



EXP-UNC 0006227/2019

### 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 5°, 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 por la Resolución CD N° 446/2018 se aprobó la nómina de cursos de posgrado para el primer cuatrimestre del año 2019;

Que el Consejo de Posgrado ha evaluado y aceptado nuevas propuestas de cursos de posgrado para el mismo período;

**Por ello,**

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1°:** Aprobar para el Doctorado en Física el siguiente curso de posgrado con el número de créditos consignado.

Curso de Posgrado	Número de créditos
Introducción al radar meteorológico	3 créditos

**ARTÍCULO 2°:** 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
Procesamiento del lenguaje natural	3 créditos
Teoría de conjuntos	3 créditos

*df*



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 0006227/2019

ARTÍCULO 3º: Establecer como objetivos, contenidos, programas, bibliografía, modalidades de evaluación y otras especificaciones de los cursos de posgrado aprobados, los provistos en el Anexo que forma parte de la presente.

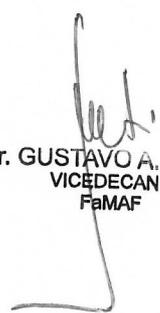
ARTÍCULO 4º: Notifíquese, publíquese y archívese.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA, FÍSICA Y COMPUTACIÓN A ONCE DÍAS DEL MES DE MARZO DE DOS MIL DIECINUEVE.

**RESOLUCIÓN CD N° 38/2019**

df

  
Dra. SILVIA PATRICIA SILVETTI  
SECRETARIA GENERAL  
FaMAF

  
Dr. GUSTAVO A. MONTI  
VICEDECANO  
FaMAF



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 0006227/2019

# Anexo

↓  
↑  
H



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 0006227/2019

<b>TÍTULO:</b> Introducción al radar meteorológico		
<b>AÑO:</b> 2019	<b>CUATRIMESTRE:</b> primero	<b>N° DE CRÉDITOS:</b> 3
<b>CARGA HORARIA:</b> 80 horas de teoría y 40 horas de práctica.		
<b>CARRERA/S:</b> Doctorado en Física		

### FUNDAMENTOS

El radar meteorológico se ha convertido en una herramienta indispensable para el diagnóstico y el pronóstico meteorológico y para el estudio de la dinámica interna de celdas de tormenta en su diversidad de clases, de los procesos que desencadenan tormentas de polvo, de erupciones volcánicas, para la detección y seguimiento de migraciones de aves e insectos, para la detección y seguimiento de tornados, cortantes de viento y microbursts (consistentes en la caída de grandes masas de aire que adquieren una mayor densidad por enfriamiento radiativo). Como tal, el estudio de los principios físicos que rigen el funcionamiento de un radar meteorológico constituye un área básica del conocimiento que un profesional debe adquirir en su ciclo formativo de posgrado en un nivel de especialización. Este es el fin que se propone alcanzar a través del dictado de la materia "Introducción al Radar Meteorológico". Entre los objetivos de esta materia se propone que los alumnos que participen de ella adquieran conocimientos teóricos y prácticos sobre: propagación de ondas electromagnéticas, interacción entre la señal de radar y su ambiente, análisis estadístico de señales meteorológicas y espectro Doppler de señales meteorológicas.

### OBJETIVOS

Reconocer la naturaleza electromagnética del eco de radar.  
Asociar los cambios de las propiedades de las microondas de radar con los atributos de la precipitación con la que interactúan.  
Aplicar el efecto Doppler para inferir la dinámica interna de una tormenta.  
Aplicar la diversidad de polarización de las microondas de radar para reconocer la presencia de agua o de granizo en una tormenta.  
Aplicar las propiedades de los ecos de radar para realizar mediciones de precipitación.

### PROGRAMA

#### Unidad 1: Ondas Electromagnéticas y Propagación

Ondas  
Trayecto de Propagación  
Índice Refractivo del Aire  
Refractividad N  
Atmósfera Estratificada Esféricamente

#### Unidad 2: El Radar y su Entorno

El Radar Doppler (Aspectos de la Transmisión)  
El Haz Electromagnético  
Ganancia de Antena  
Sección Eficaz de Scattering  
Atenuación

Handwritten marks: a downward arrow and a signature-like mark.



