

# Ciclo de Entrevistas a Investigadores e Investigadoras Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales TOMO I



Facultad de Ciencias Físico  
Matemáticas y Naturales

Ciclo de Entrevistas a  
Investigadores e Investigadoras  
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales  
TOMO I

**Universidad Nacional de San Luis**

Rector: CPN Víctor A. Moriñigo

Vicerrector: Mg. Héctor Flores

**Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales**

Decana: Dra. Marcela Printista

Vicedecano: Ing. Alfredo Debattista

**Nueva Editorial Universitaria**

Avda. Ejército de los Andes 950

Tel. (+54) 0266-4424027 Int. 5197

[www.neu.unsl.edu.ar](http://www.neu.unsl.edu.ar)

E mail: [unslneu@gmail.com](mailto:unslneu@gmail.com)

---

**Producción:**

Esp. Francisco Vidal Sierra.

Prensa FCFMyN

**Idea:**

Dra. Verónica Gil Costa.

Secretaria de Ciencia y Técnica de la FCFMyN

---

Prohibida la reproducción total o parcial de este material sin permiso expreso de NEU



RED DE EDITORIALES  
DE UNIVERSIDADES  
NACIONALES



neu  
nueva editorial universitaria



Universidad  
Nacional de  
San Luis



Facultad de Ciencias Físico  
Matemáticas y Naturales

Ciclo de Entrevistas a  
Investigadores e Investigadoras  
Facultad de Ciencias Físico  
Matemáticas y Naturales  
TOMO I



Universidad  
Nacional  
de San Luis

Ciclo de entrevistas a Investigadores e Investigadoras  
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales  
Tomo I / Marcela Printista - 1a ed. - San Luis: Nueva  
Editorial Universitaria - UNSL, 2022. Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-987-733-337-4

1. Proyectos de Investigación. I. Título.  
CDD 507.2

## **Nueva Editorial Universitaria**

### **Dirección:**

Lic. Jaquelina Nanclares

### **Director Administrativo:**

Tec. Omar Quinteros

### **Administración:**

Esp. Daniel Becerra

### **Dpto de Imprenta:**

Sr. Sandro Gil

### **Dpto. de Diseño:**

Tec. Enrique Silvage

DG Nora Aguirre

---

ISBN 978-987-733-337-4

© 2022 Nueva Editorial Universitaria

Avda. Ejército de los Andes 950 - 5700 San Luis

# Prólogo

La Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales (FCFMyN) fue creada el 31 de mayo de 1976, sobre la base de los existentes departamentos de Matemática, Física y la especialidad de Geología-Minería del ex Departamento de Ciencias Naturales. Desde entonces, ha ampliado sus áreas y departamentos incluyendo Informática y Electrónica. La FCFMyN fomenta activamente la articulación de la docencia con la investigación y la extensión, con una temprana inclusión de estudiantes de grado y posgrado en dichas actividades, como así también la incorporación de jóvenes investigadores. La facultad actualmente cuenta con 41 proyectos de investigación formalizados en el ámbito de la UNSL, de los cuales 10 son promocionados, es decir que son grupos de reciente formación, típicamente dirigidos por jóvenes investigadores. Los 31 restantes son proyectos consolidados, con una trayectoria en el ámbito de la investigación. Una característica distintiva de la facultad, es su contribución de capital humano dedicado a I+D, realizando actividades de investigación que son tanto de conocimiento teórico como de aplicación práctica y de una amplia variedad disciplinar.

El propósito de este libro está encaminado a la difusión de las principales actividades científicas realizadas en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, abordando los antecedentes y capacidades acumuladas, el estado presente de las mismas y los próximos desafíos que tendrán que enfrentar cada uno de nuestros Proyectos de Investigación en sus áreas pertinentes y con la necesaria profundización de la interdisciplinaridad e internacionalización de sus abordajes.

Este primer volumen del libro incluye entrevistas a 20 directores y directoras de proyectos de investigación, en las que cuentan sus experiencias, dificultades y logros obtenidos. De las entrevistas que se presentan, se desprende la notable capacidad de trabajo en equipo, la vocación por la formación de recursos humanos a nivel de grado y posgrado, las activi-

dades de colaboración con grupos de investigación nacionales e internacionales, así como la participación en reconocidos programas externos. La idea principal de este libro hace foco en comunicar la capacidad de generar conocimiento a través de los avances científicos, tecnológicos y su aplicación a través de la innovación. También esperamos que el recorrido por las entrevistas de este libro, le susciten al lector preguntas y reflexiones; tanto desde el interés por conocer mayores detalles sobre las técnicas y metodologías utilizadas, junto a los principales hitos obtenidos por cada uno de los investigadores e investigadoras; como desde la atracción frente a las ideas y problemas que se abordan en cada entrevista.

Es por ello que invitamos al lector a navegar en las historias relatadas por los investigadores e investigadoras de la facultad, acompañadas por imágenes que cuentan la dedicación, el compañerismo y, en muchos casos, las aventuras que viven al hacer ciencia en Argentina, desde la Universidad Nacional de San Luis.

Para finalizar, agradecemos a todos los investigadores y las investigadoras que se tomaron el tiempo y la dedicación para responder las encuestas y a todas aquellas personas que hicieron posible el desarrollo de este libro. Esta ha sido una primera etapa, nutrida, variada y fructífera que será continuada con un segundo volumen de entrevistas y experiencias, para lo cual ya empezamos con entusiasmo a trabajar en el contenido y edición del mismo.

Equipo Editor

# Índice

Ingeniería del Software, una disciplina en constante evolución -----	9
Investigaciones de fallas activas y su contribución al desarrollo sostenible ----	15
Un abordaje multidisciplinario: Visión Artificial y Control Digital -----	23
Medios granulares: materiales compuestos por partículas sólidas rodeadas por un fluido -----	28
Soluciones a problemas concretos Ecuaciones diferenciales -----	36
En búsqueda de recursos alternativos para contribuir a una actividad minera sostenible-----	42
El LIDIC de la UNSL es uno de los laboratorios pioneros en el área de IA ----	49
Las campañas de exploración son clave para encontrar más fósiles en la provincia de San Luis -----	57
Los sistemas embebidos en aplicaciones científicas -----	64
La simulación, entre la teoría tradicional y el experimento -----	69
Utilización de desechos plásticos en el concreto asfáltico -----	77
Teoría de Juego y estudio de la matemática a través de proyectos -----	81
Las prácticas pedagógicas deben transformarse al ser mediadas por tecnología -----	84
Caracterización de materiales mediante sonda de electrones -----	90
Estudio axiomático de la asignación de recursos -----	99
Analizamos la evolución geológica de la región centro oeste de Argentina que abarca 500 millones de años -----	106



El arsénico en aguas de consumo humano -----	110
Estudio de propiedades magnéticas de materiales mesoscópicos -----	117
Metalogénesis de la provincia de San Luis -----	124
Desarrollo e implementación de redes de sensores inalámbricos -----	131



## Ingeniería del Software, una disciplina en constante evolución

Dr. Daniel Riesco, director del Proyecto de Investigación “Ingeniería de Software: Estrategias de Desarrollo, Mantenimiento y Migración de Sistemas en la Nube” del Departamento de Informática, FCFMyN.

### ¿Cuál es el área de investigación de su Proyecto y cómo la describe?

El área es la ingeniería de Software, el desarrollo de conocimiento científico aplicado a procesos, herramientas y técnicas para construir sistemas informáticos.

### ¿Cuáles fueron los inicios de la Ingeniería de Software en la Facultad? ¿En qué año fue?

Fue en el año 1995 con los profesores Roberto Uzal y Germán Montejano. Yo estaba viviendo en España, había viajado en 1989 a hacer un posgrado y me quedé trabajando en Telefónica I+D en Madrid, hasta que tomamos la decisión con mi familia de volver al país. Decidimos instalarnos en San Luis porque se abrió la posibilidad de participar en un concurso docente en la UNSL.



### **El desarrollo del área de investigación y, en especial, en la formación de recursos humanos de su grupo de investigación, ¿Recibió impulso/apoyo externo o internacional?**

Influyeron fuertemente el apoyo del Instituto Internacional de Tecnología de Software de la Universidad de las Naciones Unidas, que nos permitió que su director viajara durante muchos años a la UNSL para el dictado de cursos de posgrado y la dirección de tesis, así como también la posibilidad de que 8 becarios viajaran al instituto que estaba en Macao en distintos años.

Y por otro lado haber integrado la Red LERnet (Language Engineering and Rigorous Software Development) del Programa ALFA. EUROPEAN COMMISSION. EuropeAid, con la participación de las universidades Latinoamericanas como las Universidades de Uruguay, Bolivia, Argentina, Brasil, Colombia, y de la Unión Europea como las Universidades de Portugal, Netherlands, España, Suiza y Institut National de Recherche en Informatique et Automatique, INRIA de Francia, permitiendo la participación de 9 Becarios de la UNSL hacia la Unión Europea.

También desde el 2012 hasta la actualidad, a través de programas como el CAPG-BA y el CAFP entre los gobiernos de Argentina y Brasil, para el intercambio de becarios con la UFMG (Brasil) y la UNSL. En particular con esos programas nos permitió que entre 2 a 4 becarios viajaran a Brasil para hacer sus tesis de posgrado en la UFMG. Estos becarios fueron docentes de distintas universidades como la UNJu, UNLaR, UNCa, UNLPam, y obviamente de la UNSL.

### **A medida que el grupo de ingeniería de software de San Luis se fue consolidando, se creó el Laboratorio de Calidad e Ingeniería de Software (LACIS) en el Departamento de Informática. ¿Nos puede comentar sus principales acciones y servicios que presta?**

Buscamos prestar servicios que no pueden ser cubiertos por empresas o profesionales locales. Por ejemplo, uno de los primeros servicios fue a la empresa Dos Anclas donde tenían un sistema para la producción cuya empresa que había provisto la maquinaria había quebrado y necesitaban mantenimiento del mismo.

A nivel internacional tuvimos una tesis de Maestría que sirvió como base para el desarrollo de una herramienta de la empresa Italiana “Esteco”. Actualmente seguimos trabajando con esta empresa y desarrollando un concepto de modelado de sistemas aplicada a la industria automotriz desde la ingeniería de software, que es una tesis doctoral en nuestra carrera de Doctorado en Ingeniería Informática del Departamento de Informática.

Como un mix entre el LACIS y los posgrados, tenemos 2 tesis que se aplican en el Premio Sadosky a la Calidad que impulsa la Cámara de la Industria Argentina de Software (CESSI). Se definió el modelo, como Tesis de Maestría en Calidad de Software, y un método de evaluación, como Tesis de Maestría en Ingeniería de Software, que la Cámara viene aplicando desde el año 2018 en esta categoría del premio.

**Los resultados de investigación que surgieron del área de la Ingeniería de Software ¿fueron importantes en la formación de nuevas áreas disciplinares y carreras en el Departamento de Informática?**

Fue muy importante porque a partir de allí se fueron creando carreras de posgrado. La primera fue la Maestría en Ingeniería de Software en el





año 1989 que fue categorizada “A” (ahora estamos esperando los resultados de la nueva categorización) y que fue de gran impulso para toda la región porque se dictó en convenio con la UNJu (2 cohortes), UNCa (2 cohortes), UNLaR (3 cohortes), UTN Regional San Francisco (Córdoba), y por supuesto tuvimos estudiantes de toda la región, provincias como Córdoba, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, entre otras, que viajaban a cursar.

Ante esta demanda surgió la necesidad de la creación de otras carreras como la Especialización en Ingeniería de Software, la Maestría en Calidad del Software, el Doctorado en Ingeniería Informática.

### **¿Cuáles acciones o resultados han sido los mayores hitos alcanzados por su grupo de investigación del LACIS?**

Puedo decir que fue muy importante el hecho de haber establecido contactos a nivel internacional con grupos de investigación de prestigio como la Universidad de Minho (Portugal), UFMG (Brasil), U. of Winona (EEUU), IIST/UNU (Universidad de las Naciones Unidas), UCLM (La Mancha, España), U. Politécnica (Madrid), U. Vigo (España), y otras.

También se destaca ser referencia desde hace muchos años a nivel nacional en el área de ingeniería de Software.

### **La Facultad firmó un convenio con la DOSPU para el desarrollo de su sistema informático y hasta donde sabemos, el equipo surge del Departamento de Informática y es asesorado por el LACIS. Para los usuarios asiduos de la obra social, imaginamos que debe ser un desarrollo de gran envergadura, ¿Cómo se enfrentan estos desarrollos? ¿Qué metodologías se utilizan?**

Actualmente integrantes del laboratorio tienen la dirección de un proyecto informático para DOSPU. DOSPU cuenta con un sistema informático con tecnología que data de más de cuarenta años. El manten-

imiento del mismo es difícil y se hace complejo de cubrir necesidades actuales. Se está desarrollando un sistema informático que, aprovechando tecnologías de punta, soportará la operación de DOSPU y facilitará la adaptación de la organización a los desafíos actuales. Se utilizan metodologías ágiles con la necesidad de participación estrecha de expertos del dominio de DOSPU, donde también están involucradas autoridades de la FCFMyN, del Departamento de Informática, y directivos del DOSPU.

**A su criterio, ¿Cuál ha sido el impacto en el sector de software de las leyes nacionales como las de promoción en la Industria del Software y la Ley de Economía del Conocimiento?**

Excelente. Tenga en cuenta que tenemos varios unicornios en el país, como Tiendanube, Mercado Libre, Despegar, OLX, Globant, Auth0, Vercel, Alpeh, Mural, Bitfarms y Ualá. Todas son empresas basadas en la informática.

Y no solo en empresas grandes, sino que también existen muchísimos informáticos, en San Luis y en el país, que trabajan de forma individual para empresas extranjeras trabajando en sus casas como profesionales independientes.

Hasta considere que, históricamente fuimos un país exportador de carne, hoy la exportación por Software supera en ingresos de divisas a la exportación de carne.

**La mayoría de las empresas competitivas basan el aumento de su operatividad y optimización de costos de operación, en servicios y soluciones en la nube ¿Considera que esta tendencia va a afectar, en el futuro próximo, la forma de desarrollar Software?**

Ya cambió la forma de desarrollar Software. La construcción de sistemas informáticos (métodos, técnicas y herramientas) están en constante evolución, es un área que está constantemente cambiando, evolucionando.



**¿Surgen nombres de referentes destacados (nacionales y/o internacionales) que es necesario reconocer por su contribución en favor del desarrollo de la Ingeniería de Software y en la formación de investigadores de nuestra Facultad?**

A nivel internacional que influyeron en nuestra Facultad fue el Dr. Dines Bjorner, creador del instituto de Tecnología de Software de la Universidad de las Naciones Unidas en Macao. Además fue nuestro primer director de la carrera Maestría en Ingeniería de Software de la UNSL.

A nivel nacional, Jorge Boria y Armando Haebeler (creadores de la primera Escuela Latinoamericana de Informática, ESLAI -un Balseiro de informática) fueron unos de los creadores de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación de la Facultad.

A nivel UNSL, puedo mencionar al Dr. Roberto Uzal y Dr. Raúl Gallard.



## Investigaciones de fallas activas y su contribución al desarrollo sostenible

Dr. Carlos Costa, Director del Proyecto de Investigación “Estructuras Neotectónicas y procesos asociados”, del Departamento de Geología, FCFMyN.

### **¿Puede describirnos el área de investigación que aborda su Proyecto de Investigación?**

Este proyecto aborda la problemática de la aplicación de la información geológica en la caracterización del peligro sísmico, a través del análisis de fallas y otras estructuras geológicas que han tenido actividad reciente (aproximadamente últimos 3 millones de años). Esto último refiere a movimientos en épocas prehistóricas o sismicidad registrada en el período histórico. Investiga además los cambios en el relieve asociados a los procesos orogénicos recientes de los Andes y las regiones vecinas. Esto abarca también a las características del levantamiento de las sierras de San Luis y Comechingones.



Guiando en Merlo a estudiantes de la Universidad de Gottingen, Alemania, 2019



Evaluación de fallas geológicas para instalaciones nucleares en Jordania, como experto de la ONU, 2017

**¿Cuáles fueron los inicios de esta línea de investigación en la Facultad?**

Comenzó con mi regreso a San Luis en 1985 y el inicio de mi tesis doctoral.



Investigaciones en la falla de San Andrés, California, 2001

**¿Existían antecedentes de la temática en la región? ¿Hubo impulso/apoyo externo o internacional?**

No existían antecedentes en la región y más bien se había considerado hasta entonces que las Sierras Pampeanas eran montañas más viejas que los Andes, donde no había peligro de movimientos recientes de fallas geológicas.

En 1988 se presentó el primer proyecto al Sistema de Ciencia y Técnica de la UNSL y se ha recibido apoyo desde entonces. También las actividades han sido principalmente financiadas con proyectos internacionales y colaboración con colegas del extranjero.



Excavación de fallas activas en Nueva Zelanda, 2001

**Con respecto a esta colaboración con proyectos internacionales que Usted menciona, ¿Todas se realizaron en el área de estructuras neotectónicas?**

Prácticamente en todos los casos, el tema central fue la neotectónica, pero estuvo referido a motivos diferentes. Las actividades principales estuvieron vinculadas a invitaciones para el dictado de cursos de posgrado, expediciones o viajes de campo, trabajos de consultoría, estancias de año sabático o investigaciones conjuntas con otras instituciones. Estas actividades incluyeron a todos los países de Sudamérica y también a Puerto Rico, Costa Rica, México y USA en el continente americano. También a varios países de Europa, Nueva Zelanda, Mongolia y Jordania.



Volcán Nevado del Ruiz, Colombia, 1986

**Se observa que estas actividades no solo han tenido incidencia internacional, sino también han sido de alto impacto en la formación de recursos humanos, ¿Nos puede contar cómo fue el proceso de formación de profesionales e investigadores?**

Estas actividades han sido dinámicas. La mayoría de los colegas desarrollaron investigaciones o tesis dentro del grupo y se dedicaron con posterioridad a otras especialidades. No ha habido un grupo estable, sino que la mayoría de las personas que se formaron han seguido su camino. En muchos casos se han mantenido actividades conjuntas de investigación. También se han formado en la temática de neotectónica a colegas de las universidades de Buenos Aires, Río Cuarto, Tucumán, San Juan, La Pampa, UTN e INPRES, a través de dirección de tesis y pasantías.



Viaje de campo con estudiantes de la FCFMyN en Precordillera de San Juan, 2017

### **¿Cuáles acciones o resultados han sido los mayores hitos en los que ha participado su grupo de investigación?**

Los principales resultados en la región refieren al hecho de haber demostrado la ocurrencia de terremotos prehistóricos de mayor magnitud que los registrados por la sismicidad histórica, lo cual tiene una significativa importancia en la caracterización del peligro sísmico, principalmente en lo referido a ordenamiento territorial e instalación de facilidades críticas. Dentro de éstas últimas, se tuvo a cargo la caracterización del fallamiento geológico asociado a la Central Nuclear de Embalse y la caracterización preliminar de estructuras neotectónicas en el área operativa de la explotación no convencional de hidrocarburos de la Formación Vaca Muerta, como aporte a la comunidad del conocimiento desarrollado en la UNSL.

A nivel internacional, se coordinó la ejecución de proyectos a escala sudamericana para la compilación de estructuras geológicas activas. El primero de ellos fue a través del WorldMap of Active Faults (1992-2003), luego el Multi Andean Project (2005-2007), financiado por el gobierno de Canadá y finalmente el South American Risk Assessment Project (2014-2018), financiado por la industria del seguro y a través del cual se generó el primer mapa probabilístico de peligro sísmico open-source para Sudamérica.



Expedición en las montañas de Gobi-Altai, Mongolia, 1995

**¿En qué grado impactó en el desarrollo de sus investigaciones en neotectónica, el avance en la tecnología y precisión de los equipos e instrumentos utilizados?**

Los avances en las técnicas de obtención de edades absolutas de sedimentos, la obtención de imágenes aéreas con mayor resolución y la generación de topografía de detalle con la incorporación de la tecnología GPS han sido determinantes para obtener mejores resultados en el análisis de los datos obtenidos en el terreno.



Trabajo con colegas de Francia en la sierra de Pie de Palo, San Juan, 2007

**En la actualidad, los países están concentrando sus proyectos de financiamiento alrededor de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. La Ciencia Geológica ¿Cómo se integra desde el punto de vista de la formación de profesionales y de la investigación con los ODS, a fin de contribuir al desarrollo sostenible global?**

La Declaración de la ONU en Hyogo 2005, destaca que la mitigación de los riesgos naturales es un aspecto determinante para el desarrollo sostenible. Tal como se ha indicado en el punto 6, las investigaciones sobre la actividad reciente de fallas geológicas contribuyen a obtener una visión más realista del peligro sísmico de una estructura o región. Este es un aspecto que se debe evaluar dentro de los denominados Eventos Externos, que puede comprometer la seguridad de facilidades críticas (presas, aeropuertos, hospitales, centrales nucleares, entre otros) y que determinan decisiones de primer orden en el ordenamiento y planificación territorial. Las Ciencias Geológicas en general y la Neotectónica en particular contribuyen al desarrollo sostenible, mediante el aporte de información que permite la toma de decisiones más educadas sobre estos problemas.



## Un abordaje multidisciplinario: Visión Artificial y Control Digital

Mg. Ricardo Petrino, Director del Proyecto de Investigación “VISIÓN ARTIFICIAL Y CONTROL DIGITAL” del Departamento de Electrónica, FCFMyN.

### **¿De qué se trata el Proyecto que dirige?, ¿Cuál es el origen de esta línea de investigación en la FCFMyN?**

El Proyecto se originó buscando plantear aplicaciones de visión artificial a problemas de control: en particular realizar el control de un minirobot móvil, el Khepera II, utilizando una cámara. La idea era determinar, utilizando una cámara fija en el techo, la trayectoria libre de obstáculos para, a partir de ella, guiar al robot hacia un lugar determinado, esquivando los mismos. De esta manera incursionamos en temas a la vez de control y de visión artificial. A partir de la solución encontrada, pudimos extender los resultados en una colaboración muy interesante, con investigadores de Ciencias de la Computación. El minirobot Khepera II disponía además de una pinza para levantar objetos pequeños. Se planteó entonces el desafío de, utilizando visión artificial determinar, además de la trayectoria libre para el movimiento del robot, la ubicación de distintos objetos, que debía buscar el minirobot y llevarlos a un determinado lugar, siempre esquivando obstáculos en el camino. La idea era tener algún mecanismo de toma



de decisión para elegir en qué orden buscar los objetos, según la distancia al robot y al almacén al cual llevarlos y además según la importancia de los objetos.

**O sea que esta línea se genera con acuerdos interdisciplinarios ...**

Este enfoque de utilizar alguna técnica de inteligencia artificial para la toma de decisión la desarrollaron los investigadores del campo de la informática. Se logró así una aplicación muy interesante.

A partir de las experiencias anteriores, se originaron entonces dos líneas de trabajo en el proyecto, una enfocada a profundizar temas de control digital y otra en temas de visión artificial. Estas líneas están creciendo y tal vez sea tiempo de consolidarlas en dos proyectos distintos.

