



NEWSLETTER NÚMERO 5 – Año 2025

1. EXPERIENCIAS DE EGRESADOS DE LA CARRERA

La Dra. María Graciela Molina egresó de nuestra carrera en 2018 defendiendo su tesis titulada *Modelo de Detección Automática para Ecos de Radar*, bajo la dirección del Dr. Miguel A. Cabrera.

Graciela es actualmente profesora asociada del Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) en las cátedras de Métodos Numéricos I, Métodos Numéricos II e Introducción a la Ciencia de Datos.

Lidera el Laboratorio de Computación Científica del DCC y en particular el grupo *Tucuman Space Weather Center* grupo dedicado al estudio de ‘Space Weather’ o Meteorología del Espacio (ME), de nuevas técnicas como inteligencia artificial y a la formación de recursos humanos (hay cuatro doctorandos de este laboratorio en curso en nuestra carrera).

Integra la comisión académica de las carreras de Programador Universitario y Licenciatura en Informática y ha sido directora de la carrera Ingeniería en Informática de la FACET.

Respecto de su trabajo científico, la Dra. Molina es Investigadora Adjunta del CONICET e investigadora asociada del Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) en Italia. Además, es presidenta de la Asociación Latinoamericana de Geofísica Espacial (ALAGE) desde 2024 y ha sido nombrada colíder del área *External impacts and internal dynamics of the Earth atmosphere* del programa COURSE-SCOSTEP (<https://scostep.org/scostep-course/>). Lidera también el grupo ‘Capacity Building, Training, and Education’ del programa geoespacial antártico AGATA-SCAR (<https://scar.org/science/research-programmes/agata>).



Reunión del comité para el desarrollo del programa COURSE-SCOSTEP
en ISEE, Nagoya, Japón, 18-21 de junio, 2024



DOCTORADO EN CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



- ¿Considerás que el Doctorado te brindó lo que necesitabas (en cuanto a contenido y título) para la elección que planificaste? ¿Cómo influyó el Doctorado en tu actual trabajo?

La carrera me brindó las bases para el desarrollo de mi trabajo de doctorado; en particular, porque fui la primera Licenciada en Informática en inscribirse, lo que requería de una formación que típicamente no se daba. Además de la estructura y los cursos, muchos investigadores me ayudaron brindándome consejos y contactos para desarrollarme. A partir de mi experiencia, pudimos presentar nuevos tesisistas que continuaron mi línea de investigación. En este momento hay una tesis lista para ser defendida (Lic. Jorge Namour) y tres más en curso.

El Mg. Ticiano Torres Peralta desarrolla su tesis en el área de *big data* aplicada a la detección de astropartículas mientras que la Lic. Noelia Argüelles desarrolla su trabajo en el área del modelado Bayesiano para pronóstico de la alta atmósfera terrestre, y el Lic. Atuel Villegas trabaja en inteligencia artificial aplicada también al pronóstico.

Particularmente, Noelia y Atuel, en el marco de sus doctorados, este mes participaron en Roma de dos importantes eventos, el *Beacon Satellite Symposium 2025* y el *Workshop on the Use of GNSS Data for Ionospheric Monitoring and Modelling*, para los cuales fueron becados. Ambos presentaron los primeros resultados obtenidos durante el desarrollo de sus doctorados.

2. LABORATORIOS Y ÁREAS DE INVESTIGACIÓN EN LA CARRERA

Laboratorio de Física del Sólido (LAFISO)

Block II, 4° piso, FACET

Materiales, luz y mecánica: explorando nuevas fronteras en óxidos semiconductores

El Laboratorio de Física del Sólido (LAFISO, <https://www.facet.unt.edu.ar/lafiso/>) está constituido por docentes-investigadores, becarios posdoctorales, estudiantes de doctorado y de grado y ayudantes estudiantiles. Está situado en el Dpto. de Física de la FACET-UNT e integrado al Instituto de Física del NOA (INFINOA, CONICET-UNT). Está orientado al estudio experimental de materiales funcionales basados en óxidos semiconductores, con especial interés en sus propiedades electrónicas, ópticas y estructurales, y en cómo estas pueden ser controladas mediante campos externos, luz, temperatura y deformaciones mecánicas.

Una parte central de la actividad es la formación de estudiantes de posgrado en temas que combinan física del estado sólido, síntesis de materiales y caracterización avanzada. La mayor parte de las muestras en películas delgadas se obtienen en este laboratorio mediante ablación láser pulsada (PLD), y cuenta además con equipamiento para micro/nanofabricación, óptica, criogenia y mediciones en campo magnético.