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAFA  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 0006227/2019

El Radar Doppler (Aspectos de la Recepción)  
Ecuación del Radar  
El Receptor Incoherente  
El Receptor Coherente (Componentes en Fase y en Cuadratura)  
Ambigüedades

**Unidad 3: Señales de Ecos Meteorológicos**

Muestras de Señales Meteorológicas  
Muestras de Potencia  
Estadística de Señales  
Ecuación del Radar Meteorológico  
Factores de Reflectividad

**Unidad 4: Espectro Doppler de Señales Meteorológicas**

Análisis Espectral de Señales Meteorológicas  
Transformada Discreta de Fourier  
Convolución y Correlación  
Espectro de Potencia de Secuencias Aleatorias  
Sesgo, Varianza y Efecto Ventana  
Estimaciones Espectrales  
Varianza del Periodograma  
Espectro de Señales Meteorológicas, Reflectividad y Campos de Velocidad Radial  
Espectro de Potencia para Cortante de Viento y Reflectividad Uniformes  
Contribuciones de Mecanismos Meteorológicos Independientes al Espectro de Potencia  
Distribución de Probabilidad de Velocidades Turbulentas al Espectro de Potencia  
Ancho del Espectro de Velocidades

**Unidad 5: Mediciones de la Precipitación**

Distribuciones de Tamaños de Gotas  
Distribuciones de Gotas de Nubes  
Distribuciones de Tamaños de Gotas  
Distribuciones de Tamaños de Granizos  
Velocidades Terminales  
Intensidad de Precipitación, Reflectividad y Contenido de Agua (Líquida)  
Contenido de Agua (Líquida)  
Factor de Reflectividad Z  
Intensidad de Precipitación  
Mediciones Monoparamétricas de la Precipitación  
Método del Factor de Reflectividad  
Relaciones R, Z para la lluvia  
La Integral Area-Tiempo  
Relaciones R, Z para Nieve y Granizo  
Signaturas de Granizos en el Campo de Reflectividad  
Método de Atenuación  
Método de la Fase Diferencial

Handwritten signature

df



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 0006227/2019

Mediciones Multiparamétricas de la Precipitación

Longitud de Onda Dual

Diversidad de Polarizaciones

Matriz de Backscattering

Matriz de Covarianza de Backscattering y Productos Polarimétricos

Efectos de Propagación

Matriz de Coeficientes de Backscattering y Reflectividades para Esferoides

Achatados

Aplicación de la Polarización Dual

Estimación de Intensidad de Precipitación

Distinción entre Hidrometeoros de Hielo y Agua – Uso de Factores de Reflectividad

Distinción entre Hidrometeoros de Hielo y Agua – Uso de Reflectividad y Diferencia de Fase Específica

Use del Coeficiente de Correlación

Uso de la Tasa de Despolarización Lineal

Mediciones Combinadas

Pluviómetro y Radar

Distribuciones de Hidrometeoros a partir del Espectro Doppler

**PRÁCTICAS**

Resolución de problemas de aplicación organizados en guías temáticas de problemas de aplicación. Visita a la sala de operaciones y a la casilla en la torre del radar meteorológico RMA1 del Sistema Nacional de Radares.

**BIBLIOGRAFÍA**

Doppler Radar and Weather Observations

Doviak and Zriñ. second Edition

Dover Books. 2006.

"Radar for Meteorologists". Fifth edition.

Ronald E. Rinehart. 2004

**MODALIDAD DE EVALUACIÓN**

Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas o de laboratorio. Aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis) y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete) para lograr la regularidad en el curso.

Aprobar el examen final escrito y oral.