**En cuanto a los recursos humanos asignados al Proyecto, ¿Todos provienen específicamente de la disciplina de electrónica y de las TICs o también una impronta interdisciplinaria?**

Los temas de control y visión artificial son en realidad muy apropiados para realizar trabajos multidisciplinarios. Ya he mencionado la colabora-

ción realizada con un grupo del Departamento de Informática. En realidad, en nuestros comienzos realizábamos proyectos relacionados con la Instrumentación Electrónica y tuvimos desarrollos de instrumentos para áreas de química por ejemplo (Medidor de calidad del agua). Asimismo, se han planteado algunas aplicaciones muy interesantes, relacionadas con visión artificial en el campo de la física de superficies con participación de una estudiante como parte de su proyecto final de carrera. En esa oportunidad se realizó un equipo de medición de velocidades de semillas en descargas de silos con visión artificial.

**¿Podría ampliarnos sobre el impacto que ello ha tenido, tanto en el propio grupo de investigación como en otros grupos o investigadores participantes?**

Podemos decir que el campo de las aplicaciones se ha enriquecido con el contacto con distintos grupos tanto de la Universidad Nacional de San Luis como externos.

**En base a su experiencia, ¿Cuáles serían las principales tendencias y desafíos que observa en las áreas de la Visión Artificial y Control Digital?**

Mi opinión, en la actualidad, sobre todo en el Área de Visión Artificial hay dos desafíos importantes: aplicar Machine Learning o más específicamente Deep Learning para la solución de ciertos problemas del área y, además, aprovechar las posibilidades de aceleración en hardware, utilizando por ejemplo Sistemas en Chip (SoCs) de algunos algoritmos que requieren velocidad para aplicaciones en tiempo real de visión artificial y control digital.

Creo que el problema principal, en este momento, para llevar adelante o mantener las líneas de investigación está relacionado con la insuficiente disponibilidad de recursos humanos y económicos. Los proyectos cuentan cada vez con menos recursos.



**Su grupo de investigación forma parte del Laboratorio de Electrónica, Investigación y Servicios (LEIS), que desarrolla sus actividades en coordinación con el Departamento de Electrónica, ¿Cuál ha sido la influencia en la formación de recursos humanos ligados a la investigación y a las carreras que se dictan en el ámbito del Departamento?**

Actualmente el proyecto de investigación se desarrolla en el LEIS. En los últimos años hubo un crecimiento bastante pronunciado en el Área de Electrónica en nuestra Facultad, ya que comenzó a dictarse la carrera de Ingeniería Electrónica y posteriormente los posgrados: Electrónica Aplicada al Agro y Sistemas Embebidos y de una manera natural se va dando una influencia recíproca entre las actividades académicas y de los grupos de investigación.

Los contenidos de las carreras se benefician de las actividades que realizan los docentes en los grupos de investigación, y muchos estudiantes participan por medio de sus tesinas o tesis en los grupos y temas de investigación.

Nosotros hemos tenido una participación muy interesante de estudiantes para sus tesinas en nuestro proyecto, en temas de Visión Artificial y Control. No puedo mencionar todas, pero para mostrar el espectro de aplicaciones tenemos trabajos relacionados con el Control con Visión de minirobot, un Rastreador Ocular para ayuda a personas con discapacidad motora, en el agro un sistema para determinar la Condición corporal de bovinos, un sistema para la Caracterización de suelos, Segmentación automática de lesiones epiteliales utilizando imágenes dermatoscópicas (en imágenes médicas), Sistema de Asistencia para la Detección de Somnolencia y Distracción en la Conducción Vehicular Basado en Visión y actualmente un sistema para utilizar visión artificial en un equipo para control de plagas en árboles frutales.

**Con respecto a los resultados de investigación que surgieron del área de Visión Artificial y Control Digital, ¿Son o han sido importantes en la formación de nuevas áreas disciplinares y carreras en el Departamento de Electrónica/Facultad?**

Pensamos que los temas de Visión artificial y Control Digital son un aporte importante tanto en los contenidos de las carreras de grado como de posgrado.

**De lo que se desprende de su Proyecto, entiendo que es un ámbito fértil desde donde resolver problemas de la vida cotidiana. Actualmente, ¿Está dentro de sus objetivos buscar la transferencia de conocimientos para dar solución a problemas de diversos sectores?**

Como se puede ver a partir de algunos de los desarrollos que hemos mencionado y emprendido en nuestro Proyecto existe un campo muy fértil y amplio de aplicaciones en el campo de la Visión Artificial para resolver problemas de interés tanto de la vida cotidiana como de aplicaciones más orientadas al agro, la industria o la investigación. Actualmente, está en camino una transferencia de visión artificial para una aplicación en Kinesiología.



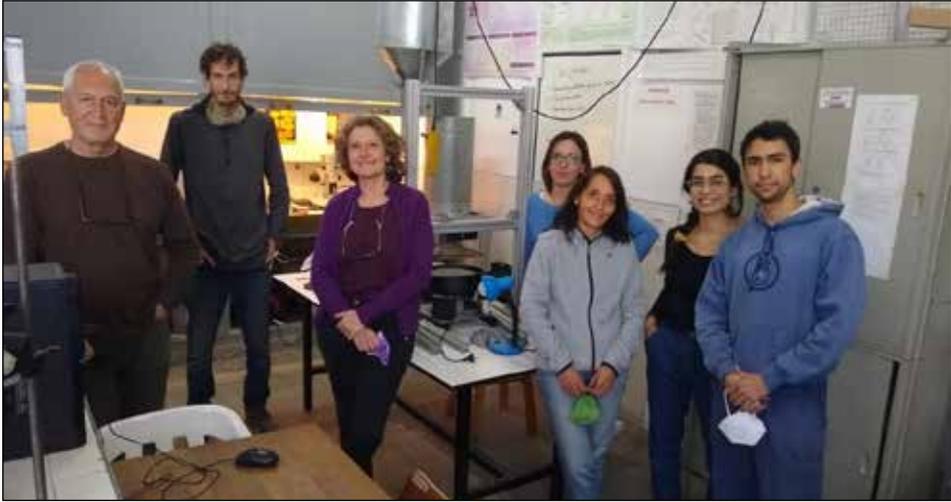
## Medios granulares: materiales compuestos por partículas sólidas rodeadas por un fluido

Dra. Ana Vidales, Directora del Proyecto de Investigación “COMPACTACIÓN, SEGREGACIÓN Y FLUJO DE MATERIALES GRANULARES Y SUS APLICACIONES” del Departamento de Física, FCFMyN.

La profesional conoció su línea de investigación a partir de un seminario en medios granulares que realizó, aconsejada por el Dr. Giorgio Zgrablich, en España durante el año 1994. A partir de allí se interesó en fenómenos que aparecían cuando los medios granulares eran puestos en movimiento.

### ¿Cómo describe la disciplina que actualmente aborda su Proyecto de Investigación?

Nuestro proyecto pertenece a un área de la Física que se llama “materia blanda” o “medios no consolidados”. En particular, estudiamos el comportamiento de medios granulares, es decir, todos aquellos materiales compuestos por partículas sólidas rodeadas por un fluido. Ejemplos... muchísimos. La arena, los alimentos que encontramos a granel en un comercio, los polvos farmacéuticos, los lechos de los ríos, muchos materiales para la construcción, entre miles de ejemplos.



**¿Cómo se origina esta línea de investigación en la Facultad?  
¿Hubo impulso/apoyo de algún programa nacional, externo o internacional en la formación de recursos humanos de su grupo de investigación?**

Conocí esta línea de investigación a partir de un seminario en medios granulares que realicé en Granada, España en 1994, dictado por el Dr. Hans Herrmann, reconocido experto mundial en el tema. Asistí a ese seminario por consejo de mi director de Tesis de Doctorado, el Dr. Giorgio Zgrablich. Allí me interesaron mucho los fenómenos que aparecen cuando los medios granulares se ponen en movimiento. Pero aún no terminaba mi doctorado. Recién retomé la posibilidad de estudiarlo en el año 1998, cuando hice una pasantía de un mes en New México, USA, junto al Dr. Kenkre, en técnicas de simulación. Sin embargo, hasta el año 2003, sólo me dedicaba parcialmente a la temática, desarrollando modelos de simulación por computadora de algunos problemas de compactación de granos.

**¿Y cómo surge presentar un proyecto de corte experimental?**

Fue en ese año 2003 en el que decidí presentar un proyecto de corte experimental en el tema de medios granulares, con aplicación a proble-



mas mineros. ¿Por qué? Porque surge la necesidad, en el Departamento de Física y en la FCFMyN, de ampliar las temáticas de estudio para incrementar la oferta de temas de investigación en el marco del Doctorado en Física, ésto a instancias de la CONEAU, cuando nuestro Doctorado fue categorizado como B.

### **¿Se incorporaron profesionales de otras disciplinas?**

En ese momento presenté un proyecto junto con docentes del Departamento de Minería donde estudiábamos la estabilidad de taludes de rocas de distinta naturaleza. Era un proyecto promovido (PROIPRO) y fue financiado por nuestra Facultad. Luego de 3 años de funcionamiento, el proyecto deviene en PROICO (Proyecto Consolidado), manteniendo la misma temática.

### **Actualmente, el estudio de los medios granulares representa un gran impacto en la investigación y en el desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas a distintas industrias y sistemas productivos, ¿Puede comentarnos los campos de aplicación que desde el Laboratorio de Medios Granulares del Instituto de Física Aplicada “Dr. Jorge Andrés Zgrablich” se abordan?**

Nuestro Proyecto se inserta dentro del INFAP (Instituto de Física Aplicada) y, por lo tanto, siempre hemos buscado los problemas que tengan que ver con aplicaciones lo más cercanas posibles a la problemática local. Como te contaba, comenzamos a trabajar en colaboración con docentes del Departamento de Minería, estudiando la estabilidad de taludes de granos rocosos de distinta naturaleza, flujo de arenas puzolánicas (usadas en la producción de cemento) y caracterización de rocas de aplicación (granitos y lajas) para uso en hormigones no estructurales.

Por otra parte, los problemas de segregación por tamaño de granos, son de aplicación directa a las pilas de pre-homogeneización de materiales, es decir, cuando querés mezclar entre sí granos de materiales con distinta composición química en un apilamiento.

En nuestro Proyecto se han concluido cuatro Tesis de Doctorado en Física que tienen, todas ellas, una parte experimental aplicada a problemas concretos de la Industria de la Construcción, Minería o del Cemento.

En los últimos años nos hemos dedicado mucho al tema de descarga en silos. Como se sabe, los silos se utilizan mucho en diferentes etapas de producción en distintas industrias, desde la farmacéutica hasta la de alimentos. En este sentido, han trabajado con nosotros varios estudiantes de Ingeniería (en Minas y en Alimentos) y estudiantes de Física, para llevar adelante sus trabajos finales de grado.

### **¿Cuál es el tema de investigación más reciente dentro del Laboratorio?**

El tema más nuevo dentro del Laboratorio es el de resuspensión de partículas micrométricas (llamadas aerosoles) y lo estamos desarrollando con simulaciones numéricas con muy buenos resultados. En este sentido, desde 2017 empezamos una intensa colaboración con investigadores del Instituto de Radio-protección y Seguridad Nuclear de Francia (IRNS) que realizan experimentos de resuspensión de partículas de grafito para aplicarlo a la seguridad en caso de un accidente de pérdida de presión o pérdida de refrigerante en un reactor nuclear. Nosotros aprovechamos su





experiencia para desarrollar aquí algunos experimentos con partículas de polvo, dado que, para nuestra región la contaminación por resuspensión de partículas de polvo es importante.

**¿En qué grado ha impactado o impacta en el desarrollo de sus investigaciones, el avance en la tecnología y precisión de los equipos e instrumental que hoy se encuentran disponibles?**

En este sentido hay varios ejemplos. Muchas de las experiencias de laboratorio que realizamos se filman con cámara rápida. Una vez analizado el material con un software adecuado, se puede estudiar detalles del movimiento de los granos que, de otro modo, sería imposible. Por ejemplo, si filmás la caída de los granos a la salida de un silo de paredes transparentes, podés obtener los perfiles de velocidad de los granos y caracterizar el flujo de un modo muy detallado.

Nuestro Laboratorio cuenta con esta tecnología. Además, la presencia de humedad en un medio granular puede cambiar drásticamente sus propiedades (sólo imagínate cuando el azúcar se humedece). Entonces, la determinación de la humedad en el medio es crucial para muchos experimentos. Contamos con una balanza de alta precisión que determina el porcentaje de humedad presente en una muestra y que puede ser progra-



mada con una rampa de calentamiento particular de acuerdo a las necesidades.

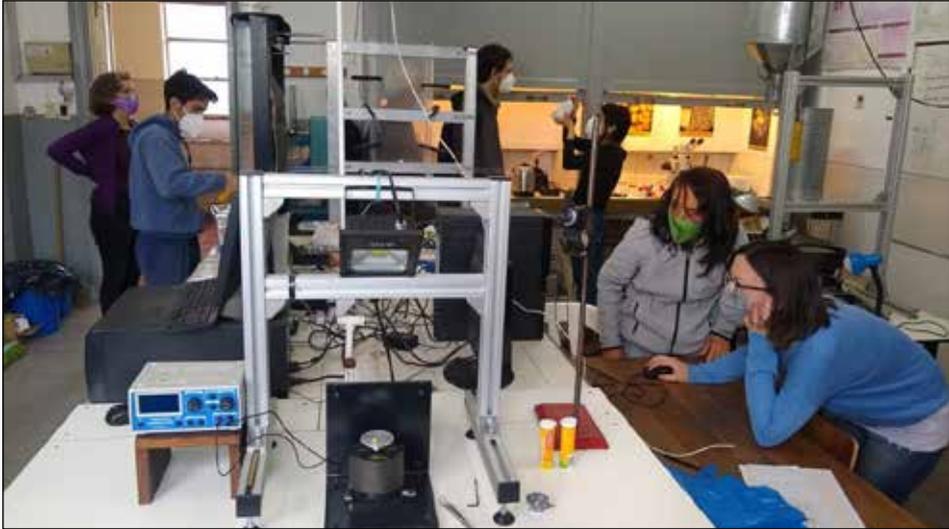
En nuestros experimentos, es muy importante poder conocer la forma y distribución de tamaño de los materiales granulares que usamos. Por eso, contamos con una lupa binocular para ese fin. Sin embargo, recientemente, hemos comprado un equipo de última generación para medir automáticamente todas las características de geometría y tamaño de granos desde un micrón hasta 2 milímetros. Esto nos permitirá avanzar enormemente en todas nuestras investigaciones.

Todo el equipamiento que hemos adquirido es a través de proyectos de la UNSL, del CONICET y de la Agencia.

**El INFAP ocupa un lugar destacado por su contribución de capital humano dedicado a I+D. Desde los proyectos gestionados por su grupo de investigación, ¿Cómo se promueve el fortalecimiento de la formación y cuál ha sido el aporte a la formación de becarios y científicos?**

Como te contaba antes, nuestro Laboratorio depende del INFAP (CONICET) y de la UNSL. Desde ambas Instituciones se promueve la formación de grado y de posgrado de manera muy intensa.

Por un lado, mediante la provisión de subsidios a la investigación, con los que podemos mantener los Laboratorios, obviamente dentro de las limitaciones presupuestarias conocidas por todos. Por otro lado, el sistema de becas de CyT y de CONICET, permite que los estudiantes se acerquen a trabajar en temas de investigación que les permiten formarse como Licenciados o Ingenieros, iniciando su interés en lo científico y, en muchos casos, accediendo a un Doctorado que los ubica en la antesala de la carrera científica. En este sentido, nuestro Laboratorio ha dado lugar a 5 Tesis de Doctorado (4 finalizadas y una en curso), a 10 tesinas o trabajos finales de Ingeniería o de Licenciatura (3 en curso) y a formar varios pasantes de grado y de posdoctorado.



### **¿Cuáles acciones o resultados han sido los mayores hitos en los que ha participado su grupo de investigación?**

Llevar adelante una temática novedosa, en la que hay pocos grupos en el país que se dedican a la misma, ha sido desde el comienzo un desafío. Empezamos desde cero y, hoy en día, somos reconocidos a nivel internacional por nuestros trabajos y recientemente formo parte de la «Association pour l'Etude de la MicroMécanique des Milieux Granulaires» (AEMMG) que congrega a conocidos especialistas en medios granulares de todo el mundo.

Por otra parte, dos de nuestros Trabajos Finales de Licenciatura en Física, han sido reconocidos con el Premio Másperi de la Asociación de Física Argentina (AFA), que se entrega año a año a la mejor tesina del país defendida en dicho año. Una de nuestras Tesis de Doctorado ha recibido una mención especial en el premio Giambiagi de la AFA, que se otorga a la mejor Tesis de Doctorado en Física del País. Nuestros estudios sobre hormigones sirvieron de base para la formulación del Proyecto de Unidad Ejecutora del INFAP, “Recuperación de pasivos ambientales en la Provincia de San Luis para procesos industriales de interés regional”, del

cual soy Asesora Científica. Esto da lugar al nacimiento de una temática promisoría para el desarrollo de nuevos materiales a partir de desechos plásticos, formando RRHH capaces de desarrollar otros proyectos de la FCFMyN en esa misma línea.

### **¿Cuáles son los desafíos a futuro que tiene el Proyecto?**

En la actualidad, te diría que tenemos un gran desafío a futuro que es el de consolidar aún más nuestro Laboratorio ampliando el rango de tamaño de partículas que podemos analizar. Esto acrecentaría las temáticas que somos capaces de estudiar, trayendo como parte de nuestra experticia un tema como el de la contaminación de ambientes por resuspensión de partículas, problema muy importante en nuestra región.



## Soluciones a problemas concretos Ecuaciones Diferenciales

Dr. Sergio Favier, Director del Proyecto de Investigación “ANÁLISIS REAL Y FUNCIONAL. ECUACIONES DIFERENCIALES” del Departamento de Matemática, FCFMyN

### ¿De qué se trata su proyecto de investigación?

En el grupo se estudian y desarrollan herramientas básicas que sustentan y permiten determinar condiciones, usadas luego, para proveer previsibilidad por medio de las soluciones, que resuelven problemas reales planteados.

Es el desarrollo primario teórico necesario, por ejemplo, para las soluciones a problemas concretos que se resuelven usando Ecuaciones Diferenciales. Es una especialidad que forma parte también de los temas en el grupo del proyecto.

### ¿Quiénes son los referentes que impulsaron esta línea de investigación en la Facultad? ¿En qué año se inició y por qué?

Esta línea de investigación fue creada y después impulsada por Felipe Zó a su regreso de Minnesota, donde realizó sus estudios de Doctorado estrechamente relacionados con especialistas destacados internacionalmente en el área, entre ellos A. P. Calderón , E. Fabes y Néstor Riviere.



La formación de este grupo se plasmó en un proyecto presentado en la UNSL en 1986 y luego otro en CONICET. Desde entonces funcionó con distintos nombres, pero desarrollando la misma área.

### **¿Cuáles son los referentes a nivel mundial del Análisis Matemático?**

Referentes en el área de renombre por sus contribuciones podemos citar a A. P. Calderón, Luis Caffarelli, Néstor Riviere, argentinos que desarrollaron sus trabajos en Estados Unidos, y varios de nuestro país como Hugo Aimar, Eleonor Harboure, Carlos Cabrelli, Ursula Molter, Norberto Fava, son sólo algunos con los que mantenemos interacción con la gente de nuestro Proyecto.

### **¿Cuál ha sido y es su relación con el Dr. Felipe Zó y qué representa el investigador en el desarrollo del Análisis en el país y en el exterior?**

Para destacar, de alguna manera, la contribución de Felipe en el contexto de esta área de Matemática, es que hay un resultado que aparece en los libros de texto de posgrado que lleva el nombre de «Lema de Zó».



La escuela del análisis del país y otros lugares de referencia en el exterior tiene presente y muchos han usado de alguna manera el resultado de Zó.

Felipe fue mi Director de tesis que defendí en 1992, con Norberto Fava y Eleonor Harboure como miembros del jurado externo. Conocidos en nuestro medio de la UNSL por sus contribuciones de gestión en nuestros Posgrados y Proyectos.

### **¿En su área de investigación, se promueve el trabajo interinstitucional y la vinculación con investigadores de otras universidades de Argentina y de otros países?**

Felipe Zó tuvo una destacada participación en la creación de otro grupo de investigación en nuestra área de investigación en la Universidad Nacional de Río Cuarto de los que se formaron, por ejemplo, Miguel Marano, Héctor Cuenya, Fabián Levis, Fernando Mazzone, David Ferreyra por nombrar sólo algunos. Con ellos trabajamos y compartimos responsabilidades en nuestros posgrados de Maestría y Doctorado.

Ricardo Zalik, de la Universidad de Auburn en Estados Unidos, Ole Christensen de la Universidad Tecnológica de Dinamarca son destacados colaboradores en el exterior de nuestros resultados.

### **Su grupo de investigación forma parte del Instituto de Matemáticas Aplicada San Luis (IMASL) que ocupa un lugar destacado en la contribución de capital científico de la Argentina y del mundo. Desde los proyectos gestionados por su grupo de investigación, ¿Cómo se fomenta el desarrollo de recursos humanos calificados y cuál es la incidencia de CONICET en la formación de becarios y científicos en la UNSL?**

Como integrantes del IMASL, dependiente de CONICET y de la UNSL, es un destacado objetivo la formación de Recursos Humanos. Las becas de CONICET en Matemática otorgadas a San Luis han crecido de forma importante en estos últimos años. En el área de Matemática, el IMASL, cuenta con grupos de investigación en Teoría de Juegos, Álgebra y Teoría de Grafos con un elevado índice de formación de Recursos Humanos.

Todos los involucrados son también docentes del Departamento de Matemática con el que compartimos espacios y políticas de desarrollo coordinadas.

**Actualmente está en pleno auge la Ciencia de Datos, ¿Cuál es el aporte del análisis a esta disciplina?**

Es un área de desarrollo necesaria. Desde el IMASL y el Departamento de Matemática tratamos de incorporar con una carrera interinstitucional junto a otras Universidades de la región compartiendo el dictado de los ciclos superiores.

En el IMASL hay investigadores que utilizan la Ciencia de Datos en sus áreas de investigación de Estudios Ambientales y Biofísica. Será una manera de potenciar a estos grupos consolidados aportando Recursos Humanos formados en el área.

El aporte del Análisis en Ciencia de Datos es, como en las demás áreas aplicadas, acercar las estructuras matemáticas básicas necesarias para su desarrollo, aportando resultados abstractos, que permiten validar y predecir los resultados obtenidos.

**También se habla mucho del alto impacto que tiene la tecnología para el desarrollo del país, ¿Cuál es su opinión respecto a esto en relación al desarrollo de las ciencias básicas, como la matemática?**

Gran parte del desarrollo tecnológico de nuestros días está sustentado o lleva involucrado el manejo de grandes cantidades de datos y la posibilidad de su transmisión. El procesamiento de señales o imágenes tiene una relación estrecha con el desarrollo del análisis de Wavelets, de destacada evolución desde los 90's. Esto forma parte solamente de un ejemplo de lo que usualmente pasó con herramientas que, desde el análisis, ayudaron a desarrollos tecnológicos concretos.