Un ejemplo reciente del camino formativo que se ofrece es la labor del Dr. Martín Rodrigo Tolosa, egresado del Doctorado en Ciencias Exactas e Ingeniería y actualmente joven investigador con beca de posdoctorado, quien lideró un trabajo en el que se exploró cómo la flexión mecánica de películas delgadas de ZnO modifica sus propiedades fotoconductoras y fotoluminiscentes. Este estudio mostró que al curvar el material se induce una polarización eléctrica interna que cambia el ancho de banda efectivo, permitiendo controlar la respuesta del





material a la luz. Más allá del resultado científico —publicado en la revista internacional *ACS Applied Electronic Materials* <https://doi.org/10.1021/acsaelm.5c00100> —, este trabajo refleja lo que LAFISO propone: que cada estudiante pueda diseñar, construir, medir, interpretar y comunicar ciencia. LAFISO es un espacio de acompañamiento, discusión, crecimiento, camaradería y creatividad. Los proyectos se desarrollan en colaboración con grupos de la Argentina y del exterior, recibiendo a estudiantes curiosos, con ganas de aprender y disposición para desarrollar investigación en equipo.

Si te interesa conocer sus líneas de trabajo o explorar la posibilidad de realizar una tesis de doctorado, comunicate por mail con:

Dr. Manuel Villafuerte: mvillafuerte@herrera.unt.edu.ar

Dr. Germán Bridoux: gbridoux@herrera.unt.edu

3. RESUMEN DE LAS TESIS QUE SERÁN DEFENDIDAS DURANTE EL MES DE DICIEMBRE

Tesista: Lic. Jorge H. Namour

Directora: Dra. María Graciela Molina

Tema: Modelo de predicción para meteorología del espacio usando técnicas de programación científica.

Resumen: La presente tesis constituye un aporte relevante al campo de la meteorología del espacio (ME) o ‘Space Weather’ en general y en el estudio de la ionosfera en particular, mediante el desarrollo y aplicación de técnicas modernas de computación científica y aprendizaje automático. La investigación se centra en el pronóstico de las condiciones de la ionosfera en condiciones calmas y perturbadas usando principalmente algoritmos de aprendizaje profundo. La ME se centra en el estudio del sistema Sol-Tierra, sus efectos sobre sistemas tecnológicos (como ‘Global Navigation Satellite Systems’ —GNSS—, vehículos espaciales, telecomunicaciones, redes eléctricas, entre otros) y sobre la salud humana en el espacio, y que por sobre todo busca pronosticar posibles efectos nocivos para ejecutar maneras de mitigarlos.

Esta tesis se estructura en torno al modelado ‘end-to-end’ usando Ciencia de Datos como una metodología robusta para realizar el pronóstico y para transicionar la investigación científica realizada hacia una instancia operacional. Para esto, se hace foco en el desarrollo de un ‘pipeline’ de datos y de procesamiento utilizando múltiples fuentes de datos, siguiendo por etapas de preprocesamiento hasta el modelado usando diferentes técnicas de aprendizaje profundo. No solo se investigaron diferentes técnicas de inteligencia artificial (IA) (en particular redes neuronales multicapas), sino que se implementan estrategias específicas para aplicaciones en tiempo real. Atendiendo a diferentes alcances en el pronóstico, se proponen modelos y sus implementaciones para el pronóstico tanto global (para múltiples regiones geográficas y bajo diferentes condiciones) como local para Tucumán (estación ionosférica de baja latitud).

Palabras clave: *space weather*, aprendizaje automático, redes neuronales artificiales, aprendizaje profundo, predicción a corto plazo, ionosfera, contenido total electrónico.





DOCTORADO EN CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



Tesista: Ing. Cristian A. Figueroa

Director: Dr. Manuel Villafuerte

Co-director: Germán Bridoux

Tema: Estudio de Propiedades fotosensibles y fotoemisoras en Heteroestructuras basadas en ZnO

