el número de créditos consignado en cada caso.

Curso de Posgrado	Número de créditos
Modelado matemático de la dinámica de sistemas ecológicos: contribuyendo a la sustentabilidad de los agroecosistemas.	1 crédito
Introducción al álgebra homológica	3 créditos
Teoría algebraica de números	3 créditos
Introducción a la teoría de conexiones	3 créditos
Súper álgebras de Lie	3 créditos
Análisis armónico sobre grupos y funciones especiales	3 créditos
Tópicos en inferencia estadística y predicción	3 créditos

*Handwritten signature and initials:*  
PC  
df



Universidad Nacional de Córdoba



Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación

EXP-UNC: 0031519/2018

**ARTÍCULO 2º:** Aprobar para el Doctorado en Astronomía los siguientes cursos de posgrado con el número de créditos consignado en cada caso.

Curso de Posgrado	Número de créditos
Espectroscopía de galaxias y cúmulos estelares	3 créditos
Propiedades astrofísicas de galaxias enanas: el Sistema Magallánico	3 créditos
Formación y evolución estelar y planetaria	3 créditos

**ARTÍCULO 3º:** Aprobar para el Doctorado en Física los siguientes cursos de posgrado con el número de créditos consignado en cada caso.

Curso de Posgrado	Número de créditos
La PC como controladora de procesos	3 créditos
Procesos microfísicos en nubes	3 créditos
Plataformas configurables para instrumentación científica	3 créditos
Introducción al micromagnetismo	1 crédito
Introducción al código LAMMPS	1 crédito

**ARTÍCULO 4º:** Aprobar para el Doctorado en Ciencias de la Computación los siguientes cursos de posgrado con el número de créditos consignado en cada caso.

Curso de Posgrado	Número de créditos
La PC como controladora de procesos	3 créditos
Testing de software	3 créditos
Concurrencia	3 créditos

*Handwritten signature and initials:*  
 PE  
 df



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC: 0031519/2018

ARTÍCULO 5º: Establecer como objetivos, contenidos, programas, bibliografía, modalidades de evaluación y otras especificaciones de los cursos de posgrado aprobados, los provistos en el Anexo I que forma parte de la presente.

ARTÍCULO 6º: Notifíquese, publíquese y archívese.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA, FÍSICA Y COMPUTACIÓN A DIECIOCHO DÍAS DEL MES DE JUNIO DEL AÑO DOS MIL DIECIOCHO

RESOLUCIÓN CD Nº 167/2018

PC  
df

  
Dra. SILVIA PATRICIA SILVETTI  
SECRETARIA GENERAL  
FaMAF

  
Dra. Ing. MIRTA IRIONDO  
DECANA  
FaMAF

# ANEXO I

RESOLUCIÓN CD N° 167/2018

PROGRAMAS

Handwritten marks in the bottom left corner, including a stylized signature and some illegible scribbles.

<b>TÍTULO: Modelado matemático de la dinámica de sistemas ecológicos: contribuyendo a la sustentabilidad de los agroecosistemas.</b>	
<b>AÑO: 2018</b>	<b>CUATRIMESTRE: 1ro</b>
<b>CARGA HORARIA: 30 hs.</b>	<b>No. DE CRÉDITOS: 1</b>
<b>CARRERA/S: Matemática, Física, Biología, Química, Agronomía, Ingenierías.</b>	
<b>DOCENTE ENCARGADO: Juan Pablo Agnelli (Responsable)</b>	

## PROGRAMA

### Marco:

El presente curso se dictará en la 8va Escuela Argentina de Matemática y Biología (BIOMAT) que se realizará del 24 al 29 de junio de 2018 en la localidad de La Falda.

El objetivo general del curso es fomentar la formación y colaboración interdisciplinaria entre estudiantes de doctorado de ciencias exactas y naturales, apuntando también a la generación de redes de colaboración con capacidad para formular y trabajar en proyectos de investigación interdisciplinarios, de envergadura nacional y regional.

Es por ello que la presente propuesta está diseñada de manera tal que pueda ser acreditada como curso de posgrado para graduados de diferentes disciplinas científicas y por lo tanto será presentado también en el Doctorado en Ciencias Biológicas de la FCEFyN y en el Doctorado de Ciencias Químicas de la FCQ, ambas de la Universidad Nacional de Córdoba.

### Objetivos:

- Introducir a los alumnos las herramientas matemáticas (ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos continuos/discretos, grafos y teoría de redes) que permiten modelar la dinámica espacio-temporal de ecosistemas sujetos a manejo agroecológico.
- Introducir conceptos biológicos básicos sobre Ecología (poblaciones, metapoblaciones, metacomunidades) y Agroecología que permitan a los alumnos plantear preguntas de investigación sobre diversos sistemas de estudio, las cuales puedan ser respondidas mediante el uso de las

*Handwritten signature/initials*

herramientas matemáticas brindadas.

- Fomentar en los alumnos la interacción interdisciplinaria como herramienta integradora que permita resolver problemas científicos.
- Fomentar en los alumnos el contacto con referentes en el área de la Biología Matemática especializados en la planificación de paisajes agroecológicos, la Ecología de metacomunidades y el estudio de la dinámica espacio-temporal de ecosistemas bajo manejo agroecológico.

**Docentes:**

Teórico:

- **Dr. Roberto André Kraenkel.** Instituto de Física Teórica, Universidade Estadual de São Paulo, Brasil.
- **Dra. Diomar Cristina Mistro.** Departamento de Matemática, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil.
- **Dr. Pablo Adrián Titonell.** Coordinador Programa Nacional de Recursos Naturales, Gestión Ambiental y Ecorregiones, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina.
- **Dra. Ana Borthagaray.** Centro Universitario Regional Este (CURE), Universidad de la República, Uruguay.

Práctico:

- Dr. Juan Pablo Agnelli, FaMAF - CIEM (CONICET).
- Dra. Julia Astegiano, IMBIV (CONICET).
- Dr. Lucas Barberis, FaMAF - IFEG (CONICET).
- Dra. María Silvina Fenoglio, IMBIV (CONICET).
- Dra. Jackeline Kembro, FCEFyN - ECB (CONICET).
- Lic. María de los Ángeles Martínez, FaMAF - CIEM (CONICET)
- Dra. Paula Nieto, IFEG (CONICET).
- Dr. Juan Perotti, IFEG (CONICET).
- Dra. Carla Rosetti, FCQ - CIQUIBIC (CONICET).
- Dra. Ana Schaigorodsky, FaMAF - IFEG (CONICET)
- Dr. Gustavo Sibona, FaMAF - IFEG (CONICET)
- Lic. Julia Tavella, IMBIV (CONICET).
- Lic. Melina Zárate, FaMAF - CIEM (CONICET)

  
PC/df

### Panelistas:

- Dr. Mostafa Adimy. INRIA Grenoble Rhone-Alpes , Francia.
- Dr. Matías Arim. Centro Universitario Regional Este, UDeLaR, Uruguay.
- Dr. Luiz Alberto Díaz Rodrigues. Departamento de Matemática, UFSM, Brasil.
- Dr. Timothy Keitt. Department of Integrative Biology, University of Texas, Austin, USA.
- Dr. Joao Meyer. Departamento de Matemática Aplicada. UNICAMP, Brasil.
- Dr. Fernando Momo. Instituto de Ciencias, UNGS, Argentina.
- Dr. Fernando Peruani. Laboratoire J.A. Dieudonné, UNSA, Niza, Francia.

### **Estructura**

- **Clases teóricas:** clases elementales para introducir las herramientas matemáticas y biológicas necesarias para modelar sistemas ecológicos y agroecológicos.

Introducción a las herramientas matemáticas utilizadas para estudiar la dinámica espacio-temporal de los sistemas ecológicos. Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales y no lineales. Sistemas de ecuaciones ordinarias. Linealización y análisis cualitativo. Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Sistemas dinámicos discretos. Mapas y redes de mapas acoplados para modelar la dinámica de poblaciones y metapoblaciones. Clases dictadas por el Dr. Roberto Kraenkel y la Dra. Diomar Mistro.

Introducción de conceptos, fundamentos y metodologías biológicas utilizadas en la Agroecología, la Ecología y el estudio de la dinámica de sistemas ecológicos. Introducción al diseño de paisajes agroecológicos, servicios ecosistémicos, biodiversidad, ecología de metacomunidades. Clases dictadas por el Dr. Pablo Tiltonell y la Dra. Ana Borthagaray.

- **Charlas del taller:** se expondrá sobre las temáticas desarrolladas durante el curso y otros problemas relacionados, desde una perspectiva integradora y actualizada.

Charlas plenarias didácticas: dictadas por los docentes de las clases teóricas, quienes expondrán el estado del arte de investigaciones asociadas a los tópicos desarrollados durante el teórico, como fortalecimiento y actualización de estos.

Charlas plenarias invitadas: dadas por investigadores seleccionadas por la comisión organizadora de la 8º BIOMAT, quienes expondrán sobre el estado

*Handwritten signatures and initials:*  
A large stylized signature on the left.  
Below it, the initials "MS" and "df" are written.

del arte en temas afines a la temática desarrollada durante el curso. Charlas cortas: dadas por investigadores que trabajan en el área de la Biología Matemática en temas estrechamente relacionados con la temática del curso. Las mismas serán seleccionadas por la comisión organizadora de la 8º BIOMAT.

- **Práctico:** los alumnos, en grupos formados por estudiantes de cada disciplina, deberán resolver un problema relacionado a la temática biológica presentada en el curso. En primer lugar se espera que los alumnos formulen una pregunta sobre la dinámica espacio-temporal de ecosistemas bajo manejo agroecológico a partir de disparadores (mapas, imágenes satelitales, fotos panorámicas, datos estadísticos) brindados por los profesores. Luego, mediante las herramientas matemáticas presentadas en las clases teóricas, los alumnos deberán formular un modelo matemático que represente la situación biológica. Finalmente, mediante el análisis cualitativo y/o la resolución numérica del modelo matemático deberán extraer conclusiones que den respuesta a la pregunta biológica planteada inicialmente.
- **Exposición oral:** en el marco del curso, y como cierre del mismo, los alumnos expondrán los resultados obtenidos durante las clases prácticas. Esta instancia es parte del proceso de evaluación.
- **Murales:** Durante toda la escuela los alumnos y los participantes del simposio podrán exponer y discutir sus trabajos de investigación a través de los contenidos expuesto en murales.

**Temario:**

Profesor Roberto A. Kraenkel.

1. Dinámica de poblaciones. Especies aisladas: ecuación malthusiana, ecuación logística, ecuaciones no lineales (efecto de Allee, Gompertz), ecuaciones con retardo. Especies en interacción: depredación, competencia, cooperativismo. Ecuación de Lotka-Volterra y análisis cualitativo (espacio de fases, puntos fijos, ciclos límites).
2. Modelado de epidemias y plagas: modelo SIR. Poblaciones en el espacio: ecuación de difusión, ecuación de reacción-difusión (Fisher-Kolmogorov, Skellman).
3. Poblaciones en el espacio: metapoblaciones y modelo de extinción. Modelado de la dinámica de metapoblaciones. Modelo isla-continente. Poblaciones fuente-

*Handwritten notes:*  
R  
A  
K

sumidero. Efecto de rescate. Otras variaciones del modelo.