También el estudio de Ecuaciones Diferenciales es la forma de expresar una propiedad de un fenómeno de la naturaleza en lenguaje matemá-



tico y ello forma parte importante del aporte desde el Análisis a la resolución de problemas concretos.

### **Usted cuenta con una vasta trayectoria en formación de magísteres y doctores en ciencias matemáticas, ¿En qué campos, además del científico, pueden desempeñarse?**

En general, la formación de Recursos Humanos en Matemática encuentran su espacio en ámbitos académicos y es de destacar que gran parte de ellos formados en nuestro grupo desarrollan sus actividades en otras Universidades de la región. Muchos también fueron formados y dirigidos por investigadores que desarrollan sus trabajos en Estados Unidos, Dinamarca, UBA entre otros.

### **¿Cuáles acciones o resultados han sido los mayores hitos en los que ha participado su grupo de investigación?**

En teoría de Aproximación de Funciones se usan herramientas o ambientes como los Espacios de Orlicz que fueron desarrolladas en nuestro grupo. Estos espacios adquieren una importante relevancia desde hace poco por su uso en Física Cuántica y su relación con la Computación Cuántica de un alto impacto por su desarrollo inminente.

Felipe Zó es Profesor Emérito de la UNSL, Premio «González Domínguez» de la Academia Nacional de Ciencias Exactas y Naturales en 1995.

Los integrantes de nuestro grupo tuvieron siempre un lugar en la Comisión de la Unión Matemática Argentina (UMA), una sociedad encargada del desarrollo de la Matemática en el país.

### **¿Cómo vislumbra el futuro de la matemática como herramienta de aplicación en las nuevas tecnologías?**

El uso de herramientas matemáticas para el desarrollo de nuevas tecnologías es esencial. Para mencionar algunos ejemplos, se puede decir que en el desarrollo de la Computación Cuántica el uso de Análisis Funcional es de necesaria utilización para formalizar las herramientas necesarias

para su evolución. La Teoría de Wavelets que adapta y optimiza herramientas que permiten manipular y transmitir datos electrónicamente. Las Ecuaciones Diferenciales que resuelve y brinda respuestas a situaciones a partir de sus características observables.



## En búsqueda de recursos alternativos para contribuir a una actividad minera sostenible

Dra. Natalia Marchevsky, Directora del Proyecto de Investigación “CARACTERIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE METALES A PARTIR DE DESECHOS MINEROS” del Departamento de Minería, FCFMyN.



En el año 2009, la profesional realizó el muestreo de sitios mineros abandonados en la provincia de San Luis. En aquel momento iniciaba sus estudios de posgrado y a partir de esas muestras logró caracterizar e identificar microorganismos oxidantes de hierro y azufre en el Centro de Investigación y Desarrollo en Fermentaciones Industriales CINDEFI, (UNLP-Conicet) en la ciudad de La Plata. A fines del 2014, la Dra. Mar-

chevsky volvió a San Luis y en el 2015 comenzó a proyectar una nueva temática de investigación en el Departamento de Minería de la FCFMyN, relacionada a estos sitios mineros.

### **¿Cuál es la disciplina que actualmente aborda su proyecto de Investigación?**

Nuestro proyecto estudia los desechos de minerales (relaves, escombreras, etc.) que pertenecieron a antiguas minas metalíferas explotadas y actualmente se encuentran en estado de abandono en la Provincia de San Luis. Determinamos los minerales presentes, el contenido de metales y a partir de ensayos vemos la posibilidad de recuperar metales de interés económico. También, analizamos las consecuencias ambientales que podrían tener estos desechos, dado que la mayoría se encuentra en cercanías de cursos naturales de aguas.

### **¿Qué los lleva a buscar y recuperar metales en desechos mineros?**

Hay varios aspectos a considerar. Por un lado, las leyes (contenidos metálicos) de los yacimientos primarios que se explotan actualmente han disminuido drásticamente en los últimos cien años, por ello es muy importante buscar recursos alternativos que permitan ayudar a satisfacer la demanda creciente de metales por parte de la sociedad, además de contribuir al desarrollo de una actividad minera sostenible. Las antiguas explotaciones dejaron desechos que hoy son importantes de evaluar en términos económicos y también ambientales.

Los procesos separativos a los que fueron sometidos estos minerales no fueron seguramente tan eficientes como los procesos que disponemos en la actualidad, dado que las técnicas empleadas se han perfeccionado. Además, hoy contamos con nuevos procesos y tecnologías más modernas, como los procesos hidrometalúrgicos, que podrían implementarse para recuperar metales a partir de estos desechos.



### **¿Qué tipo de contaminación generan estos desechos (pasivos ambientales)?**

El principal riesgo es la generación de drenajes ácidos a partir de los minerales presentes. La pirita (sulfuro de hierro), es uno de los sulfuros más abundantes en los depósitos minerales. Este mineral cuando es expuesto durante largos períodos de tiempo a condiciones atmosféricas, aire y agua, se oxida y genera aguas ácidas. Estos drenajes ácidos, al entrar en contacto con determinados minerales, son capaces de solubilizar y movilizar cationes metálicos, los cuales pueden migrar y contaminar cursos naturales de agua, suelo, flora, etc. La oxidación química de la pirita es favorecida por la presencia de ciertos microorganismos oxidantes de hierro y azufre que están presentes en este tipo de ambiente.



**¿Cuáles son los antecedentes que impulsaron esta línea de investigación en la Facultad?, ¿En qué año se inició? , ¿Hubo impulso/apoyo de algún programa nacional, externo o internacional en la formación de recursos humanos de su grupo de investigación?**

En el año 2009, realicé el muestreo de sitios mineros abandonados en la provincia de San Luis. En aquel momento comenzaba mis estudios de posgrado y a partir de muestras de pasivos ambientales de la provincia de San Luis logramos aislar, caracterizar e identificar microorganismos oxidantes de hierro y azufre. Posteriormente, utilizamos estos microorganismos para hacer el pre-tratamiento de un concentrado de oro refractario, el cual nos permitió alcanzar mayores recuperaciones de este metal. Estos trabajos los realicé en el Centro de Investigación y Desarrollo en Fermentaciones Industriales CINDEFI, (UNLP-Conicet) en la ciudad de La Plata, fueron parte de mi tesis doctoral y estuvieron bajo la dirección del Dr. Edgardo Donati. A fines del 2014 volví a San Luis y en el 2015 comencé a trabajar en el Departamento de Minería y a delinear las nuevas perspectivas de trabajo en investigación. En el año 2018, postulamos este proyecto que gracias a la ayuda y colaboración de investigadores de otras unidades académicas e institutos de investigación hemos podido sostener e ir ampliando los alcances del mismo. En este punto quiero destacar y agradecer la colaboración especial del Dr. Jorge González (INTEQUI), Dra. Belén Roquet (Departamento de Geología) y el Dr. Ernesto Perino (INQUISAL).

**¿Es posible que describa cuáles zonas de San Luis están afectadas por los pasivos mineros?**

En San Luis, los principales pasivos ambientales se encuentran en las Sierras Centrales de San Luis, donde se llevaron a cabo las mayores labores extractivas relacionadas a minerales de oro, plata, plomo, wolframio, etc.

**¿Se puede predecir la contaminación que podrían producir los minerales que se almacenarán como desecho?**

Sí, existen diferentes pruebas de laboratorio que permiten simular el comportamiento de este tipo de muestras cuando son sometidas a condi-



ciones atmosféricas durante mucho tiempo. Con estas pruebas se puede predecir la ocurrencia de drenaje ácido, disolución de metales, etc. A partir de la información que brindan estos ensayos es posible minimizar y en algunos casos evitar la generación de drenajes ácidos.

### **¿Cuáles serían los beneficios económicos de recuperar metales a partir del tratamiento de pasivos ambientales?**

En general, se estima que obtener metales a partir de una mena secundaria supone un ahorro energético de entre el 40 y 60% de los costos que demandaría la producción del metal a partir de una mena primaria (yacimiento). En el caso de los pasivos ambientales, el principal ahorro tiene que ver con que el mineral ya se encuentra molido y con ello se puede prescindir de la etapa de molienda en su procesamiento. La molienda es justamente la etapa que demanda el mayor consumo de energía y tiene los costos más altos dentro del procesamiento de minerales.

### **¿Qué técnicas amigables con el medio ambiente se pueden utilizar para procesar los pasivos ambientales? ¿Actualmente se utilizan en Argentina?**

La disminución de los contenidos metálicos presentes en las menas que se explotan actualmente ha producido importantes transformacio-



nes en el procesamiento de minerales y en la metalurgia extractiva. Esta situación ha llevado al desarrollo e implementación de nuevos procesos más eficientes para el tratamiento de minerales de baja ley. Entre estos se destacan los pertenecientes al campo de la hidrometalurgia y en especial la biolixiviación, que consiste fundamentalmente en la utilización de microorganismos que facilitan la disolución de metales.

En nuestro país, aún no se han implementado los bio-procesos a escala industrial para la recuperación de metales. Sin embargo, Chile, principal productor de cobre del mundo, produce entre un 20 y 30% de este metal a través de este tipo de procesos.

### **¿Cómo se vincula su Proyecto con institutos y universidades de Argentina y otros países?**

Nuestro proyecto tiene vinculación con el grupo que dirigía la Dra. Alejandra Giaveno y recientemente la Mg. Patricia Chiacchiarini en la



Universidad Nacional del Comahue, sede Neuquén; quienes trabajan en la temática de pasivos ambientales mineros, bio-procesos aplicados a la recuperación de minerales y remediación ambiental. También con el grupo de trabajo que dirige la Dra. Begoña Fernández Pérez de la Universidad de Oviedo (España), quien tiene a cargo un grupo de investigación en la temática y con quien estamos llevando adelante la formación de recursos humanos en forma conjunta.

En la actualidad, los países están concentrando sus proyectos de financiamiento alrededor de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Desde su área de investigación, la formación de profesionales se integra en un todo con los ODS.

### **¿Puede ampliar sobre cómo hacen su contribución al desarrollo sostenible global?**

El proyecto es aún muy reciente, pero desde luego la temática está vinculada al desarrollo sostenible de la actividad minera. El objetivo es lograr el máximo aprovechamiento de los recursos minerales, y al mismo tiempo disminuir el impacto ambiental que puede provocar este tipo de desechos en su entorno.





## El LIDIC de la UNSL es uno de los laboratorios pioneros en el área de IA

Dr. Marcelo Errecalde, director del Proyecto de Investigación “APRENDIZAJE AUTOMÁTICO Y TOMA DE DECISIONES EN SISTEMAS INTELIGENTES PARA LA WEB” del Departamento de Informática, FCFMyN.

### **Teniendo en cuenta la temática del proyecto, ¿Qué nos puede comentar sobre el Machine Learning?**

El aprendizaje automático (*Machine Learning*, en inglés) es un área de la Inteligencia Artificial (IA) que cumple un rol fundamental en la extracción de conocimiento desde grandes volúmenes de datos. La toma de decisiones por su parte, es la componente encargada de controlar las acciones de agentes autónomos como robots, bots de software, autos autónomos y sistemas recomendadores como los usados por Netflix. En ese contexto, la integración de ambas áreas de la Inteligencia Artificial abre un sinnúmero de aplicaciones de estos sistemas en problemas concretos del mundo real en las áreas de psicología, educación, seguridad, cuidado de la salud y administración de la energía, entre otras.



**Estos temas están en franco auge y existen numerosos artículos científicos al respecto. Pero algo que llama mucho la atención es que el término “sistema inteligente” está cada vez más presente en nuestros objetos cotidianos o viene asociado a ciertos productos o aplicaciones que se ofrecen en el mercado, ¿Cuál es el panorama de avance de este fenómeno?, ¿La Inteligencia Artificial podrá afectar nuestra vida diaria a corto plazo?**

El uso de este tipo de técnicas ya está presente en la mayoría de las aplicaciones provistas por las grandes empresas tecnológicas como Google, Facebook o Amazon y las usamos sin ser conscientes de ello tanto cuando usamos el traductor de Google, cuando Facebook reconoce nuestros rostros en una imagen o cuando Netflix nos sugiere una determinada serie o película. Las razones detrás de este auge y difusión en el uso de técnicas “inteligentes” como el aprendizaje automático, se relacionan con algunos avances obtenidos con redes neuronales profundas, los grandes volúmenes de datos que estas empresas tienen disponibles y las enormes capacidades de cómputo que les permite entrenar esas grandes redes neuronales con estos volúmenes enormes de datos. Los modelos neuronales obtenidos en estos casos han permitido lograr importantes avances en diversas áreas y problemas para los cuales la Inteligencia Artificial no estaba dando soluciones adecuadas hasta el momento. La tendencia parece indicar que durante los próximos años se continuará con una creciente aplicación de este tipo de enfoques en gran parte de los aspectos de nuestra vida diaria.

**¿Cómo ve Ud. el impacto de la IA en el ámbito laboral y educativo de la Argentina en la próxima década?**

La IA en la Argentina, al igual que en el resto del mundo, ya está teniendo actualmente un impacto significativo en diversas áreas del ámbito laboral, educativo y social con una tendencia creciente a su aplicación en las más diversas áreas. A diferencia de otras épocas, donde los avances en la investigación académica y su aplicación efectiva en problemas del

mundo real insumían períodos considerables de tiempo, las investigaciones que se realizan actualmente en estos temas, se desarrollan casi en simultáneo tanto en la academia como en la industria. En nuestro país, por ejemplo, un importante número de empresas de base tecnológica ya utilizan e investigan este tipo de enfoques inteligentes no sólo para desarrollos nacionales sino también en sistemas para empresas del exterior.

### **¿Cuál es el desafío que debe abordar la IA para lograr su mayor alcance en los próximos años?**

El desafío para los próximos años es interesante porque la mayoría no tienen que ver con aspectos técnicos de la informática, sino más bien con aspectos éticos y legales que presentan el uso de estas nuevas tecnologías. La privacidad de los datos, la potencial manipulación del comportamiento de los usuarios en las redes y los posibles sesgos discriminatorios que pueden reproducir estos sistemas en sus decisiones son temas de discusión muy actuales. A nivel técnico, si bien el aprendizaje automático ha superado al humano en áreas específicas como en el análisis de imágenes médicas o jugar juegos como el ajedrez o el Go, los enfoques de redes neuronales profundas carecen de un soporte adecuado para su interpretabilidad y la explicabilidad de sus resultados, conclusiones y decisiones. Asimismo, lograr las capacidades de sentido común, creatividad e inteligencia artificial general (no restringido a un problema específico) propio de los seres humanos, no pareciera ser un objetivo realista alcanzable en un futuro cercano. Lograr estas capacidades requerirá con seguridad modelos mucho más avanzados que los actuales enfoques de aprendizaje profundo permitiendo integrar capacidades cognitivas y de razonamiento de más alto nivel que las que hoy se pueden aprender exclusivamente desde grandes volúmenes de datos. En ese sentido, existe bastante consenso dentro de la comunidad científica que el rol de la IA en aplicaciones críticas como el control de terapias intensivas, controladores de vuelos o autos autónomos estará restringida durante bastante tiempo a un rol complementario y de asistencia al ser humano más que al desempeño en forma autónoma en la toma de decisiones.



**En su grupo se han desarrollado algoritmos que modelan comportamientos de personas o grupos de personas, como el fenómeno de comportamiento de personas en las redes sociales. En este sentido, desde la disciplina informática, ¿Cómo se abordan estos desafíos que interceptan indudablemente otras disciplinas como la de psicología, comportamiento humano?**

Nuestros sistemas aprenden a modelar estos comportamientos directamente desde los datos disponibles obtenidos de personas que pertenecen a distintos grupos de riesgos tales como personas con depresión, tendencias suicidas, y conductas de juego patológico. Es muy interesante observar cómo estos sistemas permiten identificar patrones y detectar con una alta precisión a los usuarios con estas patologías, sin tener conocimientos previos en el área clínica y sólo a partir de los datos que estos usuarios publican en sus redes. De hecho, la mayoría de los patrones identificados en el uso del lenguaje, hábitos de usos de las redes sociales y patrones de interacción con sus redes de contacto, suelen corresponderse con los reportados por la literatura clínica especializada en estas patologías. Esto no significa que los sistemas que desarrollamos tengan como propósito reemplazar el diagnóstico de un profesional de la salud mental. Por el contrario, creo que pueden jugar un rol complementario y de asistencia a este profesional brindándole modelos y patrones que sólo podrían ser obtenidos en base al procesamiento masivo de datos que una computadora puede lograr.



Las puertas que abre este trabajo interdisciplinario son incontables y, si bien en nuestro proyecto participan psicólogos que nos ayudan a interpretar los modelos aprendidos, esto recién es el comienzo y se necesitan grupos con investigadores de las distintas disciplinas que brinden una mirada más completa e integradora que la que nosotros podemos tener actualmente desde el punto de vista computacional. En este sentido, un paso importante que hemos realizado es la creación de un instituto de investigación (ICOPS) que precisamente integra investigaciones computacionales, cognitivas, psicológicas y sociales que creemos será un ámbito muy adecuado para el desarrollo de este tipo de análisis integrado de los problemas.

### **¿Nos puede comentar sobre los equipos que desde la UNSL participan en los juegos y competencias internacionales?**

Los integrantes de nuestro proyecto han participado desde hace más de 10 años en distintas competencias internacionales dedicadas a tratar de encontrar soluciones a distintos problemas científicos de interés para la comunidad científica internacional. En nuestra primera participación en la tarea de detección de pedófilos en la red, tuvimos un desempeño apenas aceptable, pero nos sirvió de experiencia para saber el funcionamiento de este tipo de competencias y establecer contactos con grupos de investigación de otros países dedicados al tema. Luego participamos en la detección de fallas en Wikipedia, donde colaboraron con nosotros investigadores de España y México. En este caso, se obtuvo el mejor desempeño en esta tarea, superando a investigadores de Alemania que trabajaban en el tema desde hacía muchos años. A partir del año 2017, participamos sólo con investigadores de nuestro proyecto de investigación en la detección anticipada de riesgos en la Web tales como depresión, anorexia y juego patológico. En todos los casos hemos obtenido el mejor o segundo desempeño en todas las tareas, entre todos los laboratorios participantes de distintos países como Estados Unidos, Rusia, Canadá, Alemania, España, México, etc y se podría decir que nos hemos convertido en referencia a nivel mundial en el desarrollo de este tipo de sistemas.



## **Para relacionar la IA con el Big Data, ¿Cuál es el aporte de la IA al Big Data o viceversa?**

La IA y el Big Data están estrechamente relacionados. La IA, y más específicamente el aprendizaje automático, brindan los métodos y algoritmos que permiten extraer conocimiento útil a partir de grandes volúmenes de datos. El Big Data por su parte, es quien “alimenta” de datos a estos algoritmos y presenta serios desafíos al aprendizaje automático ya que se reciben en tiempo real grandes volúmenes de datos a gran velocidad y de distinta naturaleza como imágenes, textos, sonido, etc. En este contexto, y en la medida que se sigan difundiendo tecnologías que facilitan la captura de volúmenes masivos de datos (redes sociales, redes de sensores, internet de las cosas, etc), la importancia del Big Data y su interacción con la IA irá en aumento no sólo para la obtención de patrones y modelos predictivos sino también para la toma de decisiones en distintos ámbitos.

## **En cuanto a esta área de investigación que es relativamente nueva, ¿Cómo se fue configurando la temática y su grupo de investigación?**

Las temáticas de nuestro grupo se iniciaron a partir de las investigaciones realizadas hace más de 30 años por dos de los pioneros en el área de la IA y los sistemas inteligentes en la Argentina, como lo fueron el creador del LIDIC (Raúl Gallard) y el Dr. Guillermo Simari. El primero me supervisó en mi tesis de Licenciatura en la UNSL y el segundo en mi Doctorado relacionado al aprendizaje automático en la Universidad Nacional del Sur. Sus temas de investigación, tales como el aprendizaje automático, las redes neuronales, los enfoques evolutivos y el razonamiento rebatible han sido continuados en los proyectos que dirijo, si bien ahora enfocados en los sistemas inteligentes para la Web. Actualmente, nuestro proyecto está formado por 15 integrantes locales, 5 Doctores (2

Investigadores de CONICET), 4 Becarios de CONICET, 8 tesistas de postgrado (5 de Doctorado y 3 de Maestría). Además de la co-Directora Leticia Cagnina, participan Luis Avila, Edgardo Ferretti, Dario Funez, Irma Pianucci, María Paula Villegas, María José Garciarena Ucelay, Sergio Burdisso, Juan Martín Loyola, Horacio Thompson, Maximiliano Sa-

pino, Cecilia Toranzo y Ana Maria Jofré. También han participado como investigadores post-doc los Doctores en Psicología Luciana Mariñelarena-Dondena y Fernando Polanco mientras que otros integrantes luego de obtener sus postgrados continuaron sus actividades por fuera del proyecto de investigación como Diego Ingaramo, María Verónica Rosas y Carlos Velázquez. Un integrante más, que si bien ya no se encuentra físicamente con nosotros pero sí en el corazón de todos los integrantes del grupo es el Magister Guillermo Carlos Aguirre, recientemente fallecido.

**Su grupo forma parte del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC), ¿Cómo se fomenta el desarrollo de recursos humanos calificados y cuál es la incidencia de CONICET en la formación de becarios y científicos en la UNSL?**

El LIDIC es sin duda uno de los laboratorios pioneros en el área de la IA y el procesamiento masivo de datos a nivel nacional y reconocido internacionalmente por sus desarrollos publicados en las revistas más prestigiosas del área. El grado de excelencia alcanzado en sus integrantes y tesis de grado y postgrado se fundamentan en una formación de calidad que brindan las carreras de grado y postgrado del Departamento de Informática. En ese sentido, la incidencia del CONICET ha sido destacada a partir de su carrera de investigador y las becas de postgrado y postdoctorado, al igual que las becas de Facultad y la UNSL que han permitido a muchos estudiantes finalizar sus estudios de grado y postgrado.

**Uno de los intereses de estas entrevistas con Directores de Proyectos de Investigación es analizar el grado de cooperación interinstitucional que se tiene desde la UNSL, ¿Cuál es su vinculación con investigadores de otras instituciones de investigación y desarrollo de la Argentina y de otros países?**

En la actualidad nuestro grupo tiene una alta interacción con otros laboratorios de investigación de México, España, Austria, Alemania y Grecia. A nivel nacional, nuestra mayor interacción es con la Universidad Nacional del Sur y la Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Sin



embargo, la interacción no se ha restringido solo al intercambio científico, sino que también se han desarrollado proyectos de transferencia tecnológica en empresas nacionales financiados por la fundación Sadosky.