**REQUERIMIENTOS PARA EL CURSADO**

Electromagnetismo, física de nubes, probabilidad y estadística

df



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 0006227/2019

<b>TÍTULO:</b> Procesamiento del lenguaje natural		
<b>AÑO:</b> 2019	<b>CUATRIMESTRE:</b> primero	<b>N° DE CRÉDITOS:</b> 3
<b>CARGA HORARIA:</b> 60 horas de teoría y 60 horas de práctica.		
<b>CARRERA/S:</b> Doctorado en Ciencias de la Computación		

### FUNDAMENTOS

El Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) estudia el uso de algoritmos y estructuras de datos para el procesamiento automático del lenguaje humano. Es una rama de las Ciencias de la Computación, la Inteligencia Artificial y la Lingüística Computacional, que sirve tanto para el desarrollo de aplicaciones prácticas que utilicen tecnología basada en lenguaje humano, como para el estudio de los problemas fundamentales de la lingüística teórica y las ciencias cognitivas.

En este curso daremos una introducción a las principales tareas que componen el PLN, y los diferentes enfoques computacionales para encararlas. Haremos énfasis especialmente en el trabajo basado en corpus y en el uso de algoritmos de aprendizaje automático (Machine Learning). Repasaremos métodos clásicos de aprendizaje automático así como también enfoques modernos basados en redes neuronales profundas.

### OBJETIVOS

El objetivo del curso es dar a las y los estudiantes un conocimiento general del campo de PLN. Serán capaces de identificar y comprender problemas concretos de PLN, y proponer soluciones para ellos.

### PROGRAMA

#### Unidad 1: Procesamiento básico de texto

Expresiones regulares, tokenización, segmentación, normalización, lematización y stemming.

#### Unidad 2: Modelado de lenguaje

N-gramas, suavizado add-one y por interpolación, back-off. Evaluación con métricas de teoría de la información (entropía y perplejidad). Aplicaciones: Generación de lenguaje y atribución de autoría.

#### Unidad 3: Etiquetado de secuencias

Etiquetado morfosintáctico (PoS tagging) y Reconocimiento de Entidades Nombradas (NER). Aprendizaje supervisado. Clasificadores: árboles de decisión, regresiones logísticas y SVMs. Modelos Ocultos de Markov (HMMs), de Máxima Entropía (MEMMs) y Conditional Random Fields (CRFs). Algoritmo de Viterbi y beam search. Ingeniería de features, evaluación y análisis de error.

#### Unidad 4: Representación de palabras y modelos neuronales

Representación vectorial de palabras (word embeddings): word2vec, fasttext y GloVe. Aprendizaje y evaluación. Representación de oraciones y documentos. Modelos de lenguaje neuronales: ULMFiT, OpenAI, ELMo, BERT.

Handwritten marks and initials on the left margin, including a large checkmark and the initials 'df' at the bottom.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 0006227/2019

### Unidad 5: Temas complementarios

Análisis de sentimiento (sentiment analysis), análisis sintáctico (parsing), extracción de información (information extraction), traducción automática (machine translation), recuperación de información (information retrieval) y búsqueda de respuestas (question answering).

### PRÁCTICAS

Se realizarán cuatro Trabajos Prácticos (TPs). Los primeros tres serán realizados en torno a tres temas principales (modelado de lenguaje, etiquetado de secuencias y representaciones de palabras). En cada uno de ellos se implementarán sistemas completos, y se realizarán experimentos que permitan evaluar y comparar los diferentes modelos. Los TPs serán guiados a través de ejercicios con objetivos claros y medibles.

La evaluación será realizada a través de una entrega de código fuente y de un informe de resultados. Además de la resolución de los ejercicios, se evaluarán aspectos cualitativos como el uso de buenas prácticas de programación (versionado, testing, coding style, documentación, etc.).