Profesora Diomar C. Mistro

1. Discretización espacio-temporal de ecuaciones diferenciales. Ecuaciones en diferencias y mapas. Dinámica de mapas (puntos fijos, órbitas periódicas, bifurcaciones). Interacción de poblaciones: redes de mapas acoplados.

2. Redes de mapas acoplados en dinámica de poblaciones: aplicaciones. Procesos de invasión poblacional, ecuaciones integro-diferenciales y núcleos de dispersión (ley de potencia, Gaussiano, Cauchy). Modelos para el estudio del manejo integrado de plagas.

Profesor Pablo A. Tiltonell.

1. Introducción a la Agroecología. Propiedades, análisis y diseño de agroecosistemas. Estructura y diversidad de y en los agroecosistemas. La dimensión social de la Agroecología. Flujos y ciclos en los agroecosistemas. Agroecología, Seguridad Alimentaria y Nutricional.

2. Planificación de paisajes agroecológicos. Marco biofísico de los predios productivos como sistemas. Aproximaciones al diseño agroecológico de los predios. Indicadores de la performance del predio: conceptos y formas de medirlos.

Profesora Ana Borthagaray.

1. Ecología de Metacomunidades. Conceptos y fundamentos. Principales mecanismos: selección, deriva, especiación y dispersión como procesos que dan cuenta de los patrones de biodiversidad.

2. Herramientas de redes para representación y análisis de la estructura metacomunitaria. Construcción e identificación de redes. Análisis de estructura de redes. Análisis de la ubicación relativa de los nodos dentro de la red.

**Carga Horaria:** 30hs. Teórico formal: 15hs. Práctico: 15hs (40hs totales, incluyendo todas las charlas del taller).

  
PC  
df

## BIBLIOGRAFÍA

- Allen, L. J. S. **An Introduction to Mathematical Biology**. Pearson Prentice Hall, 2007.
- Cantrell S. y Cosner C., **Spatial Ecology via Reaction-Diffusion Equations**. Wiley, 2003.
- Edelstein-Keshet L., **Mathematical Models in Biology**. Classics in Applied Mathematics, SIAM, 2004.
- Gotelli N.J., **A primer of Ecology**. Oxford University Press, Oxford, 2008.
- Hanski I., **Metapopulation Ecology**. Oxford University Press, Oxford, 1999.
- Kot M. **Elements of Mathematical Ecology**. Cambridge University Press, Cambridge, 2001.
- Lewis M.A., Petrovskii S. y Potts J. **The Mathematics Behind biological Invasions**. Springer, Berlín, 2016.
- Murray J. **Mathematical Biology I y II**. Springer-Verlag, Berlín, 2000.

## MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN

- Se requiere 100% de asistencia de los alumnos a los teóricos, prácticos y charlas de taller.
- Presentación de la resolución de los problemas de la guía de trabajos prácticos. Evaluación oral: exponer en 15 minutos la metodología empleada y los resultados obtenidos para resolver los problemas propuestos.
- Evaluación oral: exposición de 20 minutos de los grupos comentando la metodología empleada y los resultados parciales obtenidos para el problema propuesto.
- Evaluación escrita: informe individual a entregarse en un lapso no mayor a 2 meses luego de finalizado el curso. En el informe se deberán consignar las actividades desarrolladas y los resultados obtenidos con su correspondiente

ls  
df

análisis. Cumplido el plazo de 2 meses, se informará a la secretaría de posgrado la nómina de los alumnos que hayan aprobado el curso con sus respectivas calificaciones.

PC  
df



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

<b>TÍTULO: Introducción al álgebra homológica</b>	
<b>AÑO: 2018</b>	<b>CUATRIMESTRE: segundo</b>
<b>CARGA HORARIA: 60 hs</b>	<b>No. DE CRÉDITOS:</b>
<b>CARRERA/S: doctorado en Matemática</b>	
<b>DOCENTE ENCARGADO: Sonia Natale</b>	

## PROGRAMA

### 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.

### Contenidos:

#### 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.

PC  
IF

Unidad V:

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

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Bourbaki, Nicolas. **Éléments de mathématique. Algèbre. Chapitre 10. Algèbre homologique.** Berlin: Springer. 216 p. (2007).
2. Cartan, Henri; Eilenberg, Samuel. **Homological algebra.** Princeton University Press. Princeton. NJ. 1956.
3. MacLane, S. **Homology.** Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften. Bd. 114. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer-Verlag. x, 522 pp. with 7 fig. (1963).
4. Rotman, Joseph J. **An introduction to homological algebra. 2nd ed.** Universitext. Berlin: Springer. xiv, 709 p. (2009).
5. Weibel, Charles A. **An introduction to homological algebra.** Cambridge Studies in Advanced Mathematics. 38. Cambridge: Cambridge University Press. xiv, 450 p. (1994).

**MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN**

- *Resolución de los problemas propuestos semanalmente sobre los contenidos teórico-prácticos desarrollados en la materia.*
- *Aprobación de un examen final sobre los contenidos desarrollados en el curso.*

**CONDICIONES PARA OBTENER LA REGULARIDAD**

*Como condición para obtener la regularidad de la materia el alumno deberá:*

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

*M*  
*PE*  
*df*  
*[Signature]*

<b>TÍTULO:</b> Teoría Algebraica de Números	
<b>AÑO:</b> 2018	<b>CUATRIMESTRE:</b> Segundo
<b>CARGA HORARIA:</b> 120 hs	<b>No. DE CRÉDITOS:</b> 3
<b>CARRERA/S:</b> Doctorado en Matemática	
<b>DOCENTE ENCARGADO:</b> Emilio Lauret	

### PROGRAMA

#### Parte I – Teoría de Galois

Tema 1: Extensiones de cuerpos: 1.1. Cuerpos. Extensiones algebraicas. Morfismos y clausura algebraica. Cuerpos de descomposición de un polinomio. 1.2. Extensiones normales, separables e inseparables. Teorema del elemento primitivo.

Tema 2: Teoría de Galois: 2.1. Extensiones de Galois. Teorema de Artin y correspondencia de Galois. Ejemplos. 2.2. Raíces de la unidad. Ciclotomía. Norma y traza. 2.3. Extensiones cíclicas. Teorema de Artin-Schreier.

#### Parte II – Teoría Algebraica de Números

Tema 3: Números algebraicos: 3.1. Números algebraicos y enteros algebraicos. 3.2. Teorema de factorización única. 3.3. Grupo y número de clases. 3.4. Grupo de unidades.

Tema 4: Cuerpos cuadráticos: 4.1. Generalidades. 4.2. Factorización de primos racionales. 4.3. Ley de reciprocidad cuadrática. 4.4. Fórmula del número de clase de Dirichlet.

### BIBLIOGRAFÍA

Handwritten notes and signatures on the left margin.

**Bibliografía Básica:**

- Serge Lang, Algebra, Graduate Texts in Mathematics 211, Springer, Third Edition, 2002.
- R. Narasimhan, S. Raghavan, S. S. Rangachari, S. Lal, Algebraic Number Theory, Notas del Tata Institute of Fundamental Research, Bombay, 1966.

**Bibliografía Complementaria:**

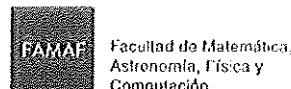
- Daniel Marcus, Number fields, Springer, 1977.
- S. Alaca, K. Williams, Introductory algebraic number theory, Cambridge, 2004.

**MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN**

El examen final consistirá de una evaluación escrita sobre contenidos teóricos y prácticos de la materia.

Para obtener la regularidad, los alumnos deberán presentar una lista de 15 ejercicios completos de las guías de trabajos prácticos. Además se requerirá el 70% de asistencia a clases.

↑  
PC  
df  
/



<b>TÍTULO: Introducción a la teoría de conexiones</b>	
<b>AÑO: 2018</b>	<b>CUATRIMESTRE: 2</b>
<b>CARGA HORARIA: 60 hs.</b>	<b>No. DE CRÉDITOS: máximo</b>
<b>CARRERA/S: Doctorado en Matemática y Doctorado en Física</b>	
<b>DOCENTE ENCARGADO: Carlos Enrique OLMOS</b>	

<b>PROGRAMA</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1) <b>Fibrados vectoriales, principales y asociados. Fibrado pull-back. Ejemplos clásicos.</b></li><li>2) <b>Conexiones en fibrados vectoriales y principales. Conexión inducida en fibrados vectoriales asociados y en fibrados pull-back.</b></li><li>3) <b>Operadores de conexión <math>\nabla</math> en fibrados vectoriales E y su relación con las conexiones como distribución del tangente TE.</b></li><li>4) <b>Transporte paralelo y curvatura. Teorema de Ambrose-Singer.</b></li><li>5) <b>El grupo de holonomía y la reducción de la conexión al subfibrado de holonomía</b></li></ol>

Handwritten signature and initials: *CS*  
*PC*  
*df*  
*h*

## BIBLIOGRAFÍA

- Walter Poor, *Differential Geometric Structures*, Dover Publications Inc, New York, 1981.
- Berndt, J., Console, S., and Olmos, C., *Submanifolds and Holonomy*, Monographs and Research Notes in Mathematics, CRC-Press, Chapman and Hall, Second Edition 2016.
- Miatello, R., and Olmos, C., *Geometría de Espacios Fibrados*, Trabajos de Matemática, FaMAF (1988).
- Olmos, C., Notas de curso de 2008.

## MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN

- Presentación de ejercicios resueltos.
- Examen Final.

AS  
PE  
df  
AS



Universidad Nacional de Córdoba



Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación

<b>TÍTULO:</b> <i>Súper álgebras de Lie</i>	
<b>AÑO:</b> 2018	<b>CUATRIMESTRE:</b> Segundo
<b>CARGA HORARIA:</b> 60 horas	<b>No. DE CRÉDITOS:</b> 3 (tres)
<b>CARRERA/S:</b> Doctorado en Matemática	
<b>DOCENTE ENCARGADO:</b> Iván Angiono	

Este curso tiene como principal objetivo entender la clasificación de las súper álgebras de Lie simples de dimensión finita sobre los complejos. En esa dirección comenzaremos con las definiciones básicas de súper álgebras de Lie, estudiaremos los distintos ejemplos y daremos herramientas para obtener dicha clasificación, en todos los casos mostrando analogías y diferencias con el caso de las álgebras de Lie. En especial nos concentraremos en las llamadas súper álgebras de Lie contragredientes, entendiendo la noción de sistemas de raíces (generalizados) y grupoide de Weyl.

**PROGRAMA**

*Unidad I: Nociones y teoremas básicos*

Definiciones básicas. Ejemplos. Módulos y representaciones. Álgebras envolventes. El Teorema PBW.