**¿Surgen nombres de referentes destacados (nacionales y/o internacionales) que desean reconocer por la contribución que hicieron al desarrollo de la ciencia y en la formación de investigadores de la Facultad?**

Sin lugar a dudas, el principal reconocimiento es para Raúl Gallard, quien fue un pilar fundamental para el desarrollo no sólo de la investigación en el LIDIC sino también en las carreras de grado y postgrado en nuestro Departamento de Informática y la Facultad. Un reconocimiento similar merece su compañera y continuadora en el LIDIC, Susana Esquivel, que supo conducir de forma destacada nuestro laboratorio y las carreras de grado y postgrado hasta su jubilación producida recientemente.



## Las campañas de exploración son clave para encontrar más fósiles en la provincia de San Luis

Dra. Laura Cordorniú, Directora del Proyecto: “Estudio de la Biota e interpretación paleoambiental del mesozoico de San Luis y correlación con otras Cuencas de Gondwana Occidental” del Departamento de Geología, FCFMyN.

### **¿Cuál es el objetivo de su Proyecto de Investigación?, ¿A cuál era corresponden sus estudios?**

La investigación que estamos llevando a cabo tiene como principal objetivo el estudio de los restos fósiles, especialmente de la biota que existió en diferentes periodos del Mesozoico (entre 251 y 65 millones de años), esto es durante aproximadamente 86 ma. La tierra en ese momento estaba inmersa en un greenhouse o casa verde, es decir que no existían casquetes de hielo permanentes en los polos y la temperatura promedio era más elevada que la actual. Acompañados de nuestro colegas geólogos se realiza también la interpretación del paleo-ambiente en donde habitaron los animales estudiados.



Campaña de exploración en el Parque Nacional Sierra de las Quijadas

### **¿Qué especies habitaban en nuestra región hace cientos de millones de años?, ¿Qué tipo de vida había?**

En esta era, la tierra y los mares, se poblaron de animales y plantas fascinantes, y se la denomina la “era de los reptiles” porque es aquí donde se produce la gran aparición y diversificación de los dinosaurios, tortugas, cocodrilos, aves, los pterosaurios o reptiles voladores que son los primeros vertebrados que conquistaron el ambiente aéreo en la historia de la tierra, antes que las aves, y por supuesto aparecen los primeros mamíferos. Afortunadamente en San Luis, afloran sedimentos mesozoicos triásicos y cretácicos (todavía no hemos encontrado sedimentos jurásicos) a lo largo de un cordón de sierras, en el oeste de la provincia de San Luis. En diferentes sitios se han encontrado, fósiles de vertebrados como reptiles (probablemente dinosaurios), también diversos fósiles de peces, y existe un yacimiento muy importante con restos de reptiles voladores, llamado Loma del Pterodaustro, en sierra de Las Quijadas. Este nombre hace referencia a la especie del pterosaurio que habitó en esta región llamado Pterodaustro guinazui. Asimismo, hay evidencias de restos de plantas muy importantes que se encontraron en sedimentos cretácicos, edad en donde aparecen por primera vez las plantas con flores en la historia de la tierra (las angiospermas).



**Este Proyecto tiene rasgos interdisciplinarios, ¿Cuál es su formación?, ¿Quiénes fueron los referentes que impulsaron esta línea de investigación en la UNSL?, ¿En qué año se inició y por qué?**

Todo empezó cuando realicé mi tesis de licenciatura con peces fósiles de la Sierra de las Quijadas (año 2000) y luego mi tesis doctoral con los pterosaurios (2007). Mis primeros referentes fueron David Rivarola (FCFMyN) quien fue a ofrecer una beca en paleontología a los alumnos del último año de Biología, y fue así como me interesé en realizar la investigación. Posteriormente Andrea Arcucci (FQByF) y Luis Chiappe (actual director del Instituto de dinosaurios de Los Ángeles, EEUU) me dirigían y codirigían en las becas. Respecto al tema de la tesis de doctorado, no existían especialistas en pterosaurios en el país, es por ello que tuve que estudiar todo desde los papers o trabajos científicos extranjeros, ya que mi director, L. Chiappe, era especialista en aves y se encontraba a miles de kilómetros. Por decirlo de alguna manera, al desconocer la temática mis directores, comencé toda una travesía que empezó por Brasil, en donde hice una pasantía con el único especialista sudamericano en pterosaurios en ese momento. Es decir, no hay mal que por bien no venga, ya que salí en búsqueda de conocimiento y esto me permitió sembrar, sin darme cuenta, las interrelaciones y la interdisciplina y que a futuro sería muy importante tanto para mi carrera como para la institución.



**Gran parte de sus investigaciones se enfocan en nuestro país y desde la región se aporta al conocimiento global de nuestro planeta, ¿Cómo es la vinculación con investigadores de otras universidades de Argentina y del mundo?**

Las investigaciones se focalizaron primero en los restos fósiles de San Luis, los cuales aportaron grandes descubrimientos que tuvieron repercusión mundial, como por ejemplo el hallazgo de un embrión de pterosaurio, que develó el modo de reproducción de estos animales (actualmente solo existen 3 embriones en el mundo de estos reptiles). Como así también otros que tuvieron que ver con el modo de vida de este animal, la neuroanatomía, y con el desarrollo desde estados embrionarios hasta alcanzar la madurez osteológica (ontogenia). Lo más fortuito fue obtener una beca para complementar doctorados de la Fundación Antorchas que me permitió poder viajar por el mundo, observando los restos de estos animales, muchas veces acompañada por L Chiappe. También el gran apoyo que dio en ese momento el Dr. Félix Nieto Quintas, para poder obtener la primera lupa, que permitiría realizar las investigaciones en la UNSL.

Actualmente el grupo de investigación de este proyecto está conformado por investigadores locales, nacionales e internacionales (Chile, España y Francia). Se colabora con reptiles del desierto de Atacama, de Cuba y de Patagonia. También se trabaja con la formación de recursos humanos

en colaboración con el Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre de Francia. La paleontología es una disciplina que se nutre tanto de la biología como de la geología y de otras ciencias. El trabajo interdisciplinario y en equipo es fundamental para poder llevar a cabo investigaciones que son muy costosas, además de que cada investigador aporta su granito de arena al conocimiento. Y sobre todo mantiene viva la llama para seguir avanzando en la paleontología en San Luis.



Rescate de esqueleto de Pterosaurio

**Así como es apasionante el área de investigación, también tendrá sus complejidades, ¿Puede comentar algunas cuestiones que van surgiendo en el proceso?**

En San Luis la paleontología es una disciplina muy nueva, prácticamente casi todas las investigaciones comenzaron a desarrollarse desde el año 2000 en adelante y todavía no disponemos de laboratorio para la preparación del material que se trae del campo. Lo único que disponemos en este momento, es de la lupa que se consiguió en el año 2010 y de



un Repositorio para guardar las muestras y las herramientas. Cuando las condiciones lo requerían, tuve que viajar a diferentes provincias, para solicitar ayuda en la preparación de algunos fósiles, ya que se me hacía imposible hacerlo por mi cuenta sin tener las herramientas adecuadas. Las tecnologías que se usan como por ejemplo micro tomografías computadas (Ct-scan) con buenas resoluciones son inaccesibles todavía en este país, es por ello que para poder obtener buenos resultados es común asociarse con otros investigadores. Espero que en un futuro cercano, podamos disponer de algún laboratorio, que fortalezca aún más los diferentes grupos de trabajo dentro de la institución.



### **A pesar de las complejidades que comenta, ¿Se puede sostener la formación de becarios y científicos en esta área?**

Lo más importante es que a lo largo de estos 21 años se han ampliado los trabajos en paleontología en esta casa de estudios y se han formado especialistas en peces, plantas, insectos y reptiles desde diferentes líneas y que trabajan actualmente en esta universidad, tanto en la FQByF como en la FCFMyN y que compartimos las herramientas de campañas. Por supuesto siempre acompañados con colegas de geología que aportan a la es-

tratigrafía e interpretación paleoambiental. Ha sido posible mantener los recursos humanos, pero no con un bajo costo. Los investigadores que nos hemos formado, hemos realizado las tareas de los técnicos, de los cuales no disponemos, por lo que tuvimos que realizar este doble trabajo con la consecuencia de retardar los descubrimientos.



Campaña de exploración en el Parque Nacional Sierra de las Quijadas

### **En nuestro país, ¿Es posible dimensionar lo descubierto y cuánto falta por conocer de las eras jurásicas?**

Aún queda mucho por hacer, las campañas de exploración serán clave para encontrar más fósiles en la provincia, hay muchos sitios que quedan aún sin explorar. Si avanzamos en esto y en la preparación de laboratorio, que será crucial en un futuro próximo, podríamos recuperar estos tesoros que conserva la tierra en los sedimentos. Estos son patrimonio de toda la humanidad ya que nos permite reconstruir la historia de nuestro planeta a través de millones de años.



## Los sistemas embebidos en aplicaciones científicas

Ing. Carlos Sosa Páez, Director del Proyecto de Investigación “Diseño de arquitecturas Hw/ Sw de Sistemas embebidos orientados a la adquisición y procesamiento de datos y señales en tiempo real para aplicaciones científicas” del Departamento de Electrónica, FCFMyN.

Su Proyecto está orientado al diseño e implementación de sistemas electrónicos para una aplicación específica. El mismo tuvo su origen a partir del proyecto de investigación que dirigía el Ing. Héctor Gellón, que en esa época era el único proyecto donde participaban docentes de la reconocida Área de Electrónica y Microprocesadores.

### ¿Qué cuestiones aborda desde su Proyecto de Investigación?

Principalmente se tiene como idea diseñar un equipo “a medida” que permita adquirir y procesar en tiempo real una determinada señal que se toma del mundo real. En general, tratamos de desarrollar equipos para aplicaciones científicas que no existen en el mercado o son muy costosos y que además podemos implementar con las nuevas tecnologías que tenemos a nuestro alcance.

### **¿Cómo se inserta el proyecto en los avances de la ingeniería electrónica, en general, y de los sistemas embebidos, en particular?**

Con la creación de la Carrera de Ingeniería Electrónica con Orientación en Sistemas Digitales se incorporaron nuevos docentes al área y se generaron líneas de investigación, una de las cuales es el origen del proyecto actual.

El término sistemas embebidos es muy amplio, ya que se refiere a un sistema electrónico destinado a una aplicación específica. Por tal motivo, casi todos los avances que tienen que ver con la electrónica, se van incorporando a los sistemas embebidos. En ese sentido, el crecimiento exponencial de la industria de semiconductores durante los últimos 50 años, que se manifiesta en una reducción de tamaño, disminución del consumo de energía, y el consiguiente aumento de poder de cálculo y procesamiento de datos, ha hecho posible incorporar los sistemas embebidos a juguetes, teléfonos celulares, equipamiento médico, automóviles etc.





**En su proyecto se observa una fuerte influencia de los sistemas basados en lógica programable (FPGA – Fiel Programmable Gate Array), ¿Cómo se posicionaron respecto de esta tecnología, tanto en el contexto nacional como internacional?, ¿Se articularon acciones e investigaciones con otros grupos, en este contexto?**

Todos los avances en electrónica tienen influencia en los sistemas embebidos. Sin embargo, como en nuestro proyecto, trabajamos con sistema en tiempo real, o sea sistema que procesan la información a medida que la van adquiriendo, los FPGA son los dispositivos que mejor se adecuan para esta tarea.

Los FPGA's son circuitos integrados digitales de uso general, configurados por el diseñador del sistema para realizar una tarea particular. Tienen la ventaja, que permite realizar muchas tareas en paralelo, lo que lo distingue de los microprocesadores que trabajan de manera secuencial. Esto le da un gran potencial cuando se debe realizar procesamiento digital de señales en tiempo real. Los FPGA's son una tecnología bastante accesible para países como el nuestro, debido a que el valor del producto final no es un circuito integrado en sí, sino el diseño que se incorpora en él.

Lo que nosotros manejamos es una tecnología bastante poderosa, pero adquiere mayor valor cuando se la aplica para resolver problemas concretos, que en general son de otras disciplinas. Existen varios proyectos finales de carrera donde estudiantes de ingeniería han hecho aplicaciones en áreas distintas a la electrónica.

**¿Cuál fue el impacto en la formación de recursos humanos dentro del área y Departamento que se inserta su proyecto?, ¿Podría comentar cómo es la inclusión y participación de estudiantes de grado y posgrado en el proyecto?**

En el proyecto participan varios estudiantes de grado de la carrera de Ingeniería Electrónica y estudiantes de la Especialización y la Maestría en Sistemas Embebidos. También hay integrantes del proyecto que son

docentes de esas carreras de posgrado. Actualmente hay un egresado de la especialidad en Sistemas Embebidos que participa de nuestro proyecto y otros dos realizando el Trabajo Final.

**¿Qué influencia tuvo la línea de investigación en la generación de nuevas áreas disciplinares y carreras de posgrado que se dictan en el ámbito del Departamento de Electrónica de la Facultad?, ¿Cuál es la proyección que observa en ello?**

Sin duda esta línea de investigación tuvo gran influencia en las carreras de posgrado que se dictan en el ámbito del Departamento, ya sea por la presencia de alumnos y docentes en esas carreras y porque el proyecto ofrece un marco adecuado para realizar los trabajos finales de la Ingeniería Electrónica y las carreras de posgrado.

De cualquier modo, la idea de estas carreras de posgrado, es también ofrecerlas a los profesionales del medio que desarrollan sus actividades fuera de la universidad.

**¿Existe una vinculación de su proyecto con otras áreas multidisciplinares o dieron origen a trabajos multidisciplinarios, en el ámbito de la UNSL?, ¿Cree que hay un área de vacancia en estas temáticas de tecnologías aplicadas?, ¿Es posible la transferencia de conocimientos y tecnologías de las ciencias aplicadas al medio?**

Si, se hicieron trabajos interdisciplinares dentro del ámbito de la UNSL. Además entendemos que la potencialidad del uso de estas herramientas que manejamos toma relevancia cuando se aplican en otras disciplinas. Es nuestro deseo vincularnos con otros proyectos de investigación o entidades, dentro o fuera de la UNSL, con quienes podamos cooperar y compartir nuestro conocimiento.

En la actualidad, los sistemas embebidos poseen un gran impacto e influencia en el mundo laboral, profesional y personal. El Internet de las Co-



sas (IoT), la Industria 4.0 y las Ciudades Inteligentes (Smart Cities), entre otros, son potenciados por estos sistemas e influenciados por la transformación digital en desarrollo, ¿Qué acciones deberían encararse desde la universidad pública argentina, para ser actores relevantes y motores de esa transformación digital, en su articulación con el medio que la alberga?

Creo que las acciones que deben realizarse desde la universidad pública en la temática de nuestra disciplina no distan mucho de otras que también se desarrollan en las otras disciplinas. Quizá desde la universidad se debería valorar más las tareas de los docentes que hacen transferencia a la sociedad. Establecer una cooperación entre la universidad, y en nuestro caso, con el medio productivo, requiere bastante esfuerzo y muchas veces no aporta mucho reconocimiento para ascender en la carrera docente. Creo que esto desalienta, a que la mayoría de los docentes universitarios vean conveniente realizar este tipo de cooperación.

¿Surgen nombres de referentes destacados (nacionales y/o internacionales) que desean reconocer por la contribución que hicieron al desarrollo de la ciencia y en la formación de investigadores de la Facultad?

En lo que se refiere a nuestro proyecto de investigación me parece que fue de gran ayuda la intensa relación que tuvimos desde hace mucho tiempo con el Mlab del ICTP (International Centre of Theoretical Physics), cuyo vínculo inicial fue el Dr. Alberto Colavita. Muchos de los que integramos el proyecto participamos, como estudiantes o profesores, en cursos que organiza esa institución sobre temas de mucha actualidad en nuestra área de trabajo. Esta relación que se mantuvo durante más de 20 años, sin duda, colaboró para mantenernos actualizados en estas tecnologías.

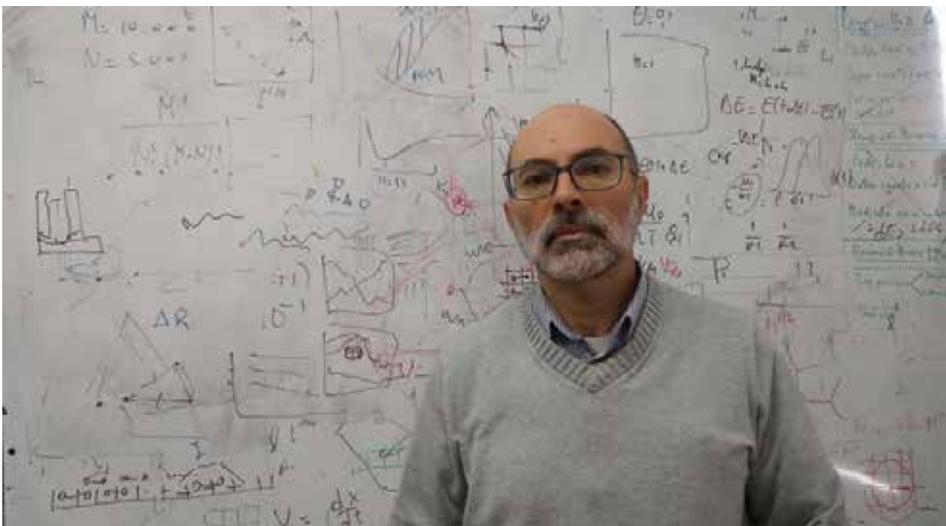
Finalmente, creo muy necesario reconocer al Ing. Hector Gellón como el referente de la UNSL en electrónica. Su calidad profesional, su capacidad de trabajo y su generosidad personal, sin duda fue de gran ayuda para que hoy se haya podido desarrollar una disciplina tecnológica como la nuestra, dentro de una facultad de ciencias básicas.



## La simulación, entre la teoría tradicional y el experimento

Dr. Antonio José Ramirez Pastor, Director del Proyecto de Investigación “Simulación y Mecánica Estadística de Sistemas Complejos” del Departamento de Física, FCFMyN.

Sus primeros pasos en la investigación comenzaron cuando realizó su tesis de Licenciatura en Física en la FCFMyN durante el año 1993 con dirección del Dr. José Luis Riccardo. A partir de ese momento, el Dr. Ramirez Pastor inició su carrera científica y su investigación se desarrolló dentro del grupo Físico-Química de Superficies, que en ese momento dirigía el Dr. Jorge Zgrablich.





## ¿Cuál es la línea de investigación del proyecto que dirige?

Se trata de Simulación y Mecánica Estadística de Sistemas Complejos. El título ya nos anticipa sobre las herramientas que utilizamos. Teniendo en cuenta que la física tiene distintos campos, nosotros en particular nos dedicamos a la mecánica estadística. Somos un grupo que hace teoría en el sentido de “lápiz y papel” y también hace simulaciones computacionales.

## ¿De qué tratan este tipo de simulaciones?

Actualmente en la ciencia se dice que las simulaciones computacionales han llenado un espacio entre la teoría tradicional y el experimento. Dicho en otras palabras, los resultados de la simulación pueden ser comparados con aquellos predichos por una teoría, utilizando el mismo conjunto de fuerzas intermoleculares. Esto provee un test exacto de la teoría, evitando apartamientos de las hipótesis teóricas que generalmente aparecen en los experimentos. En otras ocasiones las simulaciones computacionales se pueden utilizar con el fin de estudiar situaciones muy complejas y que no permiten su abordaje con herramientas teóricas analíticas. En nuestro grupo las simulaciones computacionales son usadas en los dos sentidos, como “experimento de máquina” y como herramienta de cálculo para modelar situaciones experimentales complejas.



### **¿Cuál es el objeto de estudio del grupo de investigación?**

Tiene que ver con los sistemas complejos. Esto engloba una gran cantidad de problemas que abarcan disciplinas diferentes entre sí como la física, química, biología, sociología, entre otras. Se trata de sistemas que están compuestos por muchos elementos (o unidades) y cuya característica principal es que, si uno analiza las interacciones locales que hay entre estos componentes individuales, esa interacción local no alcanza para describir las propiedades que tiene el sistema como un sistema global o propiedades emergentes. Podríamos resumir diciendo que para entender el comportamiento de un sistema complejo se requiere algo más que la simple suma de la contribución de cada elemento. Por ejemplo, uno de los sistemas complejos más sofisticados es el cerebro, cuya principal propiedad emergente es la capacidad de pensar. Esta capacidad de pensar se debe a un conjunto de neuronas que trabajan juntas. Se conoce el funcionamiento de una sola neurona aislada, pero el comportamiento colectivo de un gran número de neuronas no es tan simple como simplemente sumarlo. La capacidad de pensar no está entonces en una neurona aislada sino en un conjunto de ellas, siendo el pensamiento el resultado de la interacción de un gran número de neuronas. En nuestro grupo estudiamos sistemas complejos vinculados principalmente a problemas de superficies y magnetismo.

### **¿Existe alguna otra línea de investigación en el grupo?**

Sí, somos un grupo muy amplio en cuanto a los intereses y formación de sus integrantes. Físicos, químicos, matemáticos, biólogos, e ingenieros usamos el lenguaje común de la mecánica estadística para abordar un extenso abanico de sistemas. Entre ellos se destacan el problema de adsorción de gases sobre superficies sólidas; adsorción de proteínas en solución; fases superficiales autoensambladas; robustez en sistemas interconectados con aplicaciones al problema de ataques sobre redes eléctricas, de internet, etc.; sistemas magnéticos desordenados; modelos sociales de opinión de agentes y hasta problemas de optimización en modelos económicos simples. Aún cuando hacemos ciencia básica y nuestro principal objetivo es contribuir al avance general del conocimiento, en el último tiempo estamos interesados en desarrollar algunas aplicaciones. A través



de un convenio firmado con una empresa local dedicada a la producción de hormigón, estamos colaborando en el desarrollo de un material mixto constituido por hormigón reforzado con fibras plásticas. Estamos aplicando nuestra experiencia en el tratamiento de sistemas compuestos por dos fases, el hormigón y las fibras plásticas en este caso, para determinar los valores óptimos del tamaño y la densidad de fibras, de acuerdo a las propiedades requeridas para el material. Tenemos muchas expectativas en concretar con éxito este proyecto.

### **¿En qué aspecto se relaciona su grupo con las investigaciones de Giorgio Parisi, recientemente ganador del Premio Nobel en Física?**

Todos los que pertenecemos a la comunidad de la mecánica estadística recibimos con gran alegría la noticia que señalaba a Giorgio Parisi como uno de los ganadores del Premio Nobel de Física 2021. Fue muy emocionante, se trata de un investigador muy cercano a lo que hacemos nosotros en el grupo. Justamente el galardón tuvo que ver con los aportes realizados por el Prof. Parisi a la descripción teórica de los sistemas complejos. A modo de anécdota, puedo mencionar que los papers de Mézard, Parisi y Virasoro sobre sistemas magnéticos desordenados fueron los primeros trabajos que comencé a estudiar, cuando iniciaba mis labores como alumno de maestría a principios de los años 90'. Mi director de maestría, y actual colaborador de nuestro grupo, Dr. Eugenio Vogel, ya había tenido contactos con el Prof. Parisi. Estos contactos se extendieron más tarde a otros miembros del grupo, quienes tuvimos la suerte de compartir congresos con el Prof. Parisi e incluso asistir a alguna de sus clases en el Centro Internacional de Física Teórica de Trieste, Italia. El merecido premio obtenido por Giorgio Parisi es también un importante reconocimiento a esta rama de la física vinculada a la mecánica estadística y los sistemas complejos.