El cuarto y último TP será de tema libre y tratará sobre el estudio y la replicación de resultados obtenidos en publicaciones científicas de conferencias o revistas del área. La evaluación será a través de la entrega de un informe y de una defensa oral.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BÁSICA

- [1] Daniel Jurafsky and James H. Martin. Speech and Language Processing, 2nd Edition . Prentice Hall, 2nd edition, May 2008.
- [2] Christopher D. Manning and Hinrich Schtze. Foundations of statistical natural language processing. Hardcover, June 1999.
- [3] Bird, S., Klein, E., and Loper, E. (2009). Natural Language Processing with Python. O'Reilly Media, 1 edition.
- [4] Pedregosa, F., G. Varoquaux, A. Gramfort, V. Michel, B. Thirion, O. Grisel, M. Blondel, P. Prettenhofer, R. Weiss, V. Dubourg, J. Vanderplas, A. Passos, D. Cournapeau, M. Brucher, M. Perrot, and E. Duchesnay. 2011. Scikit-learn: Machine learning in Python. Journal of Machine Learning Research, 12:2825– 2830.

#### COMPLEMENTARIA

Proceedings de las conferencias más importantes relacionadas con el PLN:

- Association of Computational Linguistics (ACL)
- North American Chapter of the ACL (NAACL)
- European Chapter of the ACL (EACL)
- COLING (International Committee of Computational Linguistics)
- EMNLP (Empirical Methods in Natural Language Processing)



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 0006227/2019

**MODALIDAD DE EVALUACIÓN**

Para la regularización del curso, deben aprobarse los primeros tres TPs. Para la aprobación, deben aprobarse todos los TPs, y se debe realizar una defensa oral del cuarto TP.

**REQUERIMIENTOS PARA EL CURSADO**

Se requieren conocimientos previos de Algoritmos y Estructuras de Datos, y de Probabilidad y Estadística.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 0006227/2019

<b>TÍTULO:</b> Teoría de Conjuntos		
<b>AÑO:</b> 2019	<b>CUATRIMESTRE:</b> primero	<b>N° DE CRÉDITOS:</b> 3
<b>CARGA HORARIA:</b> 60 horas de teoría y 60 horas de práctica.		
<b>CARRERA/S:</b> Doctorado en Ciencias de la Computación		

### FUNDAMENTOS

La Teoría de Conjuntos (TC) tiene un doble rol en la matemática: es a la vez su fundamento y dentro de ella es un área de investigación vigente.

En su primera faceta, surgió de entre varios enfoques alternativos (teoría de tipos y el intuicionismo) como respuesta a las contradicciones internas (antinomias) que sacudieron las bases de la matemática a principios del siglo XX. Con el tiempo se estableció como la opción que más se ajustaba a la práctica matemática usual, cristalizándose en la Teoría Axiomática de Conjuntos que tiene como base a los axiomas de de Zermelo y Fraenkel con Elección (ZF + C = ZFC).

Ésta es un área de vacancia en nuestro país pero sin embargo atrae mucho interés entre los alumnos. En modo más importante, resulta esencial para la formación integral en Matemática conocer el desarrollo de sus nociones en el ámbito de ZFC, y en el caso de la tarea de investigación, conocer dónde pueden surgir problemas donde las hipótesis conjuntistas tengan alguna relevancia.

### OBJETIVOS

El objetivo de este curso es presentar la axiomática ZFC, con bastante énfasis en la resolución de problemas de manera que los alumnos adquieran destreza en los temas básicos del área, a la vez que se expongan a resultados más avanzados, como a algunas nociones de cardinales grandes y al Axioma de Martin, preliminar para la técnica de forcing.

### PROGRAMA

#### Unidad 1: Teoría de conjuntos básica

Presentación axiomática de la Teoría de Conjuntos. Teoría de Zermelo-Fraenkel. Axioma de Elección (AC). Representación de construcciones matemáticas usando conjuntos. La categoría de los conjuntos parcialmente ordenados (posets). Ordinales y cardinales. Aritmética cardinal. Cofinalidad. Teorema de König. Equivalencias de AC: Teorema del buen orden y Lema de Zorn.