Resumen: Esta tesis se centra en el estudio del óxido de zinc (ZnO), un material semiconductor del grupo II-VI con propiedades ópticas y eléctricas destacadas, y su aplicación en dispositivos fotosensibles y fotoemisores. Se investigan las propiedades estructurales, electrónicas, fotoconductoras y magnetoresistivas de películas delgadas y nanoestructuras de ZnO, así como heteroestructuras con óxido de magnesio (MgO), con el fin de evaluar su viabilidad en aplicaciones tecnológicas avanzadas tales como sensores, transistores y dispositivos optoelectrónicos. La metodología empleada consistió en el crecimiento de películas delgadas mediante ablación láser pulsada (PLD), caracterización estructural por difracción de rayos X, análisis morfológico, y estudios de transporte eléctrico, magnetoresistencia y fotoconductividad. Se fabricó y analizó experimentalmente un Transistor de Efecto de Campo (FET) con bicapa ZnO/MgO y se estudió el efecto Franz-Keldysh en la modificación del borde de absorción en películas delgadas. Además, se estudió el efecto de anisotropía de la localización débil en nanocintas 2D a través de las mediciones de magnetoresistencia a bajas temperaturas. Los resultados pueden describirse satisfactoriamente a través del modelo de Altshuler-Aronov y el modelo de dos bandas. Los resultados evidencian que el espesor de las películas y las condiciones de crecimiento influyen significativamente en las propiedades fotoconductoras del ZnO.



Palabras clave: nanocinta ZnO, películas delgadas, FET, localización débil, anisotropía magnética, modelo de dos bandas.

4. DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

Estudio de 100 años de lluvia en Tucumán

El trabajo liderado por el Dr. Franco D. Medina, recientemente publicado en la revista Meteorologica (<https://revistas.unlp.edu.ar/meteorologica/article/view/17301/19463>), analiza los factores que explican la intensidad de las lluvias extremas en San Miguel de Tucumán durante el último siglo, permitiendo comprender la variabilidad climática regional y sus posibles aplicaciones en gestión del riesgo y predicción de eventos extremos.

A partir de registros diarios de precipitación de más de 100 años de duración, el estudio revela que la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) —un ciclo climático de largo plazo en el océano Pacífico— influye fuertemente sobre las lluvias intensas en nuestra región. El Dr. Medina encontró que durante las fases frías (negativas) de la PDO, las tormentas estivales son más frecuentes e intensas, mientras que durante las fases cálidas (positivas) tienden a debilitarse. Este



DOCTORADO EN CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



comportamiento está vinculado con cambios en la circulación atmosférica y en el transporte de humedad desde el norte del continente.

El trabajo, que incluye resultados que fueron parte de su Tesis Doctoral en Ciencias Exactas e Ingeniería (FACET-UNT), combina herramientas estadísticas avanzadas con bases de datos históricas, aportando un marco de análisis de alta resolución temporal poco explorado hasta ahora. La investigación tuvo repercusión en los medios y el diario La Gaceta publicó una nota titulada **¿Por qué llueve tanto? Un tucumano rastreó 100 años de tormentas y encontró la clave en el Pacífico** (<https://www.lagaceta.com.ar/nota/1079719/sociedad/por-llueve-tanto-tucumano-rastreo-100-anos-tormentas-encontro-clave-pacifico.html>), destacando "Por primera vez, un estudio realizado en Tucumán se sumergió en más de un siglo de lluvias extremas para tratar de responder una pregunta clave para el NOA: ¿por qué llueve tanto algunos veranos y tan poco en otros?".

Este nuevo aporte consolida una línea de investigación en climatología regional que el Dr. Medina desarrolla en la FACET, en el Laboratorio de Ionosfera Atmósfera Neutra y Magnetosfera (LIANM), aportando conocimiento clave sobre cómo los fenómenos de gran escala en el Pacífico pueden modular las lluvias en el norte argentino.

Referencia:

Medina, F. D., Zossi, B. S., & Elias, A. G. (2025). Relaciones Rx1-ENSO y Rx1-SAM en Tucumán (Argentina): una visión centenaria. *Meteorologica*, 50, 037.
<https://doi.org/10.24215/1850468Xe037>

5. INSCRIPCIONES Y TRÁMITES

Recordamos a los interesados en inscribirse en la carrera o gestionar actas de avance de tesis y solicitud de jurado, que en nuestra página web (<https://www.facet.unt.edu.ar/posgrado/doctorado-en-ciencias-exactas-e-ingenieria/>) pueden encontrar información sobre los procedimientos para la gestión de trámites y documentación.

Ante cualquier duda pueden enviar un *e-mail* a alguno de los miembros de la Comisión Académica de la Carrera:

Dr. Adolfo M. Ávila: aavila@herrera.unt.edu.ar

Dra. Ana G. Elias: aelias@herrera.unt.edu.ar

Dr. Mariano Fagre: mfagre@herrera.unt.edu.ar

Dr. Fernando D. Mele: fmele@herrera.unt.edu.ar

Dra. Sonia Vrech: svrech@herrera.unt.edu.ar