### **¿Dónde se aplica la mecánica estadística principalmente?**

Aborda una amplia variedad de sistemas uniendo las teorías microscópicas como física clásica, mecánica cuántica, relatividad y electromag-

netismo con las teorías macroscópicas, principalmente la termodinámica. Podemos decir que la mecánica estadística aporta una interpretación microscópica a nivel de átomos y moléculas de cantidades termodinámicas macroscópicas tales como trabajo, calor, energía libre y entropía. Siempre un ejemplo resulta útil para asimilar mejor estos conceptos. Pensemos en un recipiente que contiene un gas, podría ser el tubo de un vehículo que funciona con GNC. Hagamos ahora un experimento midiendo algunas cantidades macroscópicas después del proceso de carga del tubo. Obtendremos así valores para la presión, temperatura, volumen de gas cargado, etc. A partir de aquí, es la termodinámica quien nos brinda las ecuaciones que nos permiten relacionar entre sí las cantidades medidas. Sin embargo, nada nos dice la termodinámica sobre lo que está ocurriendo a nivel microscópico dentro del tubo. Es en este punto en donde la termodinámica se complementa con la mecánica estadística. Esta última, a partir de ciertas hipótesis sobre los elementos que conforman un sistema y sus interacciones mutuas, nos brinda las bases físicas a nivel [microscópico](#) que dan origen al comportamiento macroscópico descrito por la termodinámica. El poderoso marco teórico que ofrece la mecánica estadística resulta en múltiples aplicaciones que incluyen desde pequeños sistemas físicos hasta galaxias, [sistemas biológicos](#), [químicos](#), e incluso aparecen aplicaciones en campos tan ajenos a la física como la economía y la sociología.

**A través del tiempo los aportes realizados por la física permitieron significativos desarrollos en la generación de nuevas tecnologías, en forma recíproca, ¿Cómo impacta en el desarrollo de sus investigaciones en Simulación los importantes avances tecnológicos?**

Los avances y mejoras que día a día tienen lugar en los sistemas de computación son cruciales para el desarrollo de las investigaciones que hacemos en el campo de las simulaciones en física. En la Facultad contamos con un clúster computacional de alto desempeño, constituido en este momento por aproximadamente 400 nodos, en donde nuestro equipo de investigadores realiza sus experimentos de máquina. De alguna manera tratamos de reproducir en un programa lo que hace la naturaleza, en lugar de hacerlo en un laboratorio tradicional. Cada avance tecnológico en cien-



cia computacional mejora nuestra capacidad de cálculo, brindando mayor precisión al resultado de nuestras investigaciones.

### **¿Se dificultó esa tarea en la época de aislamiento?**

Quienes hacemos teoría no fuimos los más perjudicados durante la pandemia. Nuestro principal equipamiento de cálculo es el clúster “BACO”, una facilidad computacional de alto desempeño que funciona las 24 horas del día y a la que puede accederse de forma remota. Durante el periodo más crítico del aislamiento tuvimos algunos problemas puntuales como cortes de luz u otras fallas técnicas, pero en todos los casos el sistema pudo ser restablecido rápidamente. De todos modos, la vuelta a la presencialidad es de gran valor para nuestra tarea cotidiana. Es altamente aceptado que el trabajo cara a cara tiene un impacto positivo sobre las actividades de investigación.

**Usted dirige el Instituto de Física Aplicada (INFAP), ámbito desde el cual la UNSL es reconocida por sus aportes a la generación de conocimientos tanto en la Argentina como fuera de ella, ¿Cómo se fomenta el desarrollo de recursos humanos calificados y cuál es la incidencia de CONICET en la formación de becarios y científicos en la UNSL?**

El grupo de investigación que dirijo se generó a principios del año 2000, en el ámbito del Departamento de Física. A partir de la creación en el 2007 del Instituto de Física Aplicada (INFAP), un instituto de doble dependencia UNSL-CONICET, nuestro grupo pasó a formar parte del Instituto, como una de sus líneas iniciales. En la actualidad, el INFAP cuenta con ocho líneas de investigación y una de ellas es la de Simulación y Mecánica Estadística de Sistemas Complejos. Con respecto a la formación de recursos humanos, uno de los cinco objetivos generales del INFAP establece como prioritario el contribuir a la formación de académicos altamente especializados en el campo de la Física Aplicada. Esto implica colaborar con la UNSL en la organización y dictado de cursos de posgrado, seminarios y cursos especiales tendientes al mejoramiento de las carreras de grado y posgrado que se dictan en nuestra universidad. De esta manera, la UNSL brinda el respaldo académico y su tradición en carreras científicas, y el CONICET contribuye con becas y subsidios de investigación que posibilitan un mejor desarrollo de las actividades de grado y posgrado. El resultado de esta labor conjunta se refleja en el excelente desempeño de las carreras de posgrado vinculadas a las temáticas del INFAP, Doctorado en Física, Doctorado en Química y Maestría en Ciencias de Superficies y Medios Porosos, las tres categorizadas “A”, máxima categoría establecida por CONEAU.

**¿Cómo es la relación del INFAP con el Departamento de Física y las carreras que se dictan?**

Es una relación absolutamente estrecha, trabajamos casi de forma indistinguible. Los investigadores del INFAP son en su mayoría docen-



tes-investigadores de la UNSL y nos sentimos muy involucrados con la Universidad y sus carreras. En mi caso particular, no sólo realizo mis actividades de docencia en el Departamento de Física, sino que también soy director del Doctorado en Física. Actualmente nuestro Instituto funciona en instalaciones del Departamento de Física, y estamos iniciando el proceso de construcción de un edificio propio. La concreción de esta anhelada meta tendrá un impacto muy positivo sobre todas las líneas de investigación que se desarrollan en el ámbito del INFAP.



## Utilización de desechos plásticos en el concreto asfáltico

Dra. María Elizabeth Médicci, Directora del Proyecto de Investigación “Elaboración experimental de concretos asfálticos mediante adición de desechos plásticos con la finalidad de remediación medioambiental” del Departamento de Minería, FCFMyN.

### **¿Cuáles fueron las motivaciones para llevar adelante este interesante Proyecto?**

La motivación para llevar adelante este proyecto fue el hecho de reutilizar los desechos plásticos incorporándolos en un material de construcción muy importante como lo es el concreto asfáltico en caliente.

### **Desde su proyecto, se impulsa una formación de investigadores integrada en un todo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ¿Es posible cuantificar la contribución del concreto con adición de desechos plásticos al desarrollo sostenible global?**

Con este proyecto no se pretende solucionar la polución generada por los desechos plásticos, pero sí contribuir a dar una alternativa más de utilización de estos materiales.



### **¿Qué tipo de desechos plásticos utilizan en su laboratorio y en qué estado?**

Como estamos en etapa de investigación hemos utilizado distintos tipos de plásticos. Carcasas de computadoras molidas, botellas plásticas molidas, recortes de fabricación de pañales molidos, polietileno molido, caucho molido, obteniendo con cada uno de ellos resultados diferentes.

### **¿La provincia de San Luis cuenta con alguna política de acopio de desechos plásticos?**

Sí, cuenta con 5 plantas de separación de RSU, en donde los productos plásticos en general son un importante porcentaje de los RSU. Los materiales plásticos que en estas plantas se recuperan, se enfardan y venden a recicladoras.

### **El material experimental que su grupo tiene en estudio, ¿Tiene prestaciones comparables a las del concreto comúnmente utilizado para asfaltar calles y rutas?, ¿Cuál es su tiempo de vida, costo, etc.?**

Con los distintos materiales plásticos incorporados se han obtenido resultados diferentes. Los resultados han sido variados, las prestaciones de los concretos en algunas combinaciones han sido inferiores, en otras iguales e incluso superiores a las del concreto asfáltico estándar.

Se está buscando que el tiempo de vida útil se mayor o igual a la vida útil del concreto asfáltico estándar. El costo es el mismo al del concreto convencional, la diferencia la hace el hecho de darle un destino final a un desecho, que de otra manera, permanece en el medio ambiente como un polucionante activo.

### **¿Cuál es la recepción en la comunidad científica y de los prestadores de la región de este nuevo concreto asfáltico?, ¿Ha planificado su grupo realizar alguna transferencia tecnológica del mismo?**

En el medio siempre hay expectativa, pero todavía no hay una posibilidad de hacer una transferencia concreta para ser utilizado de forma masiva hasta que no se logre efectuar la normativa y reglamentación a nivel nacional que avalen y promuevan la elaboración de concretos con la incorporación de desechos plásticos. En este camino hay varias instituciones trabajando a nivel nacional, pero aún no se ha conseguido estandarizar este proceso.

**¿Se podría utilizar este material en otro tipo de construcciones tales como viviendas?**

Si es posible, pero nosotros no estamos trabajando en esa dirección. Nuestro trabajo apunta a construcciones viales.

**Imagino que para llevar adelante sus experimentaciones es necesario el acceso a grandes equipamientos, ¿Con que equipos cuentan en su Laboratorio del Dpto de Minería?, ¿Se trabaja en colaboración con otras instituciones?, ¿Existen convenios?**

Trabajamos en convenio con una empresa privada que brinda colaboración con el aporte de maquinaria para la elaboración y colocación del concreto, el cual se llevó a cabo en un tramo experimental, en una calle perteneciente al ejido Municipal de Santa Rosa del Conlara. También, en conjunto con el laboratorio que posee la Tecnicatura Universitaria en Obras Viales y el laboratorio de la empresa privada, se realizan los ensayos.

**Este proyecto está fuertemente vinculado con la carrera Tecnicatura en Obras Viales, ¿Puede describir la participación y la formación complementaria que adquieren los estudiantes que participan en este proyecto?**

La formación complementaria que adquieren es la de experimentar la elaboración de un nuevo material y compararlo con el concreto estándar, además de la destreza que adquieren en la ejecución de ensayos, en la determinación de mediciones e interpretación de resultados.



### **¿Cómo impactaría a nivel internacional los resultados obtenidos de su proyecto?**

Sin lugar a dudas se espera un impacto positivo a nivel local, nacional e internacional. En muchos países se está trabajando con estos materiales en pos de los mismos objetivos, y como parte de un concepto de la economía circular en la reutilización de estos productos. Hay que tener en claro que esto es un eslabón más, como parte de todo un proceso de reutilización de estos materiales, que comienza con la recolección, separación, clasificación y preparación de los mismos para ser utilizados (lavados, molidos, etc).

### **En una entrevista recientemente realizada, el Rector de la UNSL, mencionó que los profesionales de obras viales tienen empleo pleno, además los egresados y las egresadas de la Ingeniería en Minas tienen una gran salida laboral. Respecto a esto, ¿Es una dificultad mantener investigadores con dedicación exclusiva a la investigación?**

Sí, tal como lo ha manifestado el Sr. Rector de la UNSL, Contador Moriño, todos los egresados de la TUOV están trabajando en obras directamente relacionadas con su especialidad.

Sin lugar a dudas, a pesar de todos los esfuerzos que hace la Universidad, no puede equiparar los sueldos que se logran en la actividad privada, lo cual hace muy difícil retener a los profesionales de este rubro como investigadores exclusivos.

### **¿Cómo está conformado su grupo?**

Nuestro equipo consta de dos profesores exclusivos, Ing. Armando Benegas y quien suscribe y dos profesores de dedicación Simple, Ing Alfredo R. Cortez, el Profesor Carlos Aguilar. El resto de los integrantes son estudiantes del Departamento de Minería.



## Teoría de Juego y estudio de la matemática a través de proyectos

Dra. Patricia Galdeano, Directora del Proyecto de Investigación “Teoría de Juego y Estudio de la matemática a través de proyectos”, del Departamento de Matemática, FCFMyN.

### ¿Cuándo inició su grupo de investigación?

Si bien con parte del grupo estamos trabajando desde el 2018, es un proyecto que se inició en el 2020.

En cuanto a la unión de estas dos áreas que reúne su investigación, ¿Surgió para dar respuesta a alguna situación en particular que existía?

En el Departamento de Matemática una de las áreas más fuertes de investigación es la Teoría de Juego, en la que me formé y soy parte de la misma hace más de 20 años. La Estadística era una herramienta que usábamos, pero es innegable que es un área de vacancia. Por ello, decidimos presentar un proyecto PROICO, que se centre en el trabajo estadístico basado en proyectos.

### ¿En qué tema están trabajando actualmente?

Continuamos con los distintos problemas abordando Teoría de Juego y Estadística, como por ejemplo, determinar el poder de las mujeres dentro de los diferentes ámbitos de la UNSL, cuyos resultados parciales han



sido parte del Trabajo Final de la Licenciatura en Ciencias Matemáticas de uno los integrantes del proyecto.

En otra de las líneas se comenzó a trabajar con el aprendizaje basado en proyectos (ABP), que tiene como fundamento principal el aprendizaje activo por parte del estudiante. Este requiere que los estudiantes desarrollen actitudes de aprendizaje significativo y que reflexionen acerca de lo que están realizando con una actitud comprometida hacia la tarea. El ABP se centra en el proceso de aprendizaje procurando desarrollar además de competencias disciplinares específicas, capacidades vinculadas a la resiliencia, la autoestima, el trabajo colaborativo, la autonomía y la comunicación, entre otras.

### **¿Es posible que con esta aproximación basada en proyectos mejore la motivación de los estudiantes para aprender matemáticas?**

Sin duda, prueba de esto son las numerosas presentaciones finales de estudios estadísticos basados en ABP, que durante 20 años los alumnos y las alumnas de distintos niveles han exhibido en las jornadas de estadística realizadas en nuestra universidad.

### **¿En qué contextos y en qué niveles de enseñanza se puede aplicar la metodología?**

Esta metodología tiene la posibilidad de aplicarse en todos los niveles, siempre adaptando los temas y formas de enseñanza para lograr que llegue al alumnado de la mejor manera.

### **¿Es posible la aplicación de esta metodología para repensar la enseñanza del Bloque de Ciencias Básicas incluido en los nuevos estándares de las ingenierías?, ¿Es una metodología amigable a la hora de cubrir perfiles de egreso que deben cumplir ciertas competencias o habilidades?**

Sí, pero no es una tarea fácil ya que hay que cambiar la forma enseñar-aprendizaje para que se enfoque en el estudiante y no en los docentes,

algo que era muy común en el pasado, pero no hay que olvidar que el estudiante es el que aprende, él es el protagonista, no los docentes.

Trabajar, conocer e investigar los ABP, como ya mencioné requiere que los estudiantes desarrollen actitudes de aprendizaje significativo, que reflexionen acerca de lo que están realizando con una actitud comprometida hacia la tarea.

Es una forma de trabajar a la que no estamos acostumbrados y nos obliga a salir de nuestra zona de confort.

### **¿Han realizado colaboraciones o trabajos en conjuntos con profesionales de otras universidades?**

Estamos trabajando con un referente del área de didáctica de la matemática, el Dr. Marcel Pochulu de la Universidad Nacional de Villa María.

A lo largo de estos años, ¿Han recibido algún financiamiento para la investigación?

Si, los magros recursos asignados a los proyectos de Ciencia y Técnica.

Desde su grupo de investigación, ¿Cómo se promueve la formación y cuál ha sido el aporte a la formación de profesionales?

Desde que estamos en este proyecto, que comenzó en el 2020, tuvimos que enfrentar los desafíos que nos trajo la pandemia, pero a pesar de esta situación dos de los integrantes terminaron la carrera de grado y se encuentran cursando la Maestría y Doctorado en Matemática, así como otra integrante-becaria terminó el Profesorado en Matemática y está cursando la Especialización en Didáctica de la Matemática, que es una carrera fundamental para iniciarse en la investigación de la didáctica de la matemática. Otras dos integrantes están en la etapa final de maestrías.

### **¿Cuál cree que puede ser el impacto de su proyecto en la Facultad?**

Estamos convencidos que este es el comienzo de una propuesta interdisciplinaria y multidisciplinaria, de modo que busquemos provocar un impacto real en la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto en las clases de matemática y/o estadística, como en las otras disciplinas.



## Las prácticas pedagógicas deben transformarse al ser mediadas por tecnología

Mg. Marcela Chiarani, Directora del Proyecto de Investigación “Innovación educativa con Tecnologías Emergentes en el contexto de las Prácticas Educativas” del Departamento de Informática, FCFMyN.

### **¿Cuáles son los objetivos del proyecto de investigación que dirige?, ¿Puede describir la trayectoria del área de investigación?**

Este grupo de investigación se plantea un doble propósito, el primero podemos decir que es de acción, para potenciar la reflexión de las prácticas educativas; y un segundo propósito de investigación, para generar conocimiento y comprensión de las tecnologías emergentes en un contexto educativo.

El objetivo principal del proyecto es analizar, diseñar e implementar modelos pedagógicos y estrategias didácticas para el desarrollo de Prácticas Educativas Abiertas (PEA) aplicado a prácticas educativas innovadoras con tecnologías emergentes. Además, el proyecto propone difundir las PEA y promover el intercambio y discusión acerca de las prácticas educativas innovadoras con tecnologías emergentes diseñadas y desarrolladas a partir de la investigación acción.

Nuestro interés se inicia con una primera mirada a los recursos educativos abiertos apoyados en la concepción del acceso abierto. Hoy más que nunca, las redes de conocimiento mediadas por las tecnologías atraviesan los contextos educativos en forma disruptiva, bajo una noción distinta de la creación y distribución de conocimiento que reconfigura la clase tradicional. Las PEA contribuyen a plantear alternativas que fortalecen la educación y brindan la posibilidad de expandir los conocimientos de una manera accesible.

**Hace exactamente 20 años, desde su grupo de investigación se realizó la implementación de las “Aulas Virtuales” en la Facultad, la que constituye un hito en la UNSL, ¿Cómo recuerda esa experiencia?**

Para ubicarnos el grupo que integra el proyecto de investigación están vinculados a los profesorados de Ciencias de la Computación y al de Tecnología Electrónica de la facultad. Nuestro interés siempre fue la innovación y las tecnologías emergentes en el ámbito educativo. Para ese entonces, cuando empezamos en el proyecto, tomamos contacto con las plataformas de gestión de aprendizaje de código abierto para generar aulas virtuales como espacio de encuentro virtual entre el docente y los estudiantes. Espacios que trascendieron los muros de la Universidad. Luego, abordamos temas como objetos de aprendizaje al que se le sumaron los recursos educativos abiertos que propiciaban, entre otras cosas, el disponer de material educativo en formato digital de acceso libre.

La experiencia de Implementar Aulas Virtuales fue muy enriquecedora; tanto que actualmente seguimos investigando su potencial. Prueba de esto, son los trabajos finales de la Licenciatura en Ciencias de la Computación en relación a las aulas virtuales, trabajos de especialización y trabajos de maestría que surgen desde el proyecto de investigación, como así de pasantías de investigación con docentes de las escuelas y alumnos de profesorado. El grupo original aún se mantiene integrando en el proyecto a lo que se fueron sumando otros docentes. Actualmente está conformado por doce docentes de la FCFMyN, un docente de FCH, un docente y una egresada de la FQByF, una becaria de la FCH y un estudiante del profesorado a través de una pasantía de investigación.



Con el transcurso del tiempo los Recursos Educativos Abiertos comienzan a ofrecer una oportunidad estratégica de mejorar la calidad de la educación, ¿Cómo impacta en el intercambio de conocimientos y el aumento de capacidades de investigación?

Todas las acciones que se llevan a cabo para promover el uso de Recursos Educativos Abiertos (REA), son acciones que llevan un proceso de concientización y apropiación, por ello nos planteamos retos como la organización del Workshop de Prácticas Educativas Abiertas (WPEA) y la Revista Digital Docentes Conectados, ambas acciones nos permiten conectarnos con otros grupos de investigación con el fin de articular de forma permanente la investigación, la acción y la formación.

### **En un ámbito de enseñanza tradicionalmente presencial como es la UNSL, ¿Cómo influyen los REA en el marco de la innovación tecnológica y pedagógica?**

Para comprender qué son los REA, se puede decir que son materiales digitales de cualquier formato, usados para la enseñanza, el aprendizaje o la investigación, disponibles en internet y que se ofrecen bajo una licencia abierta para ser utilizados y adaptados a los contextos particulares.

Desde el año 2020 los docentes están inmersos en cambios propiciados por la pandemia. La clase presencial fue reconfigurada en espacios virtuales, por lo cual muchos docentes buscaron material digital y muchos otros, se transformaron en productores de contenidos para enviar a sus estudiantes. Si se desea que estas acciones tengan sustento en los próximos años, los cambios deben estar acompañados desde la mirada reflexiva tecnológica y pedagógica, consolidando la innovación educativa.

En Internet encontramos repositorios de recursos educativos abiertos, repositorios institucionales y repositorios temáticos, que nos permitió su reutilización en nuestras clases. El potencial está en reutilizar, revisar, remixar y compartir dichos materiales.

Como efecto colateral de la pandemia, ¿Cree que se aceleró el proceso de transformación de la educación?, ¿Qué se debe hacer para que la labor educativa no se torne obsoleta sino desafiante y disruptiva?

La situación de pandemia condujo a muchas personas hacia una mirada de cambio, de posibilidades de encontrar formas diferentes de llegar a sus estudiantes. Como por ejemplo, docentes que utilizaron WhatsApp, Instagram, Facebook de formas tan creativas, que grabaron sus clases y editaron sus videos, o incursionaron en realizar podcasts. Más desafiante y disruptiva que esta situación no me imagino.

No obstante, para otros docentes esta situación de pandemia los encontró sin preparación para tal transición de lo presencial a lo virtual. En este contexto, el concepto de formación continua toma fuerza y promueve que todo docente en la actualidad debe apropiarse de las tecnologías de manera de repensar los qué y los cómo de la propia práctica docente. No hay duda que la apropiación de tecnologías debe estar presente en la formación de futuros docentes.

Su grupo de investigación forma parte del Centro de Informática Educativa, que desarrolla sus actividades en coordinación con el Departamento de Informática, ¿Cuál fue la influencia o importancia en la formación de recursos humanos ligados a la investigación del Centro y al desarrollo de las carreras que se dictan en el ámbito del Departamento?

El Centro de Informática Educativa tiene la tarea de administrar el campus virtual “Aulas Virtuales” como así también realizar el asesoramiento técnico pedagógico de la misma.

A partir de varias capacitaciones que se vienen ofreciendo tanto a docentes de la Facultad como de otras instituciones educativas, se puede advertir que muchos docentes de la facultad ya conocían y contaban con espacios virtuales de aprendizaje. Varias materias del Profesorado en Computación están en la plataforma “Aulas Virtuales” con el objetivo de facilitar la comunicación con los estudiantes y propiciar espacios de aprendizaje. Pero también se utilizan otras plataformas de aprendizaje como el classroom, o simplemente Google meet y correo electrónico.