*Unidad II: Súper álgebras de Lie simples*

Consideraciones generales. Subálgebras de Borel. Súper álgebras de Lie simples. Súper álgebras de Lie con forma de Killing no degenerada.

*Unidad III: Súper álgebras de Lie clásicas*

Súper álgebra de Lie  $sl(m|n)$ . Espacios de raíces. Teorema de clasificación.

*Unidad IV: Súper álgebras de Lie contragredientes*

Realizaciones. Espacios de raíces. Integrabilidad. Matrices equivalentes. Grupoide de Weyl. Teorema de clasificación.

*M  
P  
df*

## BIBLIOGRAFÍA

- V. Kac, *Lie superalgebras*. Adv. Math. 26 (1977), 8-96.
- Musson, *Lie superalgebras and enveloping algebras*. Graduate Studies in Mathematics, 131. AMS, Providence, RI, 2012. xx+488 pp.
- M. Scheunert, *The theory of Lie superalgebras. An introduction*. Lecture Notes in Mathematics, 716. Springer, Berlin, 1979. {rm x}+271 pp.
- V. Serganova, *Kac-Moody superalgebras and integrability*. Developments and Trends in Infinite-Dimensional Lie Theory, Progress Math. 288 (2011).

## MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN

- Resolución de los problemas propuestos semanalmente sobre los contenidos teórico-prácticos desarrollados en la materia.
- Aprobación de un examen final sobre los contenidos desarrollados en el curso.

PC  
df

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

<b>ASIGNATURA:</b> Análisis armónico sobre grupos y funciones especiales	<b>AÑO:</b> 2018
<b>CARÁCTER:</b> Curso de Posgrado	
<b>CARRERA:</b> Doct. Matemática – Doct. Física.	
<b>RÉGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 60 horas.
<b>DOCENTE ENCARGADO:</b> Pablo Román	

### 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 Algebras 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.

## METODOLOGÍA DE TRABAJO

*El dictado de la materia constará de dos clases teóricas semanales. A su vez habrá una lista de ejercicios por unidad, para el cual se organizarán clases prácticas.*

## **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.*

### **CONDICIONES PARA OBTENER LA 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.*

### **CONDICIONES PARA OBTENER LA PROMOCIÓN**

*PE No se considerará régimen de promoción..*

*df*

*[Handwritten signature]*



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

<b>TÍTULO:</b> Tópicos en Inferencia Estadística y Predicción	
<b>AÑO:</b> 2018	<b>CUATRIMESTRE:</b> Segundo
<b>CARGA HORARIA:</b> 60 horas	<b>No. DE CRÉDITOS:</b> 3 (tres)
<b>CARRERA/S:</b> Doctorado en Matemática	
<b>DOCENTE ENCARGADO:</b> Jorge G. Adrover	

## PROGRAMA

**Cap. I Inferencia estadística.** Principios de la reducción de datos. Principio de suficiencia. Principio de verosimilitud y función de verosimilitud. Estimación puntual: métodos para encontrar estimadores. Estimador de los momentos y de máxima verosimilitud. Estimadores de Bayes. Algoritmo EM. Métodos para evaluar estimadores. Insesgamiento. Error cuadrático medio. Optimalidad. Evaluaciones asintóticas. Consistencia. Eficiencia. Bootstrap y errores estándar. Intervalos y regiones de confianza. Métodos para su obtención. Cantidades pivotaes. Evaluación de intervalos de confianza: tamaño y cubrimiento. Intervalos basados en grandes muestras. Test de hipótesis. Probabilidad de error y función potencia. P-valores. Tests más potentes. Tests para grandes muestras. Test de cociente de verosimilitud. Distribución asintótica.

**Cap. II. Métodos lineales para regresión.** Modelos de regresión lineal y mínimos cuadrados. Interpretación geométrica. El teorema de Gauss-Markov. Regresión múltiple. Selección de subconjuntos. Selección paso a paso hacia adelante y hacia atrás. Regresión ridge. Estabilidad numérica. Conexión con análisis de componentes principales. Mínimos cuadrados parciales.

**Cap. III Modelos lineales raros.** Regularización L1: regresión lasso (Least absolute shrinkage and selección operator) y la obtención de modelos raros. Discusión entre selección de subconjuntos de variables, regresión ridge y lasso. Camino de regularización y selección de modelo. Algoritmos de cómputo: descenso por coordenadas. Regresión de mínimo ángulo. Métodos de proyección gradiente y proximal. Algoritmo EM para lasso. Extensión de regularización L1: método de red elástica.

M  
PE  
JA  
B

## BIBLIOGRAFÍA

Boos, D. and Stefanski, L. (2013) Essential statistical inference: Theory and Methods. Springer.

Casella, G. and Berger, R. (2002) Statistical Inference. 2nd edition. Duxbury Press.

Efron, B. and Hastie, T. (2016) Computer age statistical inference: algorithms, evidence, and data science. 1<sup>st</sup> edition. Cambridge University Press.

Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman J. (2008) The elements of statistical learning. Data mining, inference and prediction. 2nd. Edition. Springer

Hastie, T., Tibshirani, R. and Wainwright, M. (2015) Statistical learning with sparsity: The lasso and generalization. 1<sup>st</sup> edition. Chapman and Hall.

Murphy, K. (2012) Machine learning: A probabilistic approach. The MIT Press.

## MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN

- Resolución de los problemas propuestos sobre los contenidos teórico-prácticos desarrollados en la materia.
- Aprobación de un examen final sobre los contenidos desarrollados en el curso.

AS  
PC  
JP  
A

<b>TÍTULO: Espectroscopía de Galaxias y Cúmulos Estelares</b>	
<b>AÑO: 2018</b>	<b>CUATRIMESTRE: Segundo</b>
<b>CARGA HORARIA: 120 h</b>	<b>No. DE CRÉDITOS: 3</b>
<b>CARRERA/S: Doctorado en Astronomía</b>	
<b>DOCENTE ENCARGADO: Andrea V. Ahumada y Luis R. Vega</b>	

<b>PROGRAMA</b>
<p><b>I - Población estelar</b> 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.</p> <p><b>II - Galaxias del Grupo Local</b> 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.</p> <p><b>III - Análisis Espectroscópico</b> 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.</p> <p><b>IV - Modelos de síntesis de poblaciones estelares</b> 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.</p> <p><b>V - Síntesis empírica</b> 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.</p> <p><b>VI - Síntesis Evolutiva</b> Formulación matemática. Técnicas de modelización. Función inicial de masa. Tasa</p>

*Handwritten marks:*  
A large handwritten 'S' or 'B' on the left margin.  
A smaller handwritten mark below it.

*Handwritten initials:*  
PC  
df

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

#### Libros:

- Archinal, B.A., Hynes, S.J., 2003, "Star Clusters", Willmann-Bell Pub.
- de Boer, K., Seggewiss, 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.

y papers actuales sobre el tema.

PE  
df

**Tesis/Tesinas:**

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

**MODALIDAD DE LA 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.

MS  
PE  
df  
ls



Universidad Nacional de Córdoba

FACULTAD DE MATEMÁTICA ASTRONOMÍA Y FÍSICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
Facultad de Matemática, Astronomía y Física

## PROGRAMA DE CURSO DE POSGRADO

<b>TÍTULO: Propiedades astrofísicas de galaxias enanas: el Sistema Magallánico</b>	
<b>AÑO: 2018</b>	<b>CUATRIMESTRE: Segundo</b>
<b>CARGA HORARIA: 60 hs.</b>	<b>No. DE CRÉDITOS:</b>
<b>CARRERA/S: Astronomía</b>	
<b>DOCENTE ENCARGADO: Andrés Eduardo Piatti</b>	

### PROGRAMA

#### I. Estructura y dimensiones de las galaxias

Descripción de diferentes indicadores de distancia. El *clump* de las gigantes rojas: justificación y uso como indicador de distancia. Conteos estelares: descripción de diferentes técnicas, utilización y alcance. Relevamientos fotométricos. Descripción de las estructuras observadas en las galaxias. Ajustes de perfiles de densidad estelar. Efectos de proyección espacial de las galaxias.

#### II. El puente Magallánico y el Leading Arm

Descripción de evidencias observacionales. Características. Trazabilidad del puente: diferentes indicadores. Dimensiones del puente. Poblaciones estelares: edad, metalicidad. Origen del puente.

#### III. Dinámica de las galaxias

Movimiento propio: procedimientos de medición y estimación de errores. Velocidades espaciales: cómputo y limitaciones. Descripción de algunos modelos teóricos de dinámica de galaxias. Comparación entre observaciones y modelos teóricos. Efectos de la dinámica de galaxia en la formación y evolución estelar de las mismas.

#### IV. Los cúmulos estelares

Diferentes catalogaciones. Catálogos actualizados. Propiedades globales de los sistemas de cúmulos estelares. Distribuciones de edad, metalicidad, y dimensiones de los sistemas de cúmulos estelares. Destrucción de cúmulos estelares. Taza de

PC  
df



formación de cúmulos. Los cúmulos más viejos. Los cúmulos más jóvenes. Fenómeno de cúmulos estelares con formación estelar múltiple.

#### V. Abundancias metálicas

Determinaciones espectroscópicas y fotométricas. Calibraciones de indicadores de metalicidad. Estimación de errores. Escalas de abundancias metálicas. Distribución espacial de las metalicidades de estrellas del campo y de cúmulos estelares. Gradientes de metalicidad radial y axial. Análisis de sus diferencias e implicancias en la formación y evolución química de las galaxias.

#### VI. Evolución química: modelos teóricos y evidencias observacionales

Descripción de modelos teóricos: elaboración bajo supuestos de formación aislada y de tipo *burst*. Comparación entre diferentes modelos teóricos. La relación edad-metalicidad (REM) de las estrellas del campo y de los cúmulos estelares: análisis de diferentes REM teóricas y observacionales. Variaciones espaciales de la REM.

#### VII. Historia de la formación estelar de las galaxias

Reconstrucción de la tasa de formación estelar (TFE) en las Nubes de Magallanes. Diagramas color-magnitud sintéticos: su fundamentación, limitaciones, supuestos básicos. Métodos de construcción de diagramas color-magnitud sintéticos: implementación. Comparación de diferentes TFE. Evidencias observacionales de episodios de formación estelar intensa. Relación de la formación estelar intensa con la interacción de galaxias.

#### VIII. Interacción entre galaxias

Diferentes modelos teóricos de interacción de las galaxias. Análisis de las evidencias observacionales de la interacción entre las Nubes de Magallanes. Comparación con modelos teóricos. Consecuencias observables y observadas de la interacción gravitatoria.