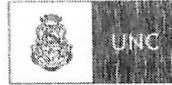
Relaciones bien fundadas. Inducción generalizada. Construcciones recursivas sobre conjuntos bien fundados. La jerarquía acumulativa de conjuntos.

#### Unidad 2: Cardinales característicos del continuo y el Axioma de Martin (MA).

Dominancia de sucesiones enteras. Cardinal de familias no acotadas. Familias casi disjuntas maximales. Cardinales característicos  $\alpha$  y  $\mathfrak{b}$ . Teorema de Solomon  $\alpha \geq \mathfrak{b}$ .

Anticadenas y conjuntos densos en posets. Condición de cadenas contables (ccc). Filtros, Filtros genéricos. Axioma de Martin (MA). Aplicaciones de MA a los cardinales característicos.

df



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 0006227/2019

### Unidad 3: Cardinales grandes

Subconjuntos cerrados y no acotados (club) de ordinales. Cardinales inaccesibles y de Mahlo. Cardinales medibles. Cardinales medibles a valores reales. Ultrafiltros, u.filtros  $\sigma$ -completos. Ultraproductos.

### Unidad 4: Modelos de la Teoría de Conjuntos

Repaso de las nociones de modelo de primer orden y satisfacción. Relativización. Fallas de absolutez en modelos no transitivos. Absolutez de par, unión y sucesor. Lemas de validez de axiomas en clases Estudio de los axiomas de ZFC que valen en los distintos conjuntos  $V(\alpha)$ .

### PRÁCTICAS

Resolución de ejercicios presentados con el apunte de la materia y durante la clase. Habrá horarios de consulta disponibles para evacuar dudas.

### BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía Básica:

- [1] R. C. IGNOLI, "Teoría axiomática de conjuntos: Una introducción", Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (2016).
- [2] F. Drake, "Set Theory: An Introduction to Large Cardinals", North-Holland Publishing Company (1974).
- [3] T. Jech, "Set Theory", Springer-Verlag (2006) edición del milenio (3ra).
- [4] W. Just, M. Weese, "Discovering Modern Set Theory. I", Grad. Studies in Mathematics 8, American Mathematical Society (1996).
- [5] W. Just, M. Weese, "Discovering Modern Set Theory. II", Grad. Studies in Mathematics 18, American Mathematical Society (1997).
- [6] K. Kunen, "Set Theory", College Publications (2011).
- [7] J. Palumbo, Forcing and independence in set theory, Webpage (2009). UCLA Logic Center Summer School for Undergraduates.

Bibliografía complementaria:

- [1] A.A. Fraenkel, "Abstract Set Theory", North-Holland, Amsterdam (1961), segunda edición.
- [2] P. Halmos, "Naive Set Theory", Springer (1960).
- [3] A. Kanamori, "The Higher Infinite: Large Cardinals in Set Theory from Their Beginnings", Springer Berlin Heidelberg (2008).

df



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 0006227/2019

[4] K. Kunen, "Set theory: An Introduction to Independence Proofs", Elsevier Science, Amsterdam, Lausanne, New York (1980).

[5] Y. Moschovakis, "Notes on Set Theory", Springer-Verlag (1994).

[6] I. Neeman, Topics in set theory, forcing, Webpage (2011). Course lecture notes  
<http://www.math.ucla.edu/~ineeman/223s.1.11s/223s-spring11-lecture-notes-6-5.pdf>.

#### MODALIDAD DE EVALUACIÓN

##### CONDICIONES PARA OBTENER LA REGULARIDAD

Regularidad: Se requiere un 80% de asistencia a las clases teóricas.

##### CONDICIONES PARA APROBAR

Los alumnos deberán resolver una lista de aproximadamente diez ejercicios y exponer un tema en clase.

#### REQUERIMIENTOS PARA EL CURSADO

Contenidos de las materias Topología, Funciones Reales, Estructuras Algebraicas de la Licenciatura en Matemática de la FAMA F, o de Introducción a la Lógica y Lógica de la Licenciatura en Ciencias de la Computación de la FAMA F..