Claramente la importancia en la formación de recursos humanos ligados a la investigación abre la posibilidad de indagar y reflexionar. Las prácticas pedagógicas se modifican y transforman mediadas por la tecnología, siempre y cuando el resultado no esté vacío de contenidos, por el solo hecho de usarla. Innovar en educación no es solamente hacer algo distinto en el aula o usar tecnología.



### **¿Cuáles acciones o resultados fueron los mayores logros en los que participó su grupo de investigación?**

Nuestras acciones buscan la forma de promover un espacio de colaboración para la reflexión, la innovación y la experimentación con PEA tendientes a la innovación educativa.

La revista digital es uno de nuestros logros como grupo, que se consolida año a año, su distribución es bajo el paradigma del acceso abierto.

Otro logro que promueve los objetivos del proyecto es el workshop de Prácticas Educativas Abiertas, en la cual se interactúa con el grupo ISEDU y se nutre con sus integrantes. Este año se realizará el IV Workshop que cuenta con la participación de docentes investigadores de diferentes países y de diferentes provincias argentinas.

En la última edición, además de los debates virtuales, incorporamos conferencias y talleres en modalidad también virtual, con temáticas diversas. Dado que estas actividades tuvieron muy buena aceptación, quedarán incorporadas en las próximas ediciones.

Otro logro por la temática del proyecto fue la posibilidad de formar parte de la Maestría interinstitucional en Enseñanza en Escenarios Digitales con modalidad a distancia, en la cual varios docentes del proyecto son tutores. También nuestra investigación permitió proponer en la carrera, el dictado de dos módulos relacionados a los REA y contar con estudiantes de la Maestría que están haciendo sus trabajos finales en la temática de nuestro proyecto.

### **¿Qué significó la creación de la Revista Docente Conectados?, ¿Cómo miden el impacto de la misma en la comunidad educativa?**

La revista digital es un espacio de interacción constante con otros proyectos de investigación, que surge a partir del workshop y la posibilidad de publicar los trabajos presentados, ya no como resumen sino como trabajo completo. El impacto de la misma se visualiza en los trabajos que se reciben y su posterior evaluación. Ya contamos con trabajos para ser publicados en las ediciones de este año. Sin duda se genera una sinergia

entre los distintos actores del workshop, la maestría y el proyecto de investigación que nutre y potencia el trabajo realizado.

**¿Puede comentarnos los próximos desafíos en su área de investigación?**

Las tecnologías emergentes en el ámbito educativo generan un abanico de posibilidades que deberemos seguir profundizando en nuestra investigación. En lo particular, estamos ejecutando el tercer año de ejecución del proyecto de investigación y en nuestra planificación el mayor desafío es impulsar que los integrantes finalicen sus tesis de posgrado. Además, nos proponemos continuar con la organización del workshop y la revista digital, que afiance el acceso abierto en nuestra comunidad de investigadores, docentes y estudiantes.



## Caracterización de materiales mediante sonda de electrones

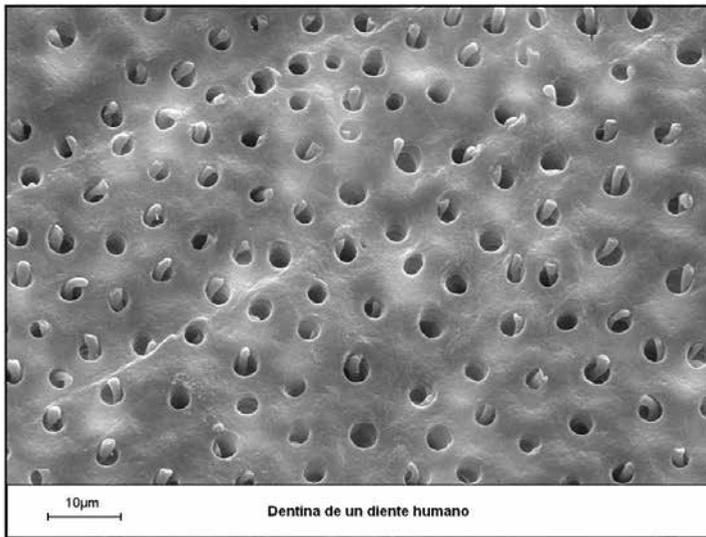
Dra. María del Rosario Torres Deluigi, directora del Proyecto “Caracterización de materiales mediante sonda de electrones” del Departamento de Física, FCFMyN.

La formación académica de grado de la profesional se basa en dos carreras de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales: el Profesorado de Enseñanza Media y Superior en Matemática, Física y Cosmografía y la Licenciatura en Física. En cuanto a posgrado se recibió de Magíster en Energías Renovables, título obtenido en la Universidad Nacional de Salta en 2001, y se graduó como Doctora en Física por la FCFMyN-UNSL, carrera finalizada en 2005.



### ¿De qué se trata su proyecto de investigación?

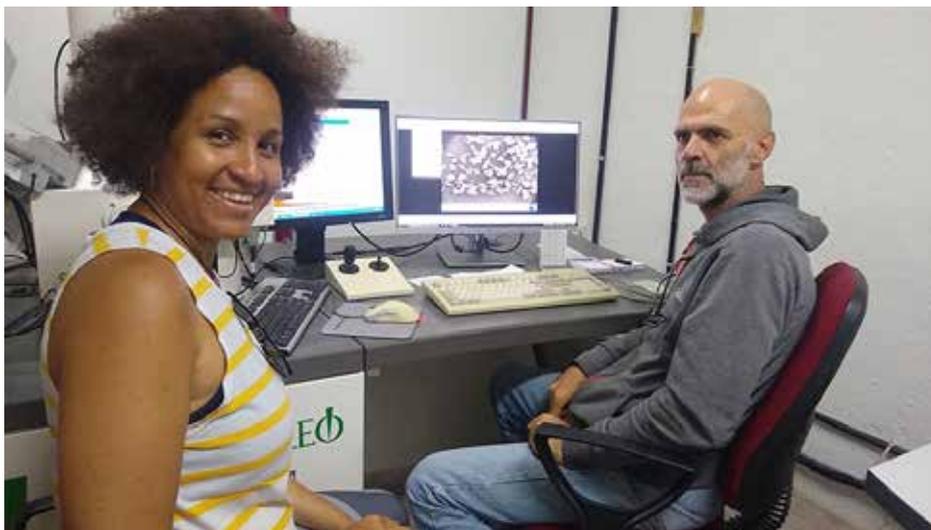
En este proyecto estudiamos procesos físicos fundamentales de la Microscopía Electrónica de Barrido (Scanning Electron Microscopy: SEM) y el Microanálisis con Sonda de Electrones (Electron Probe Micro Analysis: EPMA), con el propósito de desarrollar metodologías que permitan optimizar la caracterización de materiales. Estas técnicas se basan en los procesos de interacción entre los electrones que pertenecen a un haz incidente y los átomos de la muestra analizada. Como consecuencia de esas interacciones la muestra emite diversas señales que permiten conocer la morfología, topografía y composición química de pequeñas cantidades de material.



Dentina de pieza dental humana

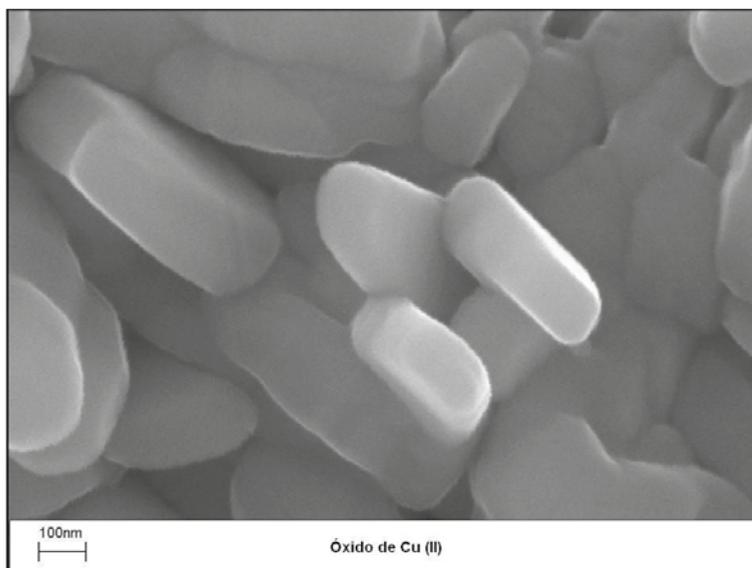
### ¿Qué características tiene el Laboratorio donde realiza sus investigaciones?

El desarrollo de este proyecto se lleva a cabo en el Laboratorio de Microscopía Electrónica y Microanálisis (LABMEM) que tiene doble dependencia (UNSL y CCT-SL) y cuya página web es <http://labmem.unsl.edu.ar>. De modo que en el LABMEM se realizan tareas de investigación y de docencia. Además, el laboratorio brinda servicios técnicos de primer nivel a empresas e investigadores de instituciones estatales y privadas, tanto locales como de provincias vecinas.



### ¿Cómo está organizado el Laboratorio?

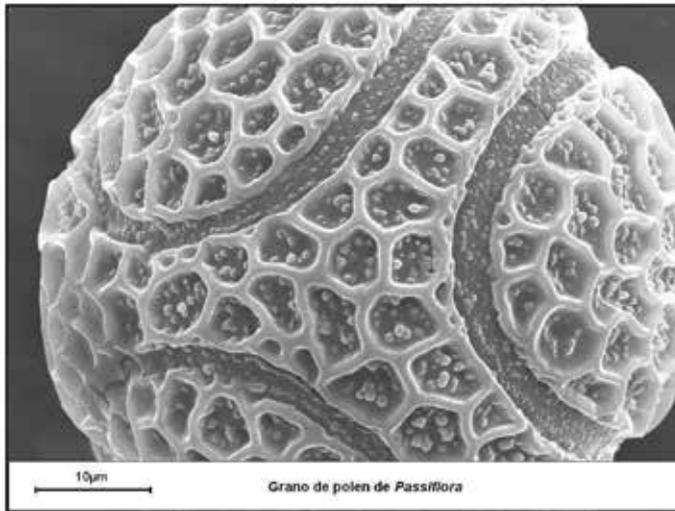
Está dirigido por un Consejo de Administración integrado por cuatro docentes investigadores designados por el Consejo Superior de la UNSL, y de manera rotativa se designa entre ellos a un Responsable del laboratorio, actualmente me encuentro ejerciendo esa designación.



Cristales de óxido cúprico ( $\text{CuO}$ ) cuya longitud está comprendida entre 100 y 300 nanómetros.

### ¿Tiene vínculo con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación?

El LABMEM está adherido al Sistema Nacional de Microscopía (SNM), dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación. El SNM realiza un seguimiento en tiempo real del uso de todos los equipos adheridos, de modo que al ingresar a su página web se puede conocer qué tipo de muestra se está analizando y quién es el operador que está efectuando ese análisis en cada laboratorio. Lo cual asegura transparencia del uso del equipamiento, y también el acceso al mismo de todos usuarios que lo demanden. También, la adhesión a este sistema permite el acceso a subsidios para reparar, actualizar y adquirir equipamiento. En definitiva, se busca garantizar la amortización de las inversiones realizadas en todo el país para adquirir estos equipos de envergadura.



Grano de polen de Passiflora cuyo, diámetro es de aproximadamente 60 micrones (la flor de esta especie es comúnmente llamada "Pasión de Cristo").

### ¿Cuál es el equipamiento más importante del espacio?

El principal equipo del LABMEM es el SEM, el cual posee amplia capacidad analítica, entre  $Z=4$  (Be) y  $Z=92$  (U). Este microscopio tiene acoplados dos espectrómetros de rayos X, uno dispersivo en energías y otro



dispersivo en longitudes de onda (por sus siglas en inglés: EDS y WDS, respectivamente), que permiten registrar los espectros de rayos X emitidos por la muestra, y a partir de ellos realizar los análisis químicos cualitativos y cuantitativos. Las señales que se analizan provienen de una pequeña región, llamada volumen de interacción, que mide alrededor de un micrón cúbico, por eso hablamos de microanálisis de rayos x producidos mediante el impacto de electrones.

### **¿De qué manera el equipamiento del LABMEM permite el desarrollo de su investigación?**

Actualmente, uno de los objetivos del proyecto es estudiar la estructura electrónica de algunos metales de transición cuando se encuentran integrando diferentes materiales. En particular, nos interesa comprender los cambios que provocan los estados de oxidación y el entorno químico local alrededor de los centros metálicos. Esta temática está comprendida dentro del campo de la Física Atómica y Molecular.

Para ello medimos y analizamos las líneas de emisión de rayos-x de los elementos de interés en distintos compuestos, y particularmente centramos nuestro interés en las líneas no diagramadas para investigar los fenómenos que las originan. Para ello, los compuestos son excitados mediante el bombardeo de electrones en el SEM que tiene acoplado un WDS (Wavelength Dispersive Spectrometer). Este espectrómetro tiene gran resolución espectral y permite observar líneas satélites, provocadas por ejemplo por los átomos ligados al principal, y también líneas producidas por las vacancias simultáneas que provocan los electrones incidentes.

Además, estas mediciones pueden ser complementadas con otras efectuadas con equipamiento de mayor envergadura y de última generación, como lo es el Sincrotrón SIRIUS de Campinas (San Pablo, Brasil). De manera que, se pueden llegar a determinar parámetros cuánticos específicos, como el estado de espín de los orbitales moleculares involucrados en las transiciones electrónicas en los cuales se originan esas líneas no diagramadas.



**¿Quiénes son los referentes que impulsaron esta línea de investigación en la Facultad?, ¿En qué año se inició y por qué?**

La temática específica de este Proyecto de Investigación no tenía referentes en la Facultad ni en nuestra Universidad. Pero, fue precisamente en esta temática en la cual encontré los principales resultados de mi Tesis Doctoral, los cuales fueron publicados en importantes revistas internacionales. El Director de la misma fue el Dr. José Alberto Riveros de la Vega de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física (FAMAF) de la Universidad Nacional de Córdoba, y Co-Director fue el Dr. Roberto Olsina (Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, UNSL). De modo tal que, decidí continuar investigando en esta línea y conformar un nuevo grupo de investigación, en particular en 2006 realicé la presentación de mi primer Proyecto de Investigación (el PROIPRO 3-0307).

**Con respecto al rango de aplicación de su investigación para la resolución de problemas, ¿Qué disciplinas abarca?**

Las técnicas en las cuales se basa mi investigación se pueden aplicar para analizar muestras orgánicas e inorgánicas, por ejemplo muestras: biológicas, minerales, metálicas, cerámicas, microelectrónicas, aleaciones, arqueológicas, forenses, odontológicas, entre otras. Por lo tanto, la aplicación en investigaciones científicas y en la resolución de problemas



industriales, es directa y de carácter muy amplio. Además, comprende varias áreas del conocimiento tales como Geología, Biología, Arqueología, Química y Física.



En cuanto a los recursos humanos integrantes del proyecto, ¿Proviene específicamente de la disciplina de física tienen una apertura y participación inter y multidisciplinaria?

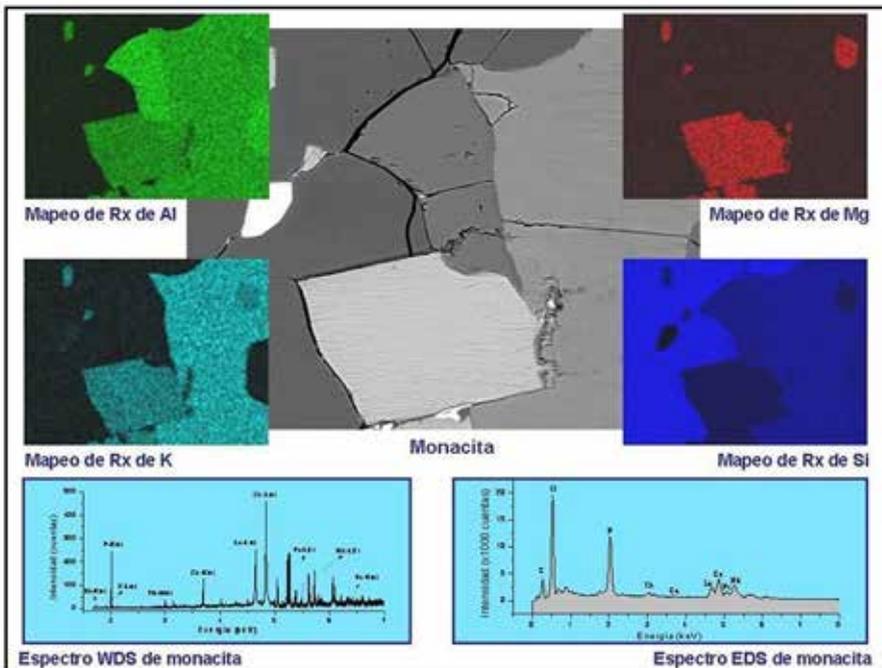
En particular, actualmente el proyecto está integrado por físicos y biólogos. En otras oportunidades, también hemos sumado integrantes de otras disciplinas, como Geología y Química, quienes realizaron Pasantías, Tesinas y Tesis en la temática de este Proyecto.



Uno de los intereses de estas entrevistas con Directores/as de Proyectos de Investigación es analizar el grado de cooperación interinstitucional que se tiene desde la UNSL, ¿Cuál es su vinculación con investigadores de otras instituciones de investigación de la Argentina?

Mantenemos una fluida vinculación con investigadores del “Laboratorio de Microscopía Electrónica y Análisis por Rayos X” (LAMARX), y también del grupo de investigación “Espectroscopía Atómica y Nuclear” (GEAN), ambos de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física (FAMAF) de la Universidad Nacional de Córdoba, con quienes existe una sólida relación de cooperación e intercambio que se ha concretado en la coautoría de artículos científicos y codirección de tesis.

### ¿Cuáles fueron los principales resultados que se desprenden del trabajo de su grupo de investigación?



Al centro de la figura y en tonos de grises se muestra una imagen de electrones retrodispersados, de un corte delgado y pulido, del mineral llamado Monacita. A su alrededor se observan los mapeos de rayos X, que indican la zonación de los elementos presentes en la muestra. En la parte inferior se presentan los espectros obtenidos con EDS y WDS.



El hecho de poder estimar parámetros atómicos mediante los resultados experimentales obtenidos, me permitió hacer más concretos, y cercanos a mi realidad como docente investigadora, conocimientos teóricos estudiados en Física Cuántica. En particular, las mediciones de espectros de alta resolución obtenidos en el Sincrotrón de Campinas, me permitieron aplicar el principio incertidumbre de Heisenberg para estimar los tiempos de vida promedios de las vacancias que originan ciertas líneas de emisión.

Además, buscando interpretar resultados experimentales pude vincularme con prestigiosos científicos de Japón y de Holanda, quienes habían desarrollado diferentes métodos teóricos que permiten calcular espectros. De estas colaboraciones surgieron relevantes publicaciones en coautoría.

Otro resultado muy valioso se obtuvo analizando mediciones que se efectuaron empleando únicamente equipamiento del LABMEM. El mismo forma parte de una Tesis Doctoral realizada en este proyecto, y fue publicado en la revista de alto índice de impacto “Microscopy and Microanalysis”. En este trabajo se obtuvo un método que permite convertir las imágenes que forman los electrones retrodispersados en un SEM, en imágenes que brindan directamente el número atómico medio de las diferentes fases de la muestra.



## Estudio axiomático de la asignación de recursos

Dr. Agustín Bonifacio, director del Proyecto “Estudio axiomático de la asignación de recursos – juegos de formación de coaliciones y asignación de estudiantes a escuelas” del Departamento de Matemática, FCFMyN.

Su investigación actual se concentra en dos grandes áreas: las funciones de elección social no manipulables y los juegos de formación de coaliciones y, en particular, los modelos de asignación bilateral.

### **¿Qué le atrajo de San Luis para venir a cursar su Doctorado en Matemática en la FCFMyN?**

Habiendo estudiado las Licenciaturas en Economía y Matemática en la Universidad Nacional de Río Cuarto, tenía claro que quería hacer investigación en teoría económica. En particular en modelos de interacción estratégica, lo que comúnmente se denomina “Teoría de juegos”. El Instituto de Matemática Aplicada San Luis poseía, y considero que aún posee, al mejor grupo de investigación en el tema del país, por eso decidí venir a San Luis a hacer mi Doctorado.

### **¿Qué temas abarca su proyecto de investigación?**

Las funciones de elección social son abstracciones que tratan de estudiar cómo asignar recursos dentro de una sociedad teniendo en cuenta las preferencias de los miembros de esa sociedad, por ejemplo, pensemos en



los sistemas de votación que utilizamos para elegir a nuestros representantes o en los sistemas de precios que utilizamos para organizar nuestra economía. En general, las preferencias de los agentes son información privada y por esto los agentes pueden tener incentivo a mentir a la hora de declararlas. Por ejemplo, en una elección, ¿quién no ha mentido votando estratégicamente para que gane el “menos peor” de los favoritos?. Lo que tratamos en estos estudios es entender cómo son las funciones de elección social inmunes a este tipo de comportamiento.

En tanto, en los juegos de formación de coaliciones cada agente tiene preferencias sobre los distintos subconjuntos que lo involucran y el problema consiste en predecir qué grupos de agentes, que en la jerga se denominan “coaliciones” terminarán formándose. Un caso particular de suma importancia en aplicaciones son los modelos de asignación bilateral en los que existen dos lados bien identificados del mercado (hospitales y doctores, colegios y estudiantes, o firmas y trabajadores) y debemos estudiar cómo realizar asignaciones “estables” entre estos grupos.

### **¿Con cuáles profesionales se encuentra trabajando actualmente en su Proyecto de Investigación?**

En el PROIPRO se encuentran involucrados el Dr. Pablo Neme (como co-director) y la Dra. Noelia Juárez, ambos docentes de nuestro Departamento de Matemática y miembros del Grupo de Teoría de Juegos del Instituto de Matemática Aplicada San Luis (GTJ-IMASL), del que también formo parte. Trabajamos en colaboración con otros integrantes del GTJ-IMASL. En particular, junto al Dr. Jorge Oviedo y la Dra. Nadia Guiñazú estamos estudiando la estructura de modelos de asignación bilateral muy generales.

Con el Dr. Pablo Neme también estoy trabajando en otras dos líneas de investigación. En la primera, junto con el Dr. Jordi Massó de la Universidad Autónoma de Barcelona, tratamos de entender cómo deben ser las preferencias de los agentes para que las funciones de elección social no se puedan manipular. En la segunda, junto con la Dra. Elena Iñarra de la Universidad del País Vasco, estamos estudiando una nueva noción de equilibrio para juegos de formación de coaliciones.

Otro trabajo que puedo nombrar es el que estoy realizando junto al Dr. Pablo Arribillaga (también del GTJ-IMASL) y el Dr. Marcelo Fernández (de la Johns Hopkins University), referido a una noción débil de inmunidad a manipulación de funciones de elección social. En este contexto, estudiamos qué reglas de votación cumplen este requisito.