### BIBLIOGRAFÍA

#### ARTÍCULOS

- Besla G. et al., *The Role of Dwarf Galaxy Interactions in Shaping the Magellanic System and Implications for Magellanic Irregulars*, 2012, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 421, 2109
- Bonnato Ch., Bica E., *A general catalogue of extended objects in the Magellanic System*, 2008, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 403, 996
- Carvalho L. et al., *Structures in surface-brightness profiles of LMC and SMC star clusters: evidence of mergers?*, 2008, Astronomy & Astrophysics, 485, 71
- Harris J., *The Magellanic bridge: the nearest purely tidal stellar population*, 2007, Astrophysical Journal 658, 345
- Cole, A. et al. *SPECTROSCOPY OF RED GIANTS IN THE LARGE MAGELLANIC CLOUD BAR:*

Handwritten signatures and initials: a large signature, a smaller signature, and the initials "PC/df".



- ABUNDANCES, KINEMATICS, AND THE AGE-METALLICITY RELATION, 2005, The Astronomical Journal 129, 1465
- Poleski R. et al., *The Optical Gravitational Lensing Experiment. The Catalog of Stellar Proper Motions toward the Magellanic Clouds*, 2012, Acta Astronomica 62, 1
- Rubele S. et al., *The VMC Survey IV. The LMC star formation history and disk geometry from four VMC tiles*, 2012, Astronomy & Astrophysics, 537, 106
- Sharma S. et al., *Toward the general red giant branch slope-metallicity-age calibration. i. metallicities, ages, and kinematics for eight large magellanic cloud clusters*, 2010, The Astronomical Journal, 139, 878
- Holtzman J. et al. *Stellar populations in the Large Magellanic Cloud: evidence for a significant number of older stars or a steeper IMF?*, 1997, The Astronomical Journal 113, 656
- Glatt K. et al. 2007, *Ages and luminosities of young SMC/LMC star clusters and the recent star formation history of the Clouds*, 2010, Astronomy & Astrophysics 517, 50
- Chiosi et al. 2006, *Age distribution of young clusters and field stars in the Small Magellanic Cloud*, Astronomy & Astrophysics 452, 179
- Cignoni M. et al. , 2009, *STAR FORMATION HISTORY IN THE SMALL MAGELLANIC CLOUD: THE CASE OF NGC 602*, The Astronomical Journal 137, 3668
- Noel N. et al. 2009, *OLD MAIN-SEQUENCE TURNOFF PHOTOMETRY IN THE SMALL MAGELLANIC CLOUD. II. STAR FORMATION HISTORY AND ITS SPATIAL GRADIENTS*, The Astrophysical Journal 705, 1260
- McCumber M. et al. 2005, *STELLAR POPULATIONS IN THE WING OF THE SMALL MAGELLANIC CLOUD FROM HUBBLE SPACE TELESCOPE PHOTOMETRY*, The Astronomical Journal 130, 1083
- Dolphin A. et al. *OLD STELLAR POPULATIONS OF THE SMALL MAGELLANIC CLOUD 2001*, The Astrophysical Journal 562, 303
- Chiosi E. & Vallenari, A. *Three clusters of the SMC from ACS/WFC HST archive data: NGC 265, K 29 and NGC 290 and their field population 2007*, Astronomy & Astrophysics 466, 165
- Costa E. et al. 2011, *THE PROPER MOTION OF THE MAGELLANIC CLOUDS. II. NEW RESULTS FOR FIVE SMALL MAGELLANIC CLOUD FIELDS* The Astronomical Journal 141, 136
- Harris J. & Zaritsky D., *THE STAR FORMATION HISTORY OF THE SMALL MAGELLANIC CLOUD 2004*, The Astronomical Journal 127, 1531
- Bekki, K., *A Possible Common Halo of the Magellanic Clouds*, 2008, The Astrophysical Journal 684, L87
- Subramanian S. & Subramanian A. *Depth estimation of the Large and Small Magellanic Clouds*, 2009, Astronomy & Astrophysics 496, 399
- Subramanian A. & Subramanian S. *The Mysterious Bar of the Large Magellanic Cloud: What Is It?* 2009, The Astrophysical Journal 703, L37
- Saha A. et al. *First Results from the NOAO Survey of the Outer Limits of the Magellanic Clouds* 2010, The Astronomical Journal 140, 1719
- Subramanian, S. & Subramanian, A. *An estimate of the structural parameters of the Large Magellanic Cloud using red clump stars* 2010, Astronomy & Astrophysics 520,

PS  
df



24

- Nidever D. et al., *Discovery of a Large Stellar Periphery Around the Small Magellanic Cloud* 2011 *The Astrophysical Journal* 733, L10
- Subramanian, S. & Subramanian, A. *The Three-dimensional Structure of the Small Magellanic Cloud* 2012, *The Astrophysical Journal* 744, 128
- Harris J. *The Magellanic Bridge: The Nearest Purely Tidal Stellar Population* 2007 *The Astrophysical Journal* 658, 345
- Lenher et al. *Metallicity and Physical Conditions in the Magellanic Bridge* 2008 *The Astrophysical Journal* 678, 219
- Dufton et al. *The iron abundance of the Magellanic Bridge* 2008, *Monthly Notices of the Royal astronomical Society*, 385, 2261
- Piatek et al. *Proper Motions of the Large Magellanic Cloud and Small Magellanic Cloud: Re-Analysis of Hubble Space Telescope Data* 2008, *The Astronomical Journal* 135, 1024
- Diaz J. & Bekki K. *Constraining the orbital history of the Magellanic Clouds: a new bound scenario suggested by the tidal origin of the Magellanic Stream* 2011, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 413, 2015
- Bekki K. *On the Interpretation of Recent Proper Motion Data for the Large Magellanic Cloud* 2011 *The Astrophysical Journal* 730, L2
- Poleski et al. *The Optical Gravitational Lensing Experiment. The Catalog of Stellar Proper Motions toward the Magellanic Clouds* 2012 *Acta Astronomica* 62, 1
- Bica E. & Dutra C. *Updating the Census of Star Clusters in the Small Magellanic Cloud* 2000, *The Astronomical Journal*, 119, 1214
- Bica E. et al. *A general catalogue of extended objects in the Magellanic System* 2008, *Monthly Notices of the royal astronomical Society*, 389, 678
- Da Costa G, Hatzidimitriou *Ca II Triplet Spectroscopy of Giants in Small Magellanic Cloud Star Clusters: Abundances, Velocities, and the Age-Metallicity Relation* 1998, *The Astronomical Journal* 115, 1934
- Parisi C. et al. *Ca II Triplet Spectroscopy of Small Magellanic Cloud Red Giants. I. Abundances and Velocities for a Sample of Clusters* 2009 *The Astronomical Journal* 138, 517
- Pietrzynski G. & Udalski A. *The Optical Gravitational Lensing Experiment. Multiple Cluster Candidates in the Large Magellanic Cloud* 2000, *Acta Astronomica* 50, 337
- Rafelski M. & Zaritsky D. *The Star Clusters of the Small Magellanic Cloud: Age Distribution* 2005, *The Astronomical Journal* 129, 2701
- Popescu et al. *Age and Mass for 920 Large Magellanic Cloud Clusters Derived from 100 Million Monte Carlo Simulations* 2012, *The Astrophysical Journal*, 751, 122
- Mighell et al. *WFPC2 Observations of Star Clusters in the Magellanic Clouds. II. The Oldest Star Clusters in the Small Magellanic Cloud* 1998 *The Astronomical Journal* 116, 2395
- Stanghellini et al. *Hubble Space Telescope Observations of Three Very Young Star Clusters in the Small Magellanic Cloud* 2003, *The Astrophysical Journal* 598, 1004
- Carvalho et al. *Structures in surface-brightness profiles of LMC and SMC star clusters: evidence of mergers?* 2008, *Astronomy & Astrophysics* 485, 71
- Pagel & Tautvaisiene G. *Chemical evolution of the Magellanic Clouds: analytical models* 1998, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 299, 535

*[Handwritten signature]*

PC  
df



- Bekki K. & Chiba M. *The Magellanic squall: gas replenishment from the Small to the Large Magellanic Cloud* 2007, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 381, L16
- Tsujiimoto T. & Bekki K. *Chemical Signature of a Major Merger in the Early Formation of the Small Magellanic Cloud* 2009 The Astrophysical Journal 700, L69
- Carrera R. et al. *The Chemical Enrichment History of the Small Magellanic Cloud and its Gradients* 2008, The Astronomical Journal 136, 1039
- Haschke et al. *Three-dimensional Maps of the Magellanic Clouds using RR Lyrae Stars and Cepheids. II. The Small Magellanic Cloud* 2012, The Astronomical Journal 143, 48
- Bekki K. et al. *Explaining the Mysterious Age Gap of Globular Clusters in the Large Magellanic Cloud* 2004, The Astrophysical Journal 610, L93
- Bekki K. & Chiba M. *Formation and evolution of the Magellanic Clouds - I. Origin of structural, kinematic and chemical properties of the Large Magellanic Cloud* 2005, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 356, 680
- Noel N. et al. *Old Main-Sequence Turnoff Photometry in the Small Magellanic Cloud. I. Constraints on the Star Formation History in Different Fields.* 2007, The Astronomical Journal 133, 2037
- Sabbi E. et al. *Past and Present Star Formation in the SMC: NGC 346 and Its Neighborhood* 2007, The Astronomical Journal 133, 2430
- Harris J. & Zaritsky D. *The Star Formation History of the Large Magellanic Cloud* 2009 The Astronomical Journal 138, 1243
- Indu G. & Subramanian A., *The recent star-formation history of the Large and Small Magellanic Clouds* 2011, Astronomy & Astrophysics 535, 115
- McClure-Griffiths et al. *An Interaction of a Magellanic Leading Arm High-Velocity Cloud with the Milky Way Disk* 2008 The Astrophysical Journal 673, L143
- Bekki K. *When was the Large Magellanic Cloud accreted on to the Galaxy?* 2011, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 416, 2359
- Bonatto Ch. & Bica E. *Hierarchical structures in the Large and Small Magellanic Clouds* 2010, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 403, 996
- Chandar et al. *New Tests for Disruption Mechanisms of Star Clusters: The Large and Small Magellanic Clouds* 2010, The Astrophysical Journal 711, 1263

-artículos científicos del docente a cargo, publicados en revistas internacionales con referato.

- Piatti A.E. et al. *Washington photometry of 14 intermediate-age to old star clusters in the Small Magellanic Cloud*, 2011, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 417, 1559
- Piatti, A.E., *Towards a comprehensive picture of the star cluster age-metallicity relationship in the Small Magellanic Cloud*, 2011, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 418, L69

*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*  
pe,  
lf



- Piatti, A.E., *IDENTIFICATION OF A NEW RELATIVELY OLD STAR CLUSTER IN THE SMALL MAGELLANIC CLOUD*, 2012, *Astrophysical Journal Letters*, 756, L1
- Piatti, A.E. & Bica, E., *Washington photometry of candidate star clusters in the Small Magellanic Cloud*, 2012, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 425, 3085
- Piatti, A.E. et al. *Tracing the formation history of intermediate-age star clusters in the Small Magellanic Cloud*, 2005, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 358, 1215
- Piatti A.E. et al., *Seven young star clusters in the inner region of the Small Magellanic Cloud* 2008, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2008, 389, 429
- Piatti A.E. et al., *Two newly identified, relatively old star clusters in the Small Magellanic Cloud* 2007, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 381, L84
- Piatti, A.E., *New candidate intermediate-age star clusters in the Small Magellanic Cloud* 2011, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 416, L89
- Piatti A.E. et al. *Five young star clusters in the outer region of the Small Magellanic Cloud* 2007, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 382, 1203
- Piatti A.E. *The star field age-metallicity relationship of the Small Magellanic Cloud* 2012, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 422, 1109
- Piatti A.E. et al. *Ages and metallicities of five intermediate-age star clusters projected towards the Small Magellanic Cloud* 2001, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 325, 792
- Piatti A.E. et al. *Young star clusters immersed in intermediate-age fields in the Small Magellanic Cloud* 2007, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 377, 300
- Crowl H. et al. *THE LINE-OF-SIGHT DEPTH OF POPULOUS CLUSTERS IN THE SMALL MAGELLANIC CLOUD* 2001, *The Astronomical Journal*, 122, 220
- Piatti A.E. et al. *Integrated spectral analysis of 18 concentrated star clusters in the Small Magellanic Cloud*, 2005, *Astronomy & Astrophysics*, 440, 111
- Piatti A.E. Et al. *First Estimates of the Fundamental Parameters of Three Large Magellanic Cloud Clusters* 2011, *Publication of the Astronomical Society of the Pacific*, 123, 519
- Piatti A.E. et al *Washington photometry of five star clusters in the Large Magellanic Cloud* 2009, *Astronomy & astrophysics*, 501, 585
- Santos, J.F.C. et al., *Spectral evolution of star clusters in the Large Magellanic Cloud I. Blue concentrated clusters in the age range 40-300Myr* 2005, *Astronomy & Astrophysics*, 448, 1023
- Piatti, A.E. & Geisler, D. *THE AGE-METALLICITY RELATIONSHIP OF THE LARGE MAGELLANIC CLOUD FIELD STAR POPULATION FROM WIDE-FIELD WASHINGTON PHOTOMETRY* 2013, *The Astronomical Journal*, 147, 17
- Piatti A.E. Et al. *A WASHINGTON PHOTOMETRIC SURVEY OF THE LARGE MAGELLANIC CLOUD FIELD STAR POPULATION* 2012, *The Astronomical Journal*, 144, 100

Handwritten initials and marks on the left margin, including a large 'A' and 'M' and some smaller scribbles.



- Piatti, A.E. *Washington photometry of 26 moderately young small angular size clusters in the Large Magellanic Cloud* 2012, *Astronomy & Astrophysics*, 540, A58
- Piatti A.E., *New insights on the bursting formation of star clusters in the Large Magellanic Cloud* 2011, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 418, L40
- Geisler D., et al. *Ages and metallicities of eight star clusters and their surrounding fields in the inner disc of the Large Magellanic Cloud* 2003, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 341, 771
- Piatti A.E. et al., *Young star clusters immersed in intermediate-age fields in the Large Magellanic Cloud bar* 2003, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 343, 851
- Piatti A.E. et al. *Fundamental parameters of the LMC clusters NGC 1836, NGC 1860, NGC 1865, SL 444, LW 224 and SL 548* 2003, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 344, 965
- Piatti A.E. *A new extended main-sequence turnoff star cluster in the Large Magellanic Cloud* 2013, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, doi:10.1093/mnras/stt054.
- Bica E. et al. *AGES AND METALLICITIES OF STAR CLUSTERS AND SURROUNDING FIELDS IN THE OUTER DISK OF THE LARGE MAGELLANIC CLOUD* 1998, *The Astronomical Journal*, 116, 723
- Geisler D. et al. *A search for old star clusters in the Large Magellanic Cloud* 1997, *The Astronomical Journal*, 114, 1920
- Bica E. et al. *Detection of the Helium flash gap in the (U-B) versus (B-V) diagram for 624 Large Magellanic Cloud clusters* 1991, *The Astrophysical Journal*, 381, L51
- Dutra C. et al. *Spectroscopic analysis of the candidate globular clusters NGC 1928 and 1939 in the Large Magellanic Cloud* 1999, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 305, 373
- Piatti A.E. et al., *Constraining the LMC cluster age gap: Washington photometry of NGC 2155 and SL 896 (LW 480)* 2002, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 329, 556
- Santos J.F.C et al. *Blue-violet spectral evolution of young Magellanic Cloud clusters* 1995, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 276, 1155
- Santos J.F.C. et al. *STATISTICS OF STELLAR POPULATIONS OF STAR CLUSTERS AND SURROUNDING FIELDS IN THE OUTER DISK OF THE LARGE MAGELLANIC CLOUD* 1999, *The Astronomical Journal* 117, 2841
- Bica E. et al. 1996, *Inegrated UBV photometry of 624 star clusters and associations in the Large Magellanic Cloud* *The Astrophysical Journal Sup.Series.*, 102, 57
- Piatti A.E. et al.. *A NEW GIANT BRANCH CLUMP STRUCTURE IN THE LARGE MAGELLANIC CLOUD* 1999, *The Astronomical Journal*, 118, 2865

M  
P.E.  
df  
B



Universidad Nacional de Córdoba

FACULTAD DE MATEMÁTICA ASTRONOMÍA Y FÍSICA

---

**MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN**

**Examen final oral con presentación de monografía.**

*Handwritten notes:*  
M  
pe  
df  
*(with a signature)*



<b>TÍTULO: Formación y Evolución Estelar y Planetaria</b>	
<b>AÑO: 2018</b>	<b>CUATRIMESTRE: segundo</b>
<b>CARGA HORARIA: 60</b>	<b>No. DE CRÉDITOS:</b>
<b>CARRERA/S: Doctorado en Astronomía</b>	
<b>DOCENTE ENCARGADO: Mercedes Gómez</b>	

**PROGRAMA**

**Unidad I: Nubes Moleculares**

Diferentes tipos de nubes moleculares. Clasificación. Características observacionales y propiedades físicas. Composición. Masas y dimensiones. Soporte térmico, magnético y turbulento. Observaciones en Radio y en el Infrarrojo lejano. Nubes activas en la formación de estrellas. Núcleos Moleculares Densos. Características. Masas y dimensiones. Empleo de diferentes trazadores moleculares (en radio) para su estudio. Observaciones en el infrarrojo. Asociación con fuentes IRAS. Localización espacial. Evidencias observacionales del colapso gravitacional: Glóbulos de Bok. Asociación con protoestrellas.

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

Proto-Estrellas u Objetos de Clases 0 y I. Características observacionales. Detección en radio e infrarrojo. Envoltentes colapsantes. Distribución espectral de energía. Interpretación. Determinación de edades y masas. Estrellas de Tipo T Tauri: Objetos de Clases II y III. Características espectroscópicas y fotométricas. Interpretación. Discos primigenios.

**Unidad III: Formación Planetaria**

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

**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

Handwritten signatures and initials, including 'PS' and 'df'.

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

PL  
df

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**

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.

PL  
df



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

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. 32.

The Origins of Stars and Planetary Systems: (1998), Kluwer Academic Press, editado por C.J. Lada & N.D. Kylafis.

Protostars and Planets IV (2000), Tucson: University of Arizona Press; editado por Mannings, V., Boss, A.P., Russell, S. S.

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

PC  
JH

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

The Formation and Early Evolution of Low-Mass Stars and Brown Dwarfs; (2012) Luhman, K., ARA&A 50, 65

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

Protostars and Planets VI (2013) Tucson: University of Arizona Press; editado por H. Beuther, R. S. Klessen, C. P. Dullemond, T. Henning

**MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN**

*Handwritten marks:*  
A  
PC  
lf  
B



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

Examen oral individual frente al tribunal designado.

M

PC  
JP



Universidad Nacional de Córdoba  
FACULTAD DE MATEMÁTICA ASTRONOMÍA Y FÍSICA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**  
Facultad de Matemática, Astronomía y Física

### PROGRAMA DE CURSO DE POSGRADO

<b>TÍTULO: LA P.C. COMO CONTROLADORA DE PROCESOS</b>	
<b>AÑO: 2018</b>	<b>CUATRIMESTRE: Segundo</b>
<b>CARGA HORARIA: 120 hrs.</b>	<b>No. DE CRÉDITOS:</b>
<b>CARRERA/S: Doctorado en Física y Computación – Química e Ingeniería en Electrónica – Telecomunicaciones – Sistemas, etc.</b>	
<b>DOCENTE ENCARGADO: Zaninetti Walter</b>	

<b>PROGRAMA</b>
<p><b>-Unidad 1: Introducción al Control de Procesos usando Sistemas de Computación</b></p> <p>1.1-Introducción al control. 1.2-Diagrama en bloques de un controlador de procesos utilizando un sistema de computación. 1.3-Funciones y características de cada uno de los bloques mencionados. 1.4-Aplicaciones varias.</p> <p><b>-Unidad 2: Acondicionamiento de la señal. (El Amplificador Operacional)</b></p> <p>2.1-El amplificador operacional ideal. 2.2-El amplificador operacional real.(Sus parámetros). 2.3-Principios de realimentación y respuesta en frecuencia (Producto Ganancia x Ancho de Banda). 2.4-Configuraciones varias: No inversor, inversor, diferencial y de instrumentación, integrador, derivador, comparador y disparador de "Schmitt". 2.5-Filtro activo pasa bajo. (Introducción a los capacitores conmutados). 2.6-Aplicaciones varias.</p> <p><b>-Unidad 3: Conversores Digitales/Analógicos (DACs)</b></p>

*Handwritten marks and initials:*  
A large checkmark-like symbol.  
Below it, the initials "PE" and "df" are written.



- 3.1-Principios de funcionamiento y características.
- 3.2-DAC de resistores ponderados.
- 3.3-DAC tipo escalera (R-2R).
- 3.4-DAC potenciométrico.
- 3.5-Aplicaciones.

**-Unidad 4: Conversores Analógicos/Digitales (ADCs)**

- 4.1-Teorema del muestreo y circuitos "Sample/Hold" y filtro "antialias".
- 4.2-Principios y características.
- 4.3-ADC simple rampa y "Tracking".
- 4.4-ADC por aproximaciones sucesivas.
- 4.5-ADC doble rampa.
- 4.6-ADC "Flash" o de comparadores en paralelo.
- 4.7-Modulación delta y sigma-delta.
- 4.8-Características y aplicaciones.

**-Unidad 5: Sensores de entrada**

- 5.1-Su clasificación y principios de funcionamiento.
- 5.2-Sensores térmicos.
- 5.3-Sensores de movimiento.
- 5.4-Sensores lumínicos.
- 5.5-Sensores varios.
- 5.6-Características y aplicaciones.

**-Unidad 6: Actuadores de salida**

- 6.1-Su clasificación y principios de funcionamiento.
- 6.2-Actuadores electromagnéticos.
- 6.3-Actuadores ópticos.
- 6.4-Actuadores electrónicos.
- 6.5-Características y aplicaciones.