Bonifacio junto a Pablo Neme y Elena Iñarra de la Universidad del País Vasco en la UNSL, agosto 2019

**En su área de investigación, ¿Se promueve el trabajo interinstitucional y la vinculación con investigadores de otras universidades de Argentina y de otros países?, ¿En cuáles Universidades ha tenido la oportunidad de realizar estancias académicas?**

Mantener una nutrida red nacional e internacional de colaboración científica es fundamental. Tuve la suerte de realizar estudios bajo la supervisión de William Thomson en el Departamento de Economía de la Universidad de Rochester, Estados Unidos, mientras realizaba mi Doctorado en la UNSL, gracias a una beca Fulbright. Además, realicé dos estancias de investigación en la Universidad Autónoma de Barcelona, invitado



por Jordi Massó, y una estancia de investigación en la Universidad del País Vasco en Bilbao, invitado por Elena Iñarra.



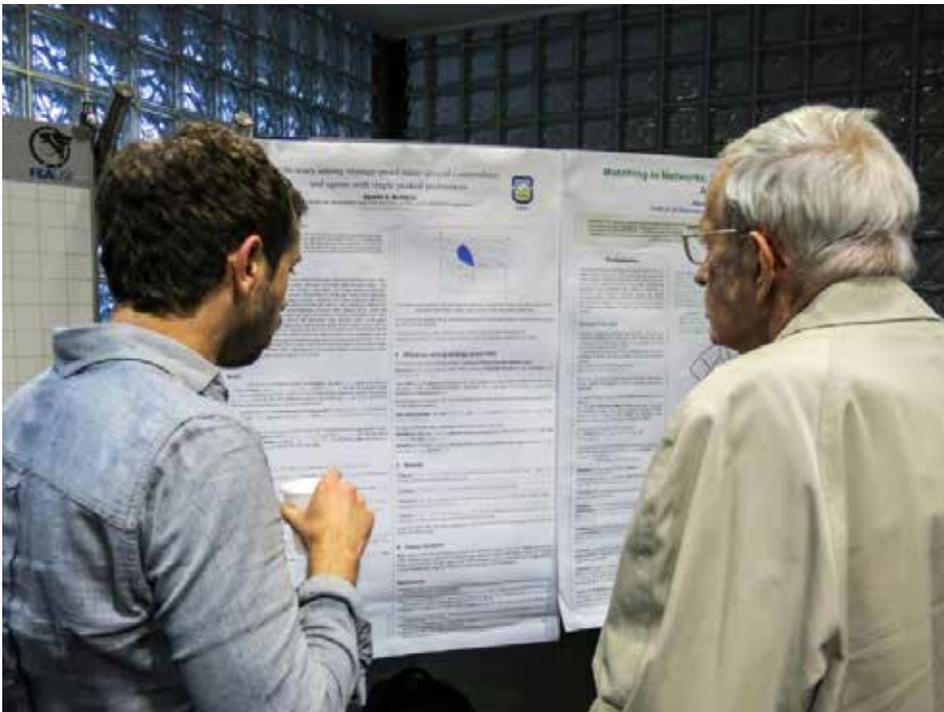
Agustín a integrantes del GTJ-IMASL y Alvin Roth (premio Nobel en Economía 2012) en San Pablo, Brasil, 2014.

### **¿Quiénes son los referentes que impulsaron esta línea de investigación en la Facultad?**

El estudio de la Teoría de Juegos en San Luis comenzó en la década de 1960, con el trabajo pionero del Prof. Ezio Marchi, quien se doctoró bajo la supervisión de Ewald Burger, autor de uno de los primeros libros de texto de la disciplina en lo que todavía era la Universidad Nacional de Cuyo. Desde entonces muchos de sus discípulos continuaron su legado, formando el GTJ-IMASL. Dos de ellos, el Dr. Alejandro Neme (director del GTJ-IMASL) y el Dr. Jorge Oviedo fueron mis supervisores en el Doctorado.

### **¿Pertenece a alguna organización de la rama de la matemática o de la economía?**

Soy socio de la Unión Matemática Argentina (UMA), que actualmente preside el Dr. Alejandro Neme, y de la Econometric Society, que es una sociedad internacional para el avance de la teoría económica en su relación con las matemáticas y la estadística. También, formo parte de la Red Nacional de Investigadores en Economía (RedNIE), que publica una serie de documentos de trabajo y realiza seminarios virtuales. Además, desde noviembre de 2021 tengo el honor de ser Vocal Titular en el Consejo Directivo de la Asociación Argentina de Economía Política (AAEP). Esta asociación nuclea a un gran número de economistas académicos del país y su principal actividad consiste en realizar una reunión anual para la discusión de trabajos.



Discutiendo su investigación con John Nash (premio Nobel en Economía 1994) en San Pablo, Brasil, 2014

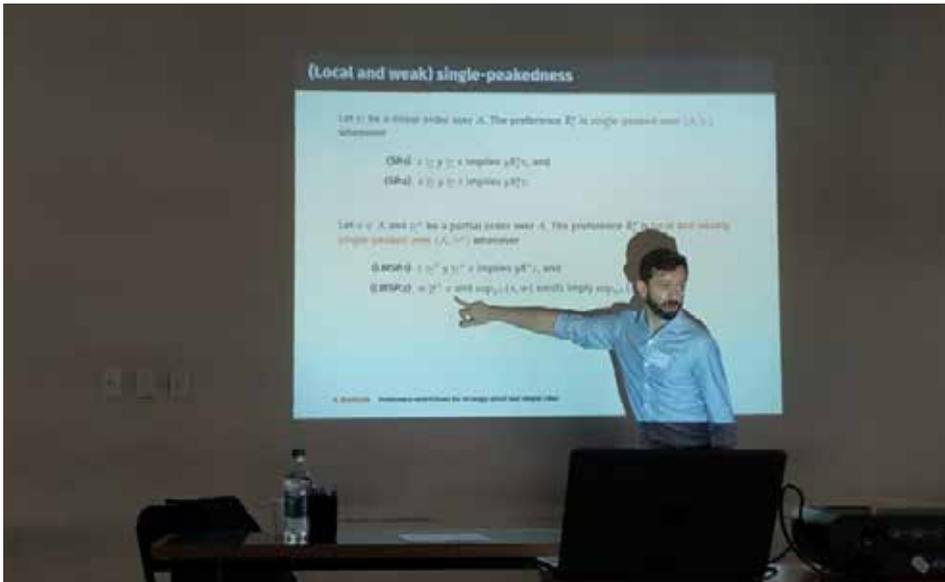


### **¿Qué reconocimientos tiene el Grupo de Teoría de Juegos del IMASL?, ¿Usted ha recibido alguno?**

El grupo tiene una larga trayectoria y mucho reconocimiento tanto nacional como internacional. Según Research Papers in Economics (RePEc), una base de datos que analiza la investigación en economía a nivel global, nuestro grupo se encuentra muy bien posicionado en el país, ya que estamos dentro de las primeras 10 instituciones en producción científica, y somos la primera fuera de la provincia de Buenos Aires. El director de nuestro grupo, Alejandro Neme, además de ser Profesor Emérito de la UNSL y presidente de la UMA, recibió el premio Konex en Teoría Económica en 2016 y fue nombrado Fellow de la Society for the Advancement of Economic Theory (SAET) en 2020. Por mi parte, recibí el premio de la Academia Nacional de Ciencias Económicas para publicaciones en el año 2015, por un trabajo surgido de mi tesis doctoral.

### **¿Qué impacto tiene en la sociedad lo que realiza desde su grupo de investigación?**

Si bien las contribuciones de nuestro grupo son completamente teóricas, el desarrollo de los modelos que estudiamos ha permitido rediseñar mercados y crear de la nada nuevas formas de interacción social. Por dar un ejemplo, consideremos los modelos de asignación bilateral (two-sided matching, en la jerga académica). El principal referente en este tema es Alvin Roth, quien ganó el premio Nobel en Economía en 2012 junto a Lloyd Shapley, uno de los “padres fundadores” de la teoría de juegos. Estos modelos han permitido rediseñar los complejos sistemas de asignación de médicos residentes a hospitales en varios países del mundo como Estados Unidos e Inglaterra, y de estudiantes a escuelas en muchas ciudades como Nueva York y Boston. Además, Alvin Roth e investigadores del área, junto con médicos y políticos diseñaron el “Programa de intercambio de riñones de Nueva Inglaterra” que permite emparejar donantes renales con receptores compatibles.



Dr. Bonifacio presentando en la AAEP 2021 en Buenos Aires

## ¿Cómo vislumbra el futuro de la teoría de juegos y la teoría de la elección social?

La intersección de la teoría de juegos y la teoría de elección social dio por resultado lo que hoy se denomina la “teoría del diseño de mecanismos”. El diseño de mecanismos cambia el objeto básico del análisis económico desde la asignación de recursos hacia el plan social o mecanismo de asignación que especifica cómo esa asignación de recursos debería depender de la información que poseen los individuos de la sociedad. Este cambio de punto de vista permite diseñar nuevas instituciones sociales con mejores propiedades en términos de eficiencia y equidad. Las aplicaciones de la teoría son cada vez más relevantes e importantes. Además de las aplicaciones de los modelos de matching que nombramos anteriormente, podemos hablar del diseño de subastas, plataformas de comercio electrónico, entre otras cuestiones. Por todo lo anterior considero que ambas teorías tendrán un papel aún más preponderante en desarrollos futuros de la teoría económica.



## Analizamos la evolución geológica de la región centro oeste de Argentina que abarca 500 millones de años

Dr. Andrés Carugno Durán, co-director del Proyecto “GEOLOGÍA DEL LAPSO PRECÁMBRICO SUPERIOR. MIOCENO DE PROVINCIA DE SAN LUIS Y SU CORRELACIÓN CON REGIONES CIRCUNVECINAS” del Departamento de Geología, FCFMyN.

El proyecto comenzó en 2003, pero tiene como antecedente un proyecto de 1998 cuyo objetivo era confeccionar el mapa geológico de San Luis y regiones circunvecinas. En esa oportunidad participaron investigadores de otras universidades, luego investigadores locales y durante décadas se fue gestando este modelo multidisciplinario de estudio de áreas de basamento y sedimentos más modernos. Actualmente, el proyecto cuenta con 20 integrantes aproximadamente.

### **¿Nos puede describir la temática del proyecto de investigación que Ud. dirige?, ¿Qué líneas de investigación las integra?**

El objeto de este proyecto es analizar la evolución geológica de la región centro oeste de Argentina en el periodo comprendido entre el Precámbrico superior y el Mioceno. Este importante lapso de la historia geológica abarca más de 500 millones de años, y se reconoce en el área por rocas ígneas y metamórficas, las más antiguas que hay en la provincia, y que constituyen las exposiciones más australes de las Sierras Pampeanas. Asimismo, se encuentra en la región rocas sedimentarias del Paleozoico

superior, Mesozoico y Cenozoico, que son también motivo de estudio por parte del proyecto.

Las líneas que integran el proyecto son tres: a) Metamorfismo y estructura del basamento, b) Petrología, geoquímica y mineralizaciones asociadas al magmatismo paleozoico y c) Sedimentología, estratigrafía y paleontología de las rocas pertenecientes al lapso Proterozoico superior – Mioceno.

### **En la escala de tiempos geológicos, ¿En qué era se ubica el lapso precámbrico superior?**

En términos estrictos el Precámbrico es lo que se llama un Supereón, que comienza con el inicio del planeta Tierra, hace unos 4600 millones años y finaliza hace 540 millones de años. La última Era del Precámbrico es el Neoproterozoico, y dentro de este el periodo final es el Ediacariano, que va desde los 635 millones de años hasta los 540. Las rocas más antiguas que hay en San Luis, comienzan a formarse en ese periodo y son algunas de las que estudiamos, junto con las más jóvenes.

### **¿Cuáles son las metodologías e instrumental que hacen posible estudiar la geología de la tierra desde hace tantos años?**

Para hacer posible el estudio de las rocas que integran este gran período de tiempo, es necesario el uso de equipamiento específico, tanto para las tareas de campo (vehículos, brújulas, GPS, martillos, lupas y otros elementos), como para las tareas de laboratorio, donde es fundamental contar equipos para el procesamiento de las muestras recolectadas en el campo, y con instrumental para su estudio como lupas, microscopios ópticos, microscopios electrónicos (análisis cualitativo o semicuantitativo de minerales), microsondas electrónicas (análisis cuantitativos de minerales) e iónicas (edades de las rocas). También se requiere de laboratorios de análisis químico de rocas.

La Universidad cuenta con los equipamientos básicos para realizar alguna de las tareas de investigación, ya que los costos de estos equipos son muy elevados. Los otros equipos se obtienen por cooperación con otras



instituciones nacionales o extranjeras, o mediante servicios pagados a laboratorios privados

**Gran parte de sus investigaciones se enfocan en nuestra provincia y regiones vecinas, ¿Estas cuestiones están presente en qué sectores de San Luis?, ¿Esto se extiende a nuestro país y América del sur? Al respecto, ¿Cómo es la vinculación con investigadores de otras universidades de Argentina y del mundo?, ¿Es una práctica habitual realizar trabajo colaborativo entre las distintas provincias y países?**

Los resultados del presente proyecto permiten incrementar los conocimientos sobre la evolución geológica de la provincia de San Luis y áreas próximas, particularmente las correspondientes a la región central de Argentina. Sin embargo, las características de la investigación permite elaborar modelos evolutivos que pueden ser comparados con otras regiones de Sudamérica o del mundo.

En el trabajo abordado existe una importante vinculación con investigadores de otras universidades, integrando proyectos conjuntos, o diferentes acciones de colaboración.

Sin duda, las actividades conjuntas aportan una sinergia que permite un mejor aprovechamiento de los recursos tanto humanos como materiales.

**¿En qué grado ha impactado (o impacta) en el desarrollo de sus investigaciones, el avance en la tecnología y precisión del equipamiento que hoy se encuentran disponibles?**

El importante desarrollo tecnológico ha impacto de manera muy importante en los estudios que desarrollamos. De esta manera se pueden obtener datos que eran impensables hace tres décadas. Algunos equipos que se utilizan son: ICP masa, microanálisis electrónico microscopia SEM y otras técnicas hacen posible que podamos obtener la composición y la edad de una roca, lo cual es importante para poder realizar nuestra tarea. Hoy la tecnología ha avanzado en este campo, pero para nosotros es más difícil alanzar estos equipos por sus altísimos costos.

**¿Quiénes fueron sus mentores/impulsores para el desarrollo del proyecto?, ¿Hubo impulso/apoyo de algún programa nacional, externo o internacional en la formación de recursos humanos de su grupo de investigación?**

Uno de los investigadores locales es el Dr. Ariel Ortiz Suarez, quien aún dirige el proyecto actual y está por jubilarse. Muchos de los resultados obtenidos en los últimos años, por los integrantes del proyecto, han sido transferidos a diversas instituciones y organizaciones como el SEGEMAR, Museo de Cs. Naturales de la UNSL y Parques Nacionales. La información obtenida puede ser útil, también, a toda institución o empresa que requiera datos geológicos de base para exploración minera o petrolera, o para planificación y ordenamiento territorial.

La mayoría de los doctorandos del proyecto han podido realizar sus posgrados con apoyo de becas del CONICET y de otros organismos que les han permitido realizar perfeccionamiento y estudios en el exterior.

Además, organismos internacionales como el American Museum of Natural History. Nueva York, USA, la Fundación Carolina, la Agencia de Cooperación Española, el Banco Santander, Universidades como Módena (Italia), Complutense (España), Oviedo (España), Barcelona (España) y, por otra parte, proyectos de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, del CONICET, de la UNSL y la provincia de San Luis, han aportado fondos para los trabajos de investigación.

**En investigación, es una práctica común realizar estadias de trabajo en otros Centro o Universidades, ¿Puede comentarnos qué experiencias han tenido y que posibilidades actuales de movilidad y/o estancias tienen sus investigadores?**

Nuestros investigadores deben viajar y realizar estadias en diferentes lugares del mundo para poder llevar a cabo tareas para sus investigaciones ejemplos como Estados Unidos, España, Italia, Brasil y diferentes partes de Argentina. Si bien hoy por la situación económica que transitamos es más difícil realizar estos viajes, aún así se tienen que hacer con fondos de proyectos externos



## El arsénico en aguas de consumo humano

Dra. María Martha Barroso Quiroga, directora del Proyecto “ESTUDIOS PARA LA REMOCIÓN DE ARSÉNICO EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO” del Departamento de Minería.

### **¿Nos puede describir la temática del proyecto de investigación que dirige?, ¿Qué líneas de investigación las integran?**

Nuestro proyecto aborda de una manera multidisciplinar una temática que es imperioso estudiar hoy en día: la presencia natural de aguas con arsénico en aguas de consumo.

El mismo está co-dirigido por la Dra. Daniela Curvale y cuenta con integrantes (docentes, nodocentes, graduados y estudiantes) de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Facultad de Química Bioquímica y Farmacia, Facultad de Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Humanas y Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Así como también trabajamos en conjunto con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y el Ministerio de la Salud de la Provincia de San Luis, y poseemos vínculos estrechos con varias intendencias de los Departamentos Dupuy, San Martín y Junín de la provincia de San Luis.

Hoy en día un importante porcentaje de la población rural y periurbana de nuestra provincia carece del acceso a una red de agua potable y se abastece de pozos de aguas subterráneas, que presentan concentraciones naturales de arsénico por encima de los recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), cuyo valor debería ser inferior a 0,01 mg/L.

Nuestro proyecto busca el desarrollo de una tecnología viable, desde el punto de vista económico y ambiental, con especial interés en brindar una solución a un problema social que afecta la salud de los pobladores de la provincia de San Luis y alrededores.



### **¿Cómo se logró la remoción de arsénico en aguas de San Luis?**

Este es nuestro foco de estudio, estamos encarando la problemática desde dos frentes: la extensión y la investigación. Desde la primera, organizamos talleres en escuelas rurales, urbanas y periurbanas con el fin de difundir el tema y enseñarles un método casero de remoción de arsénico (método RAOS), que consiste en rellenar una botella transparente con agua con contenido arsenical, colocarle dentro medio rollito de lana de acero y unas gotas de limón, dejarla al sol por algunas horas y posteriormente filtrar el agua. De esta manera, se logra disminuir la concentración de arsénico del agua de una manera sencilla y accesible. Sin embargo, desde nuestro segundo enfoque, estamos investigando materiales para la conformación de un filtro que pueda ser instalado en el punto de uso (cayuela/grifo) de las viviendas.



### ¿Por qué puede ser peligroso que un ser humano consuma este tipo de aguas en la zona rural donde no hay agua potable?

La ingesta continua de aguas con altas concentraciones de arsénico puede causar severas enfermedades, especialmente la incidencia del Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (HACRE).

### ¿Qué tipo de enfermedades puede causar el HACRE?

La intoxicación crónica con arsénico se denomina arsenicosis, pero en nuestra región se agrupan dentro de la denominación HACRE. A largo plazo, las personas afectadas pueden desarrollar dermatitis, afectación del sistema nervioso central y periférico, hipertensión, enfermedades vasculares periféricas, cardiovasculares y respiratorias, y diabetes mellitus; y las estancias más avanzadas de la enfermedad incluye cánceres internos (pulmón y vejiga) y externos (piel), entre otros. También podría tener efecto sobre la reproducción, incrementando el índice de mortalidad de fetos de gestación avanzada y niños. Los niños son más susceptibles que los adultos en desarrollar afectos adversos del arsénico, y las enfermedades dermatológicas aparecen más rápido en ellos. Por ello, es imperiosa la necesidad de continuar investigando formas de remover el arsénico del agua y poder paliar esta situación.

### **¿Qué recomienda la OMS con respecto al consumo del agua?**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda la concentración 0,01 mg/L como nivel guía de arsénico presente en aguas de consumo. Aunque es un límite provisorio, ya que no hay certeza científica sobre los límites de riesgo, y como no existe un umbral para los efectos cancerígenos, ningún límite puede garantizar la inocuidad.

### **¿Qué relación tiene su proyecto con la sustentabilidad?**

Nuestro proyecto va en línea con lo que propone la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en su Agenda 2030, y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En particular, los ODS asociados a nuestro proyecto es principalmente el ODS 6 “Agua limpia y Saneamiento”, pero también trabajamos en el ODS 3 “Salud y Bienestar”, ODS 10 “Reducción de las Desigualdades”, y ODS 17 “Alianzas para Lograr los Objetivos”.

### **¿Qué problemas puede traer el agua con arsénico utilizada para la cocción de alimentos?, ¿Existe un protocolo?**

La población afectada no solo bebe agua con arsénico, sino también cocina sus alimentos con agua contaminada, y los diversos métodos de cocción –cuando se usa agua con contenido arsenical- influyen en la retención de arsénico en los alimentos cocidos. Nuestro grupo de investigación, como antes mencioné, es inter- y multidisciplinario, y entre ellos contamos con la Esp. María Agustina Romero, con quien hemos planificado realizar experiencias de cocción de diferentes alimentos, estudiar sus interacciones con el arsénico y redactar protocolos que puedan ser distribuidos a la población, de manera que la absorción de arsénico sea mínima cuando se cocinen los alimentos. Actualmente, se ha finalizado en 2021 la primera tesis de cocción de arroz, y este año se espera tener más resultados cocinando el mismo alimento en otra tesis de una alumna de Licenciatura en Nutrición. Además contamos con el asesoramiento en el área de la Bromatóloga Flavia Quevedo, investigadora del INTA AER-Concarán.



**¿Qué solución se propone desde su equipo de investigación a este problema social?**

El objetivo es encontrar un método de remoción de arsénico de uso domiciliario que pueda ser utilizada por los pobladores de la provincia de San Luis, y seguir realizando charlas de difusión a lo largo de la provincia. Nuestro grupo de investigación y extensión se ha formado –y se sigue formando- en universidades públicas, y es nuestro deber devolverle a la sociedad lo que ellos nos han brindado.

**¿En qué grado ha impactado en el desarrollo de sus investigaciones, el avance en la tecnología y precisión del equipamiento que hoy se encuentran disponibles?**

El equipamiento del que disponemos en el proyecto principalmente corresponde al Departamento de Minería (FCFMyN), y las diversas facultades de las que provienen los docentes integrantes también proveen materiales y equipamiento, en un esfuerzo mancomunado y compromiso social que tenemos todos los integrantes.

Los presupuestos de los que disponemos para investigación son escuetos, limitando la parte experimental. La instrumentación que posee mayor sensibilidad es muy costosa y ni en nuestro proyecto, ni en ninguno de los proyectos asociados, se dispone de recursos para costearla. Por ello, estamos implementando –a través de becas de Ciencia y Técnica a estudiantes de carreras químicas- el estudio de la optimización de las técnicas analíticas que usamos comúnmente para mejorar la sensibilidad y obtener mejores resultados en la determinación de arsénico en soluciones acuosas.