**-Unidad 7: Control de experiencias de laboratorio y procesos**

- 7.1-Control de experiencias científicas (Instrumentación virtual).
- 7.2-Control de procesos industriales (Robótica).
- 7.3-Control de edificios "inteligentes" (Domótica).

PG  
df



## BIBLIOGRAFÍA

- 1.-"Control de procesos por computadora" - \*La PC como controladora de Procesos. Carlos Alberto Marqués - \*(eae) Editorial Académica Española\* que es una marca comercial de: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG (ISBN-10: 3848478196, ISBN-13: 978-3848478194). [272 páginas]. (2012).
- 2.-"Programming Microprocessor Interfaces for Control and Instrumentation" - Michael Andrews - Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs (1982).
- 3.-"Simulate a Servo System" by Don Stauffer. (Page 147) Byte. The Small Systems Journal (Computing and the Sciences). A Mc Graw - Hill Publication (ISSN 0360- 5280) February 1985. Vol. 10, No. 2.
- 4.-"Electronics and Instrumentation for Scientists" – Malmstadt, Enke and Crouch - Ed. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. (1981).
- 5.-"Analog to Digital Conversion - A Practical Approach" - Kevin M. Daugherty - Ed. Mc.Graw-Hill International Editions (1995).
- 6.-"Sensores y Acondicionadores de Señal" - Ramón Pallas Areny - Ed. Marcombo (Boixareu Editores) (1994).
- 7.-"Interfacing Sensors to the IBM PC". Willis J. Tompkins and John G. Webster. Prentice Hall (1988).
- 8.-"IBM-PC in the Laboratory" - B. J. Thompson and A. F. Kuckes - Ed. Cambridge University Press (1989).
- 9.-"Laboratory Automation with the IBM-PC" - Stephen C.Gater (1989).
- 10.-"Microprocessors for Measurement and Control". David M. Auslander and Paul Sagues. Ed. Osborne/Mc. Graw-Hill (1981).
- 11.-"Upgrading and Repairing PCs". Scott Mueller. Ed. Que (1995).
- 12.-Parallel Port Complete. Programming, Interfacing, & Using de PC's Parallel Printer Port. Jan Axelson. Lakeview Research (1997).
- 13.-Serial Port Complete – Programming and Circuits for RS-232 and RS-485 Links and Networks. Jan Axelson. Lakeview Research (1998).
- 14.-The 80X86 Family - Design, Programming and Interfacing. Second Edition. John Uffenbeck. Prentice Hall (1998).
- 15.-The Indispensable Pentium Book. Hans - Peter Messmer. Addison Wesley (1995).
- 16.-USB Complete: Everything You Need to Develop Custom USB Peripherals.

PE  
df



Universidad Nacional de Córdoba  
FACULTAD DE MATEMÁTICA ASTRONOMÍA Y FÍSICA

By Jan Axelson Lakeview Research ISBN 0 9650819 3 1 (1999).

17.-The Personal Computer from the Inside Out. Third Edition. By Murray Sargent III and Richard L. Shoemaker. Addison Wesley (1995).

18.-Measuring Computer Performance. A Practitioner's Guide. By David J. Lija. Cambridge University Press. ISBN 0 251 64105 5 (2000).

### MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN

Para obtener la regularización deben tener aprobados todos los prácticos experimentales de laboratorio.

El examen final consta de la "defensa" de un Trabajo Final.

**OBJETIVOS:** Que el alumno sea capaz de interpretar el funcionamiento de los bloques "externos" asociados a Sistemas de Computación y utilizar estos últimos en Experiencias de Laboratorio y el Control de Procesos.

#### METODOLOGÍA:

**CLASES TEÓRICAS:** Cuatro horas semanales. Se utilizarán "transparencias" cuyas fotocopias serán entregadas a los alumnos con suficiente anticipación.

**CLASES PRÁCTICAS:** Cuatro horas semanales. Corresponden a prácticas de laboratorio en donde el alumno implementará distintos circuitos o sistemas, para lo cual tendrá que conocer el principio de funcionamiento y operación de los mismos, como así también del instrumental a utilizar (La PC, osciloscopios, multímetros, frecuencímetros, puntas lógicas, etc.). También implementará sistemas de control de experiencias de laboratorio y procesos varios.

PC

df



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



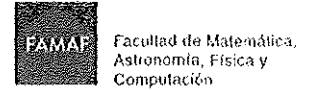
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

PROGRAMA DE CURSO DE POSGRADO

<b>TÍTULO: Procesos microfísicos en nubes</b>	
<b>AÑO: 2018</b>	<b>CUATRIMESTRE: 1er</b>
<b>CARGA HORARIA: 60</b>	<b>No. DE CRÉDITOS: 3</b>
<b>CARRERA/S: Doctorado en Física</b>	
<b>DOCENTE ENCARGADO: Eido E. Ávila</b>	

<p><b>PROGRAMA</b></p> <p>Unidad 1. La molécula de agua. Estructura de las fases gaseosa, líquida y sólida.</p> <p>Unidad 2. Nucleación homogénea de la fase líquida y sólida. Nucleación heterogénea de la fase líquida y sólida. Producción de hielo en nubes troposféricas.</p> <p>Unidad 3. <i>Hidrodinámica de las partículas de nube y de precipitación</i> Ecuación de Navier-Stokes. Ecuación de Euler. Hidrostática. Clasificación de flujos, Número de Reynolds. Ley de Stokes. Fuerzas de arrastre. Flujo de Oseen. Flujo potencial. Capa límite. Velocidad terminal de las gotas. Inestabilidad y ruptura de las gotas. Comportamiento hidrodinámico de los cristales de hielo. Ecuaciones de difusión de vapor y de transferencia de calor.</p> <p>Unidad 4. Crecimiento de gotas individuales por difusión de vapor Efectos cinéticos. Evolución de la sobresaturación en nubes. Efectos de la ventilación. Interacciones entre gotas cercanas. Evolución de cluster de gotas.</p> <p>Unidad 5. Crecimiento de cristales por difusión de vapor Hábitos cristalinos. Crecimiento de cristales simples. Crecimiento de cristales complejos. Ecuaciones de crecimiento. Comparación entre teoría y mediciones. Sublimación de cristales. Mecanismo de Bergeron. Teoría de Marshall-Langleben. Modelo de Castellano. Tiempo de nucleación de nubes.</p> <p>Unidad 6. Mecanismo de colisión y coalescencia entre gotas. Eficiencia de colisión. Eficiencia de coalescencia. Crecimiento de gotas por colisión y coalescencia. Modelo de Bowen. Modelos estocásticos de Gillespie.</p> <p>Unidad 7. Crecimiento de hielo por acreción. Eficiencia de colisión. Crecimiento de cristales. Densidad del hielo acrecido. Temperatura del granizo. Límite de Schumann-Ludlam. Derretimiento de partículas de hielo. Mecanismo de Hallett-Mossop.</p> <p>Unidad 8. Influencia de las nubes en el clima global.</p>
<p><b>OBJETIVOS</b></p> <p>El objetivo del curso es el de enseñar el estado de arte actual de los temas relevantes en la microfísica de nubes y aportar herramientas para poder realizar nuevos estudios científicos en cualquiera de los temas vistos en el curso.</p>

MS  
Eido E. Ávila



### BIBLIOGRAFÍA

- Microphysics of clouds and precipitation. H. Pruppacher, J. Klett. Kluwer Academic Publisher. 1997.
- Microphysical processes in clouds. K. C. Young. Oxford University Press. 1993.
- The electrical nature of storms. D. MacGorman, W. Rust. Oxford University Press. 1998.
- Papers varios.

### MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN

- - Exposición de seminarios basados en una publicación (o conjunto de ellas) representativo de los contenidos del curso.
- Examen oral final integrador sobre todos los temas del programa.

Handwritten notes and signatures on the left side of the page, including a large 'D' and some illegible scribbles.



<b>TÍTULO: Plataformas configurables para instrumentación científica</b>	
<b>AÑO: 2018</b>	<b>CUATRIMESTRE: 2</b>
<b>CARGA HORARIA: 120</b>	<b>No. DE CRÉDITOS:</b>
<b>CARRERA/S: Doctorado en Física</b>	
<b>DOCENTE ENCARGADO: Eduardo Romero y Gabriela Peretti</b>	

## PROGRAMA

### CAPÍTULO 1:

#### CLASIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS

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

### CAPÍTULO 2:

#### DISPOSITIVOS LÓGICOS PROGRAMABLES

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

### CAPÍTULO 3:

#### CIRCUITOS ANALÓGICOS PROGRAMABLES.

Introducción. Consideraciones generales para todos los dispositivos. Mecanismos de grabación. Interfaz JTAG. La familia PSOC1 de Cypress. Introducción a las plataformas configurables con núcleos de procesamiento. Recursos de hardware disponibles: estudio detallado de los mismos y posibilidades de utilización. Las herramientas de apoyo al diseño: entrada esquemática y simulación. Estudio, desarrollo e implementación de aplicaciones típicas. Integración de circuitos analógicos y digitales.

### CAPÍTULO 4:

#### HERRAMIENTAS DE DISEÑO

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

### CAPÍTULO 5:

#### APLICACIONES A LA INSTRUMENTACIÓN CIENTÍFICA

Sistemas de instrumentación basados en dispositivos digitales configurables: lógica de propósitos generales, sistemas de temporización, proceso de señales en el dominio digital. Sistemas de instrumentación basados en dispositivos analógicos configurables: medición temperatura, presión, fuerza, filtrado analógico en tecnología de tiempo continuo y tiempo discreto. Análisis de casos reportados en la literatura científica.

Handwritten signatures and initials, including 'PE' and 'df'.

## BIBLIOGRAFÍA

- Dobioli, E. Currie, Introduction to Mixed-Signal, Embedded Design. Springer, Estados Unidos, 2011.
- P. Marwedel, Embedded System Design. Springer, Estados Unidos, 2011.
- P. Chu. FPGA Prototyping by VHDL examples. John Wiley & Sons, United States, 2008.
- James O. Hamblen, Tyson S. Hall, Michael D. Furman.-- Rapid prototyping of digital systems / SOPC edition. Springer-Verlag, 2008.
- U. Mayer-Baese. Digital Signal Processing using Field Programmable Gate Arrays. Springer, 2001.
- W. Wolf. FPGA-Based System Design, Prentice Hall, 2004.
- B. Zeidman. Designing with FPGAs & CPLDs. CMP Books, 2002.
- Trabajos seleccionados de Journal of Electronic Testing: Theory and Applications. Kluwer Academic Publishers.
- Trabajos seleccionados de Microelectronics Journal. Elsevier
- Trabajos seleccionados de Microprocessor and Microsystems. Elsevier.
- Trabajos seleccionados de IEEE Transactions on Very Large Scale Integration Systems.
- Trabajos seleccionados de IEEE Transactions on Computer Aided Design of Integrated Circuits.
- Trabajos seleccionados de IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements.
- Trabajos seleccionados de IEEE Design and Test of Computers.
- Trabajos seleccionados de IEEE Industrial Applications.
- Altera. Hojas de datos y manuales varios.
- Xilinx. Hojas de datos y manuales varios.
- Lattice. Hojas de datos y manuales varios
- Anadigm. Hojas de datos y manuales varios.
- Cypress. Hojas de datos y manuales varios.

## MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN

PC

df



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

## Metodología

El docente del curso, mediante una exposición dialogada, procederá a brindar los conceptos fundamentales sobre los diferentes temas del curso. Esto permitirá que los estudiantes aborden problemas concretos de diseño, implementación y evaluación de sistemas en plataformas de hardware programable.

En este punto se generará un espacio de discusión orientado a la puesta en común de los resultados obtenidos y en particular de las distintas estrategias de diseño empleadas. En todos los casos se requerirán los resultados de simulación y eventualmente experimentales que validen las soluciones propuestas.

Una actividad especial a desarrollar en el curso es el análisis de trabajos reportados a la comunidad científica y que sean de gran actualidad. Los estudiantes recibirán de los docentes responsables uno o más trabajos para su estudio. Se deberán exponer claramente en clase los objetivos, las metodologías empleadas, el soporte teórico y los resultados logrados por los autores. Se dará especial valor a las debilidades que los estudiantes sean capaces de detectar en los trabajos y a la propuesta de eventuales mejoras o trabajos complementarios.

Los alumnos deberán, en carácter de trabajo especial, planificar un diseño descendente comprendido por diseño, simulación y compilación sobre un dispositivo programable. El docente propondrá casos de estudio desconocidos por los alumnos y que en todos los casos motiven la propuesta de diferentes alternativas de solución utilizando las herramientas brindadas en la asignatura. Los alumnos deberán efectuar un análisis de las alternativas, evaluar su validez y obtener resultados experimentales que corroboren o no sus predicciones.

## Mecanismos de evaluación

La evaluación se realizará de manera continua y los estudiantes deberán reportar los resultados en un informe que incluirá el resumen de los conceptos teóricos empleados para la resolución de cada caso planteado y los resultados experimentales que demuestren el correcto funcionamiento de la solución propuesta. Los trabajos serán individuales. La aprobación de estos trabajos determinará la regularización del curso. El examen final será integrador y consistirá en el modelado de un sistema y la consecuente defensa de la alternativa escogida.

Handwritten notes and signatures on the left margin, including the initials 'PE' and 'df'.

<b>TÍTULO:</b> Introducción al micromagnetismo	
<b>AÑO:</b> 2018	<b>CUATRIMESTRE:</b> segundo
<b>CARGA HORARIA:</b> 40hs/10días	<b>No. DE CRÉDITOS:</b>
<b>CARRERA/S:</b> Doctorado en Física, Doctorado en Química y Doctorado en Ciencias de Materiales	
<b>DOCENTE ENCARGADO:</b> Prof. Juan Escrig Murúa (Universidad Santiago de Chile), en el marco del programa Profesores Visitantes	

## PROGRAMA

### Objetivos Generales

En este curso el alumno aprenderá a resolver problemas actuales sobre los procesos de reversión de la magnetización en nanoestructuras para potenciales aplicaciones, utilizando tanto cálculos analíticos como simulaciones numéricas. El objetivo del curso es que los alumnos sean capaces de reproducir resultados previamente publicados, que les permita iniciar la investigación en un problema propio usando elementos avanzados de micromagnetismo.

El curso será impartido mediante clases teóricas acompañadas con sesiones prácticas. La sesión práctica de la asignatura consiste en la simulación de la reversión de la magnetización de nanoestructuras seleccionadas.

### Contenido

Bloque I. Fundamentos básicos del micromagnetismo

- I.1 Teoría de dominio y modelo micromagnético
- I.2. Energías involucradas
- I.3 Ecuación de movimiento

Bloque II. Simulación de procesos micromagnéticos

- II.1 Estados de equilibrio. Minimización de la energía
- II.2 Ciclos de histéresis
- II.3 Procesos de reversión de la magnetización.

Bloque III. Procesos de reversión de la magnetización en:

- III.1 Nanoestructuras esféricas
- III.2 Sistemas rectangulares
- III.3 Sistemas cilíndricos

PE  
df

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía

1. A. P. Guimaraes, *Principles of Nanomagnetism*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2009).
2. A. Aharoni 2007 *Introduction to the Theory of Ferromagnetism* (2nd Edición, Clarendon Press).
3. H. Kronmuller y Fanhle Manfred 2003 *Micromagnetism and the Microstructure of Ferrmagnetic Solids* (1o Edición, Cambridge University Press).

## MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN

Examen final con parte teórica y parte práctica, de acuerdo a lo desarrollado en las clases.

*Handwritten mark*

*PC*

*df*

*Handwritten mark*



PROGRAMA DE CURSO DE POSGRADO

<b>TÍTULO:</b> <u>Introducción al código LAMMPS</u> (Large-scale Atomic/Molecular Massively Parallel Simulator)	
<b>AÑO:</b> 2018	<b>CUATRIMESTRE:</b> 2
<b>CARGA HORARIA:</b> 20hs	<b>No. DE CRÉDITOS:</b>
<b>CARRERA/S:</b> Doctorado en Física	
<b>DOCENTE ENCARGADO:</b> Dr. Julián Fernández	

<b>PROGRAMA</b>
-Elementos de cristalografía. Redes de Bravais. Índices de Miller y Miller-Bravais (sistema hexagonal). Construcción de una red cristalina en LAMMPS. Orientación arbitraria de una red cristalina con respecto a un sistema ortogonal. Ejercicios
-Herramientas de visualización de estructuras. El código OVITO (Open Visualization Tool). Lectura de un archivo generado con LAMMPS. Ejercicios
-Defectos microestructurales en cristales. Clasificación (puntuales, lineales, bidimensionales). Vacancias y autointersticiales. Dislocaciones. Superficies y bordes de grano. Construcción de defectos con LAMMPS. Ejercicios
-Algunos modelos de interacción entre átomos en un sólido metálico: Lennard-Jones, Morse, EAM (Embedded Atom Method), MEAM (Modified EAM). Estática y dinámica molecular. Simulaciones en LAMMPS. Ejercicios
-Difusión en cristales. Mecanismos de difusión. Camino cuadrático medio. Difusión en volumen, superficie y bordes de grano. Cálculo de la difusividad con LAMMPS. Ejercicios

Handwritten notes and signatures:

- A large handwritten mark resembling a stylized 'A' or 'S' on the left side.
- Below it, the letters 'PE' and 'dt' written vertically.
- A signature on the right side of the notes.

## BIBLIOGRAFÍA

1. C. Kittel, *Introduction to Solid State Physics*, 5th ed., Wiley, 1976.  
A. C. Damask y G. J. Dienes, *Point defects in metals*, Gordon & Breach, 1963.
2. J. Philibert, *Diffusion et transport de matière dans les solides*, Éd. de Physique, 1985.
3. S. J. Plimpton, *Fast Parallel Algorithms for Short-Range Molecular Dynamics*, J. Comp. Phys. **117** (1995) 1-19. (<http://lammps.sandia.gov>)
4. A. Stukowski, *Visualization and analysis of atomistic simulation data with OVITO - the Open Visualization Tool*, Modelling Simul. Mater. Sci. Eng. **18** (2010) 015012. (<http://ovito.org/>)

## MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN

La evaluación final consiste en un examen escrito donde se tomarán conceptos teóricos y varios ejercicios computacionales.

PC  
df

h



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

<b>TÍTULO: Testing de Software</b>	
<b>AÑO: 2018</b>	<b>CUATRIMESTRE: Segundo</b>
<b>CARGA HORARIA: 90 horas</b>	<b>No. DE CRÉDITOS:</b>
<b>CARRERA/S: Doctorado en Ciencias de la Computación</b>	
<b>DOCENTE ENCARGADO: Dr. Pablo Ponzio</b>	

<p><b>PROGRAMA</b></p> <p><b>Unidad 1:</b> Calidad de Software. Validación y Verificación. Motivación: por qué testeamos el software?. Fallas, errores y defectos. Testing y debugging. Objetivos del testing. Testing en los procesos de desarrollo. Diseño de tests guiado por modelos. Actividades del testing. Modelo de defecto y falla RIPR (Reachability, Infection, Propagation, Revelation). Controlabilidad y Observabilidad de un programa. Niveles de testing. Testing unitario. Testing de módulo. Testing de integración. Testing de sistema. Testing de aceptación. Criterios de cobertura. Ventajas. Criterios de caja negra y caja blanca. Otros tipos de testing. Testing de regresión. Testing diferencial.</p> <p><b>Unidad 2:</b> Automatización de tests unitarios. Framework JUnit. Scripts de test. Suites. Aserciones. Aserciones declarativas (matchers Hamcrest). Fixtures compartidos y globales. Clasificación en categorías. Tests data-driven (parameterized en JUnit). Tests parametrizados (teorías JUnit) o basados en propiedades. Generación automática aleatoria de entradas para tests parametrizados en JUnit. Herramientas: QuickCheck.</p> <p><b>Unidad 3:</b> Diseño de tests guiado por modelos: Particionado del espacio de entradas. Características, particiones y bloques. Enfoques para determinar características basados en la interfaz y en la funcionalidad. Criterios de cobertura de bloques. Todas las combinaciones. Cada selección posible. Cobertura de pares. Cobertura de tuplas. Cobertura de bloque base y múltiples bloques base. Restricciones entre diferentes características. Subsunción entre criterios de cobertura de bloques. Aplicaciones a testing de unidad.</p> <p><b>Unidad 4:</b> Diseño de tests guiado por modelos: Cobertura de grafos. Definiciones: grafos, caminos, caminos de test. Caminos simples y primos. Criterios de cobertura de grafos. Cobertura de nodos y aristas. Cobertura de pares de aristas. Cobertura de caminos. Cobertura de caminos primos. Subsunción entre criterios de cobertura de grafos. Cobertura de grafos para código fuente. Grafo de Flujo de Control.</p> <p><b>Unidad 5:</b> Diseño de tests guiado por modelos: Cobertura de expresiones lógicas. Predicados y cláusulas. Determinante de un predicado. Criterios de cobertura lógica. Cobertura de predicados y cláusulas. Cobertura combinatoria. Cobertura de cláusulas activas (tradicionalmente llamado MCDC). Cobertura general, restringida y correlacionada de cláusulas activas. Cobertura de cláusulas inactivas. Subsunción de criterios de</p>
--

PS

PC  
JT

PS

cobertura lógica. Aplicaciones a testing de unidad.

**Unidad 6:** Diseño de tests guiado por modelos: Testing basado en la sintaxis. Generación de entradas basada en gramáticas. Gramáticas como reconocedores y generadores. Cobertura de gramáticas. Cobertura de símbolos terminales y de producciones. Cobertura de todas las cadenas. Mutación. Operadores de mutación. Generación de entradas válidas e inválidas basada en mutación. Cobertura de mutantes (matar mutantes). Mutación para código fuente. Ventajas y problemas. Mutación débil y fuerte. Mutantes equivalentes. Operadores de mutación para código fuente. Aplicaciones a testing de unidad.

**Unidad 7:** Dobles de prueba. Entrada/salida indirecta. Tipos de dobles. Stubs. Mocks. Drivers. Estrategias de integración: bottom-up, top-down, sandwich. Herramientas: EasyMock.

**Unidad 8:** *Generación automática de tests: Testing aleatorio (random testing). Testing aleatorio guiado por la ejecución (feedback directed) para programas orientados a objetos. Análisis de ventajas y problemas. Generación de tests de regresión. Uso de especificaciones para mejorar la detección de errores. Tests no confiables (flaky). Herramientas: Randoop.*

**Unidad 9:** *Generación automática de tests: Testing basado en búsqueda (search-based testing). Algoritmos genéticos para la generación de tests para programas orientados a objetos. Individuos y poblaciones. Crossover. Mutación. Selección. Funciones de aptitud (fitness): cobertura y mutación. Distancia de cobertura de ramas. Dobles en la generación automática. Lidiando con tests no confiables (flaky). Herramientas: EvoSuite. Análisis de ventajas y problemas. Minimización de suites.*

**Unidad 10:** *Generación automática de tests: Generación exhaustiva acotada de entradas. Especificaciones operacionales y declarativas. Scope. Generación basada en especificaciones operacionales. Herramientas: Korat. Generación basada en SAT-solving. Herramientas: Testera. Análisis de ventajas y problemas.*

**Unidad 11:** *Generación automática de tests: Generación de entradas basada en ejecución simbólica. Ejecución simbólica de programas. Condiciones de camino. Constraint solvers. Teorías soportadas y restricciones. Ejecución simbólica de programas con estados complejos. Inicialización lazy de referencias. Herramientas: Java PathFinder, Pex. Análisis de ventajas y problemas.*

## BIBLIOGRAFÍA

Paul Ammann, Jeff Offutt. Introduction to Software Testing (2<sup>nd</sup> edition). Cambridge

University Press. 2017.

Glenford J. Myers, The Art of Software Testing, John Wiley & Sons, Inc. 2012.

Carlos Pacheco, Shuvendu K. Lahiri, Michael D. Ernst, and Thomas Ball. 2007. Feedback-Directed Random Test Generation. In Proceedings of the 29th international conference on Software Engineering (ICSE '07). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 75-84.

Sarfraz Khurshid and Darko Marinov. 2004. TestEra: Specification-Based Testing of Java Programs Using SAT. Automated Software Engg. 11, 4 (October 2004), 403-434.

Gordon Fraser and Andrea Arcuri. 2011. Evolutionary Generation of Whole Test Suites. In Proceedings of the 2011 11th International Conference on Quality Software (QSIC '11). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 31-40.

Chandrasekhar Boyapati, Sarfraz Khurshid, and Darko Marinov. 2002. Korat: automated testing based on Java predicates. In Proceedings of the 2002 ACM SIGSOFT international symposium on Software testing and analysis (ISSTA '02). ACM, New York, NY, USA, 123-133.

Nikolai Tillmann and Jonathan De Halleux. 2008. Pex: white box test generation for .NET. In Proceedings of the 2nd international conference on Tests and proofs (TAP'08). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 134-153.

Sarfraz Khurshid, Corina S. Păsăreanu, and Willem Visser. 2003. Generalized symbolic execution for model checking and testing. In Proceedings of the 9th international conference on Tools and algorithms for the construction and analysis of systems (TACAS'03). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 553-568.

## MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN

Para la aprobación de la materia los alumnos deberán resolver de manera individual tres trabajos prácticos, abarcando la totalidad de los temas vistos durante el curso. El primer trabajo práctico consistirá en el desarrollo de tests de unidad efectivos basados en modelos para programas dados por el equipo docente. El segundo trabajo práctico involucrará el uso apropiado de herramientas automáticas para la generación de tests, complementados con ayuda manual cuando sea necesario para mejorar la efectividad de los tests. El tercer trabajo práctico consistirá en el uso de alguna herramienta automática para resolver algún problema específico de testing (acordado con el alumno según sus intereses).

Cada trabajo práctico tendrá una instancia de defensa oral, donde el equipo docente podrá evaluar el grado de adquisición de los conceptos teóricos por parte del alumno. La nota final corresponderá al promedio de las calificaciones de los tres

PC  
4



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

trabajos prácticos y la nota obtenida en la defensa oral.

En todos los trabajos prácticos se pondrá especial énfasis en la aplicación de los conceptos aprendidos al desarrollo de tests ejecutables en algún lenguaje de programación (asistido por herramientas de generación automática en algunos casos), la evaluación de la calidad de los tests utilizando criterios probados en la práctica (y herramientas que los soportan), y el mejoramiento de los tests hasta lograr suites de calidad (de acuerdo a los criterios empleados).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
Facultad de Matemática, Astronomía y Física

**PROGRAMA DE CURSO DE POSGRADO**

<b>TÍTULO:</b> Concurrencia	
<b>AÑO:</b> 2018	<b>CUATRIMESTRE:</b> Segundo (a dictarse en UNRC)
<b>CARGA HORARIA:</b> 112 horas	<b>No. DE CRÉDITOS:</b>
<b>CARRERA/S:</b> Doctorado en Ciencias de la Computación	
<b>DOCENTE ENCARGADO:</b> Nazareno Aguirre	

<p><b>PROGRAMA</b></p> <p>Sistemas concurrentes vs sistemas secuenciales. Características de los programas concurrentes. La complejidad inherente a la concurrencia. Potenciales beneficios de los sistemas concurrentes. Los riesgos de la concurrencia.</p> <p>Concurrencia en lenguajes de programación. Procesos y threads. Mecanismos de bajo nivel para la coordinación en programas multi-threaded. Locks y sincronización. Problemas comunes en programas multi-threaded: interferencia, condiciones de carrera y deadlocks. El concepto de thread-safety. El problema del manejo de estado compartido. Técnicas de programación thread-safe. Atomicidad, inmutabilidad. Locks como guardas de acceso a estado compartido. Re-entradas para eliminar condiciones de carrera. Concurrencia y orientación a objetos. Objetos compartidos concurrentemente. Confinamiento de instancias. Exclusión mutua y su implementación. Composición de clases y concurrencia. Delegación de thread-safety. Extensión de clases thread-safe.</p> <p>Concurrencia de alto nivel y políticas de concurrencia. Patrones para la sincronización de procesos concurrentes. El patrón de concurrencia Divide &amp; Conquer. Colas bloqueantes y el patrón Productor-Consumidor. Rutinas interrumpibles y bloqueantes. Work sharing y work stealing. Implementación. El concepto de monitor. Implementación de monitores y monitores anidados. Invariantes de monitores. Diseño de sistemas concurrentes vs. implementación de</p>
---

*[Handwritten signatures and initials]*

sistemas concurrentes.

La corrección y desempeño de sistemas concurrentes. Limitaciones de técnicas de análisis y verificación secuenciales en contextos concurrentes y distribuidos. Testing de sistemas concurrentes y sus dificultades. Técnicas para evitar deadlocks. Ordenamiento consistente de locks. Invocaciones "abiertas". Intentos de locking con timeouts. Uso de prioridades en threads/procesos y sus riesgos. Starvation y respuesta deficiente. Desempeño de sistemas concurrentes. Métricas usuales. Fuentes usuales de overhead relativo a la concurrencia. Técnicas para disminuir contención de procesos. Granularidad en locking. Escalabilidad y su impacto en el desempeño.

Modelos de sistemas concurrentes. Máquinas de estado. El concepto de evento. Sistemas dinámicos. Sistemas temporizados. Modelos de tiempo en sistemas concurrentes. Propiedades de sistemas concurrentes. Safety y liveness. Análisis algorítmico de propiedades de safety y liveness.

## BIBLIOGRAFÍA

- M. Ben-Ari, *Principles of Concurrent and Distributed Programming*, Prentice-Hall, 1990.  
J. Friesen, *Java Threads and the Concurrency Utilities*, Apress, 2015.  
B. Goetz et al., *Java Concurrency in Practice*, Addison-Wesley, 2006.  
C.A.R. Hoare, *Communicating Sequential Processes*, Prentice-Hall, 1985.  
J. Magee y J. Kramer, *Concurrency, State Models and Java Programming*, John Wiley & Sons, 2006.

## MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN

La materia contará con dos trabajos prácticos obligatorios, que serán evaluados por el docente de la materia y su aprobación es condición para la aprobación del curso. El plazo para la resolución de cada uno de los trabajos prácticos es de dos semanas. La materia tendrá un único examen durante el cursado, que abarcará la totalidad de los contenidos del curso desde una perspectiva tanto teórica como práctica. La aprobación de un examen final, luego del cursado de la asignatura, completa los requisitos para la aprobación del curso.

Se exige un mínimo de 80% de asistencia a las clases teórico-prácticas de la asignatura.

Este curso busca brindar, al mismo tiempo, una práctica de programación de sistemas concurrentes en un lenguaje de programación moderno (en este caso, Java), un manejo detallado de las primitivas de concurrencia del lenguaje, y formas adecuadas de implementación de mecanismos de concurrencia de más alto nivel. Se pondrá énfasis en la

aplicación de las principales técnicas de modelado e implementación de sistemas concurrentes. Las clases serán teórico-prácticas. Se fomentará el uso de herramientas de software para la asistencia en las actividades de modelado, de lenguajes de programación para la implementación de soluciones a problemas concretos, y el uso de herramientas de verificación (los lenguajes de modelado elegidos cuentan, todos ellos, con herramientas de soporte).

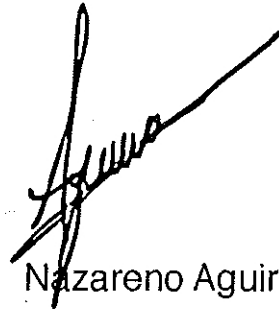
Los dos trabajos prácticos obligatorios, cuya aprobación es requisito para la aprobación del curso, tienen por objetivo lograr que los alumnos puedan aplicar la teoría aprendida en la resolución de problemas concretos a través de programas concurrentes. Se buscará que los problemas a resolver en los trabajos prácticos hagan evidentes las sutilezas de la programación concurrente, y la necesidad de contar con herramientas de modelado y análisis que los acompañen. Se intentará utilizar ejemplos y problemas interesantes de tamaño mediano, como por ejemplo la implementación de estructuras de datos concurrentes como las pilas de Treiber, en los cuales las fallas sean difíciles de reconocer, intentando estimular al alumnado.

El curso tendrá un único examen, con una recuperación. El examen será teórico-práctico, y abarcará todos los contenidos de la asignatura.

M

Pa.  
df

15



Nazareno Aguirre