### **¿Cómo se relaciona su proyecto con la estancia que está realizando en la Universidad de Valencia?**

He sido favorecida con una Beca María Zambrano de Atracción de Talento Internacional para trabajar en el Departamento de Química Analítica de la Universidad de Valencia, bajo la dirección de la Dra. María Luisa Cervera Sanz. Mi plan de trabajo aquí consiste en el uso de equipamiento analítico, estoy capacitándome en diversas técnicas analíticas y caracterizando muestras para contrastar con los resultados obtenidos en Argentina con nuestros equipos analíticos. Además, seguimos en la búsqueda de materiales que posean un buen desempeño en la remoción de arsénico y puedan conformar el filtro. He traído muestras de agua de consumo y ar-

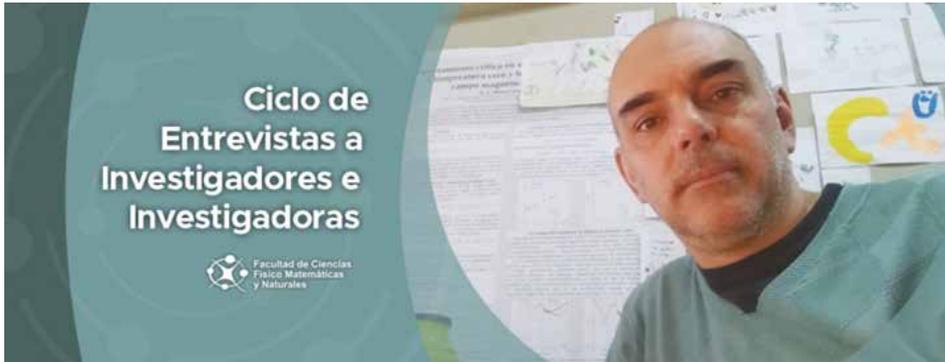




cillas naturales de la Provincia de San Luis, así como también materiales desarrollados por la Dra. Nora Merino (FICA), entre otros.

La colaboración internacional siempre supone un beneficio mutuo pues estrecha vínculos y favorece la formación de los grupos colaboradores; y esta es una gran oportunidad para el establecimiento de una colaboración científica provechosa y de futuro entre el Departamento de Minería, la FCFMyN, la UNSL y la Universidad de Valencia.

No quisiera dejar de nombrar al equipo multidisciplinario que integra los proyectos de investigación y extensión, ya que sin ellos nada de este trabajo sería posible.



## Estudio de propiedades magnéticas de materiales mesoscópicos

Dr. Federico Romá, director del Proyecto “Materiales magnéticos desordenados y nano-estructurados de tamaño mesoscópico” del Departamento de Física, FCFMyN.

### ¿Qué investigaciones se realizan desde el Proyecto que dirige en la UNSL?

Nuestro proyecto de investigación se enfoca en estudiar las propiedades magnéticas de materiales “mesoscópicos”. Estos sistemas tienen dimensiones que los sitúan en un punto intermedio entre el nivel macroscópico, el cual está bien descrito por la física clásica, y el nivel atómico, el cual está dominado por los fenómenos cuánticos. Un ejemplo de ello son los nano-tubos o nano-hilos que hoy en día se pueden sintetizar a partir de diferentes tipos de materiales magnéticos.

En nuestro grupo realizamos estudios tanto experimentales como de simulación. En los experimentos empleamos micro-sensores para medir las propiedades magnéticas de este tipo de sistemas. En particular, bajo el microscopio y usando un micro-manipulador hidráulico, una muestra es depositada sobre un micro-sensor y todo el conjunto (el micro-sensor y la muestra) es enfriado cerca del cero absoluto (hasta una temperatura de aproximadamente 4 Kelvin) y sometido a un campo magnético intenso. Los resultados que se miden son comparados con aquellos que se calculan usando simulaciones micro-magnéticas de modelos complejos. Esto



permite obtener información sobre fenómenos que no son posible medir directamente.

Adicionalmente, en el proyecto se diseñan y prueban nuevos tipos de micro-sensores con los cuales se están intentando realizar mediciones más precisas y detalladas de las que se pueden efectuar hoy en día.

### **¿Puede describir las escalas a las que trabajan?**

Las muestras que estudiamos suelen tener al menos una dimensión del orden de unos pocos nanómetros, mientras que las otras longitudes características pueden ser aún mayores, del orden de unos micrómetros. Por ejemplo, unos nano-tubos granulares de manganita que hemos podido medir recientemente están constituidos por nano-partículas cuyos diámetros rondan los diez nanómetros. Estas nano-partículas se aglomeran para formar las paredes del nano-tubo, las cuales son muy delgadas. Sin embargo, la longitud total de este arreglo puede alcanzar los diez micrómetros.

A su vez, los micro-sensores tienen dimensiones micrométricas. Por ejemplo, los micro-sensores Hall y los micro-osciladores mecánicos de silicio que usamos tienen longitudes características que alcanzan unas pocas decenas de micrones.

**¿Cuáles investigadores forman parte del Laboratorio de bajas temperaturas y desarrollo de sistemas micromecánicos?, ¿En este Laboratorio realiza investigación teórica, experimental o ambas?**

En el proyecto tenemos la infraestructura y los recursos humanos especializados necesarios para realizar este tipo de estudios. La Dra. Moira Dolz, co-directora del proyecto, es la responsable de la realización o supervisión de los experimentos científicos. El Ing. Carlos Devia, profesional de CONICET que pertenece al grupo, presta apoyo técnico para que estas tareas se puedan realizar eficientemente. Además, el Ing. Sergio Calderón Rivero, quién está finalizando su Doctorado en Física, logró diseñar y probar un nuevo micro-magnetómetro de gradiente de campo. Recientemente, también empezamos a colaborar con el Dr. Marcelo Nazzarro con la idea de usar esta misma tecnología para estudiar el proceso de adsorción en muestras microscópicas. Finalmente, yo soy el responsable y por ahora el único miembro del grupo que realiza cálculos micro-magnéticos y simulaciones de Monte Carlo para estudiar modelos complejos de sistemas magnéticos.

**¿Cuál es el equipamiento necesario para llevar adelante sus investigaciones?, ¿Está disponible en el INFAP o UNSL?**

Para realizar los experimentos usamos una variedad de equipos. Empleamos un micro-manipulador hidráulico para mover y depositar las muestras sobre los micro-sensores. Este procedimiento se realiza bajo un potente microscopio óptico de 500x. El micro-sensor con la muestra se introducen luego en un criogenerador de helio de ciclo cerrado que permite equilibrar al sistema en un rango que va desde los 4 Kelvin hasta temperatura ambiente. Simultáneamente, usando un electroimán se aplica un campo magnético estático de hasta medio Tesla. La excitación de los micro-sensores se realiza empleando diferentes equipos electrónicos, mientras que la detección de la señal que producen es medida con un amplificador lock-in. Parte de este proceso de medición fue automatizado, por lo que es posible realizar experimentos de larga duración (algunos demoran días) que son controlados por una computadora.



Las simulaciones que realizamos en general son cálculos micro-magnéticos que efectuamos con códigos computacionales propios escritos en lenguaje C++. Estos programas se corren en un cluster de computadoras de nuestra universidad que se denomina BACO. El cluster posee una gran cantidad de nodos que son administrados por un sistema CONDOR bajo linux, lo que permite alcanzar un nivel de eficiencia muy alto.

### **La física es un terreno fértil desde donde entusiasmar a muchos jóvenes, a la hora de elegir una carrera ¿Qué puede decirnos sobre las posibilidades de divulgación científica que tiene la física?**

Lo que más atrae a los jóvenes es la parte experimental. Asistir a la realización de un experimento tiene un impacto duradero en ellos. En este sentido, nuestro grupo participó varias veces en este tipo de actividades. Recientemente, la Dra. Moira Dolz dio una charla en un colegio primario donde realizó algunos experimentos simples de magnetismo y el entusiasmo de los niños fue notorio. Estas mismas experiencias son mostradas casi todos los años a chicos de secundaria que visitan nuestra universidad. Además, Moira dicta frecuentemente un taller para los ingresantes a la Licenciatura en Física. Finalmente, también como grupo recibimos alumnos de grado de la Universidad de Cuyo que están cursando las últimas materias de carreras con orientación científica, quienes pasan una semana en San Luis participando de los experimentos que se realizan en nuestro laboratorio.

### **¿Cómo nació su vocación?, ¿Cuáles fueron sus primeros pasos por la física y cuál es su experiencia como docente-investigador, su trayectoria por la FCFMyN y la UNSL y CONICET?**

No recuerdo exactamente cómo nació mi vocación por la física. Sí, tengo presente que desde muy joven, durante mi niñez en Mendoza, empecé a sentir una gran curiosidad por los temas científicos. Y no me interesaba algo en especial; todo me parecía muy interesante y devoraba lo que tenía a mano: miraba los pocos documentales que pasaban por la televisión y releía varias veces los libros o enciclopedias que me compraban

mis padres. No había mucho de ciencia alrededor y menos en la escuela a la que asistía.

Luego en 1992 empecé a estudiar aquí en San Luis la Licenciatura en Física. Los primeros años de estudio fueron realmente muy felices, pues por primera vez me podía dedicar de lleno a una actividad que me apasionaba. Por supuesto, el paso de los años me obligó, como a todos, a poner los pies sobre la tierra. En mi caso, afortunadamente, ese proceso de crecimiento sirvió para modelar ese idilio inicial, sin llegar a matar mi amor por la profesión. Como docente e investigador cada vez que me siento a estudiar, a resolver un problema de física o a dictar una clase, me es posible revivir brevemente esa satisfacción que sentía cuando era joven y aprendía algo nuevo e interesante casi todos los días.

### **¿Tiene algún próximo objetivo por alcanzar?**

Actualmente mi esfuerzo está puesto en consolidar a largo plazo el grupo de investigación. La ambición es mantener un ambiente de trabajo cordial y, a la vez, científicamente sólido, que ayude a que cada uno de nosotros pueda crecer profesionalmente. Siendo que gran parte de nuestra labor es experimental, y que mantener tal actividad es costoso y muchas veces hasta frustrante (hay veces que los experimentos pueden llegar a ser difíciles de realizar), el crecimiento del grupo fue lento aunque afortunadamente nunca detuvo.

### **¿Cuál es el grado de cooperación interinstitucional con laboratorios e investigadores de otras instituciones de la Argentina y del mundo?, ¿Con cuáles?**

Las características de nuestra actividad científica nos facilita e incluso nos obliga a cooperar con otros investigadores. Por ejemplo, muchas de las muestras magnéticas que estudiamos son o fueron en algún momento sintetizadas por otros grupos (por ejemplo de la Universidad Nacional de Córdoba, del Centro Atómico Constituyentes o del Centro Atómico Bariloche) que se especializan en diferentes procesos de fabricación. Debido a que el tipo de mediciones y simulaciones que realizamos en nuestro labo-



ratorio no están disponibles en la mayoría de las instituciones del país, la colaboración con estos proyectos conduce a beneficios mutuos.

Adicionalmente, y gracias al asesoramiento técnico del Dr. Hernán Pastoriza del Centro Atómico Bariloche, el Ing. Sergio Calderón pudo diseñar un nuevo micro-magnetómetro de gradiente de campo. El principal problema con este tipo de desarrollos es que la fabricación de tales dispositivos es muy costosa. Afortunadamente, a través de una colaboración con el Dr. Daniel López, egresado de nuestra Universidad que actualmente es Profesor de Penn State University, EEUU, hemos podido llegar a fabricar un primer diseño que ya fue probado.

Recientemente establecí una colaboración con la Dra. Leticia Cugliandolo de la Universidad Pierre et Marie Curie de París, Francia, y con el Dr. Eduardo Bringa y el Dr. Gonzalo Dos Santos de la Universidad de Mendoza, Argentina. En particular, desde mi modesta experiencia en la temática estoy ayudando a Gonzalo a realizar simulaciones realistas de sistemas magnéticos nanoscópicos (simulaciones en donde la dinámica molecular de la red está acoplada a la dinámica micro-magnética de los espines atómicos).

**Si su grupo de investigación realiza una mirada en retrospectiva, ¿Surgen nombres de referentes destacados (nacionales y/o internacionales) que desean reconocer por la contribución que hicieron al desarrollo de la ciencia y en la formación de investigadores de la Facultad?**

Son numerosos los investigadores e investigadoras tanto del Departamento de Física y del Instituto de Física Aplicada de San Luis, como de la División de Bajas Temperaturas y el Grupo de Teoría de Sólidos del Centro Atómico Bariloche, que nos brindaron su apoyo científico para que hoy podamos estar acá. Por supuesto, están todos aquellos que de una u otra forma nos enseñaron a trabajar en ciencia, o que en su momento nos dieron una cuota de confianza o un impulso para que podamos avanzar con nuestras carreras científicas. El aporte de cada uno de ellos, haya sido grande o pequeño, sin duda fue fundamental.

Dada la temática en la que trabajamos, en especial quisiera mencionar al Dr. Hernán Pastoriza del Centro Atómico Bariloche, quien nos aportó toda su experiencia y puso a nuestra disposición todo el instrumental que hemos necesitado para avanzar con nuestras investigaciones científicas. Sin esta ayuda, hubiese sido casi imposible instalar un laboratorio de bajas temperaturas en nuestra Universidad.

También quiero reconocer el apoyo de la Universidad Nacional de San Luis, del CONICET y del Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Nación, que a través de diferentes proyectos financiaron la construcción y la adquisición del instrumental científico con el que cuenta nuestro laboratorio.



## Metalogénesis de la provincia de San Luis

Dr. Humberto Ulacco, director del Proyecto “METALOGÉNESIS DE LA PROVINCIA DE SAN LUIS EN EL CONTEXTO METALOGENÉTICO REGIONAL” del Departamento de Geología, FCFMyN.

### **¿Cómo describe su área de investigación y cuándo surge esta temática en la UNSL?**

El área de investigación del Proyecto se encuentra dentro de una de las ramas de la geología, correspondiente a la disciplina Yacimientos Minerales, en lo que se considera Geología Económica.

El proyecto comenzó por el año 1989, como directora la Dra. Lidia Malvicini y co-directora la Dra. Nilda Urbina. Posteriormente en septiembre de 1999 continuó como directora la Dra. Urbina.

### **¿Cuáles regiones conforman el marco geológico de estudio de sus investigaciones?**

El proyecto desarrolla su actividad en la provincia de San Luis y a través de convenios se trabajó y se trabaja en distintas partes del país. Con el correr de los años se ha avanzado en el conocimiento y caracterización de diversas áreas mineralizadas, proponiéndose modelos genéticos para distintos distritos mineros: entre ellos se puede destacar el del tipo plumbociníferos del cuadrante noreste de la Provincia; los yacimientos de



Integrantes del Proyecto

Cu, Ni (Co, Cr) y PGE de la faja de rocas máficas-ultramáficas y las fajas de pegmatitas graníticas de metales raros (Sn, Nb, Ta, Li, Be), vetas de fluorita con U, todos ellos correspondientes al ciclo precámbrico-paleozoico, y finalmente, para las manifestaciones de ónices calcáreos y mineralizaciones aurífero-cupríferas de la Faja Volcánica Terciaria. A su vez, se ha progresado notablemente en el conocimiento de la génesis de la faja de scheelita situada al oeste de los granitoides pre a sincinemáticos de la Sierra de San Luis y también en la aplicación de Geofísica al área de rocas máficas-ultramáficas con el objeto de conocer la geología de subsuelo y delimitar los cuerpos mineralizados en profundidad.

En algunas zonas fuera de la provincia, que se ha llevado a cabo investigaciones y servicios, se encuentran Salta, San Juan, Mendoza, La Rioja, Catamarca, Chubut y Santa Cruz.



## **¿Cómo es todo el proceso invertido en una investigación en metalogénesis?, ¿Cómo se toman las muestras y cómo se analizan?**

Las investigaciones se realizan en líneas generales, a través de distintas etapas. Considerando los objetivos de cada estudio, se inicia la actividad en gabinete recopilación de información bibliográfica y gráfica existente para la región bajo estudio, tanto en lo general como en lo particular del área propuesta.

Se buscan publicaciones y datos que se hayan generado en la zona de interés. Además, se hace uso de cartografía existente sobre topografía, estudios geológicos previos, y sobre eso se desarrollan nuevos mapas, los cuales se pueden generar a través digitalizaciones de antiguas versiones o nuevas, donde cada vez se usa con más énfasis, distintos tipos de imágenes satelitales, entre otras técnicas de mapeo.

Con la preparación de bases gráficas para el trabajo de campo y representación de la información, lleva en forma preliminar la interpretación geológica de la zona de estudio, se confeccionan planillas para levantamiento de datos de campo tales, como perfiles, muestreo, etc.

Con la información anterior se procede a preparar las campañas para llevar a cabo las tareas de campo. En estas se realizan estudios de varios tipos, con mediciones de datos geológicos, tales como descripción de rocas, estructuras, mineralizaciones, etc. A veces relevamientos topográficos con distinto equipamiento, uso de GPS para establecer las ubicaciones en general de los distintos parámetros a estudiar y obtención de muestras de rocas y minerales.

En la etapa de muestreo es posible tomar distintos tipos de muestras, entre ellas de rocas y minerales, tanto en afloramientos como en perforaciones. Las mismas, generalmente se obtienen a través de materiales tales como masas, piquetas, cinceles, barretas y en algunos casos con equipos de perforación portátiles.

Las muestras obtenidas en general son procesadas en laboratorio, pero en algunos casos pueden hacerse determinaciones in situ. Las que son procesadas en laboratorio deben ser acondicionadas en el mismo, en

nuestro caso en el Laboratorio de Geoquímica suelo. El proceso implica molienda a granulometría apropiada, separación de minerales o digestión para inicio de análisis. Una vez acondicionadas las muestras se le realizan distintos tipos de análisis, tales como determinaciones de elementos y/o compuestos a través de análisis químicos, petrográficos por medio de microscopios polarizadores y geoquímicos. Por ejemplo, análisis de Fluorescencia de Rayos X, de Plasma Acoplado Inductivamente, Microsonda Electrónica o análisis por Espectrometría de Absorción Atómica. Algunos estudios más complejos permiten realizar análisis de isótopos con el fin de determinar edades absolutas de rocas.

Los análisis permiten obtener informaciones acerca de la calidad, la cantidad y la distribución de los elementos y/o los minerales de interés, y ello permite conocer la génesis de la mineralización.

### **¿Cuáles son las regiones sobresalientes de San Luis que han sido objeto de sus investigaciones?**

Las investigaciones se desarrollan principalmente en la geología de las Sierras Pampeanas de San Luis, dado que la misma es bastante compleja. Ello se ha centrado en el estudio geológico-genético particular de los yacimientos pertenecientes a las distintas áreas mineralizadas de la provincia de San Luis con el fin de caracterizar la evolución metalogenética para los ciclos Eopaleozoico, Gondwánico y Ándico. En otras provincias, se han realizado estudios geológico-genéticos de mineralizaciones y particularmente, de Drenaje Ácido de Rocas.

### **¿Cuáles son las principales técnicas de análisis de muestras?**

Para llevar a cabo determinaciones en muestras de rocas y minerales con el fin de establecer texturas y mineralizaciones, se realizan análisis en forma macroscópica a través de lupas binoculares, pero si se necesita más detalle, a nivel microscópico, se utilizan los microscopios de luz polarizada, utilizando luz transmitida o incidente en las muestras. Luego para un detalle mayor se recurre microscopio electrónico y microsonda electrónica. Con estos últimos pueden obtener datos muy importantes de las características íntimas de los minerales.



Para conocer concentraciones de elementos mayoritarios y trazas, se utilizan técnicas químicas de análisis tradicionales y equipos de análisis a través de técnicas de emisión y absorción del espectro electromagnético. Los equipos más utilizados son los siguientes

- Fluorescencia de rayos X (XRF)
- Plasma acoplado por inducción
- Espectrografía de emisión Atómica (Óptica). ICP-AES
- Espectrometría de Absorción Atómica (llama) (AAS)
- Difractometría de rayos X (DRF)
- Microscopía Electrónica
- Microsonda Electrónica
- Espectrofotómetro de luz UV/visible
- Espectrofotómetro de llama
- Espectrometría infrarroja (IR)

**¿En qué grado ha impactado o impacta en el desarrollo de sus investigaciones, el avance en la tecnología y precisión del equipamiento que hoy se encuentran disponibles?**

En las investigaciones del proyecto como también en la de otros proyectos en el campo de la geología el avance de la tecnología tanto en lo referente a la temática de microscopía óptica y electrónica, equipos de análisis químicos, entre otros, ha favorecido el avance en las investigaciones en forma drástica. Los equipos que se han mencionado precedentemente, presentan mejoras día a día, por lo que estos avances han permitido un aumento en la calidad de las determinaciones con menores costos. Se ha incrementado en forma extraordinaria las dataciones de rocas, debido a estos últimos aspectos, entre lo que se puede destacar.

**¿El conocimiento que su proyecto genera, es soporte de alguna manera para realizar actividades productivas de explotación minera en la región?**

A lo largo de estos años, donde el proyecto se ha desarrollado, el mismo ha favorecido la actividad minera regional y de otras provincias, aportando estudios de base que han permitido reformular los paradigmas que

se tenían hasta ese momento. El proyecto ha interactuado e interactúa con empresas mineras de explotación y establecimientos mineros, a través de tesis de licenciatura, doctorales y de servicios que el mismo presta.

**Uno de los intereses de estas entrevistas con Directores de Proyectos de Investigación es analizar el grado de cooperación interinstitucional que se tiene desde la UNSL, ¿Cuál es su vinculación con investigadores de otras instituciones de investigación de la Argentina y de otros países?**

El proyecto se ha vinculado a través de los años con investigadores de distintas instituciones, entre ellas la universidad Buenos Aires, La Plata, del Sur, de Río Cuarto, de Córdoba, de Tucumán, de San Juan, Mendoza, La Pampa, Catamarca, del Litoral, del Camahue, entre otras, el gobierno de San Luis, la Fundación Miguel Lillo de Tucumán, SEGEMAR, INTI, IGEBA-CONICET.

Instituciones de otros países tales como el Institut für Geologie und Dynamik der Lithosphäre de la Universität de Göttingen, Alemania, el ITC de Holanda, las universidades de Oviedo, Universidad de Kyushu, Fukuoka de Japón.

Con empresas privadas en el país se pueden mencionar Vector Argentina, Minera Alumbrera, Green S.A., M.I.M. Argentina Exploraciones S. A., Geólogos Asociados S.A., Río Tinto Argentina., Gry International S. A., Anglo American Chile, Cardero S. A., Silex Argentina S. A., Castillian Resource S.A., Minera San Jorge S. A., Vale Exploraciones Argentina, Cerro Vanguardia S.A., Lanxess S. A., entre otras.

**¿Podría indicarnos, según su criterio, cuáles han sido los principales resultados e hitos que se desprenden del trabajo de su grupo de investigación?, ¿Algunos de ellos han aportado a la transferencia de conocimientos y tecnologías de las ciencias aplicadas al medio?**

Con el proyecto se ha avanzado en el conocimiento y caracterización de diversas áreas mineralizadas de la provincia de San Luis, proponiénd-

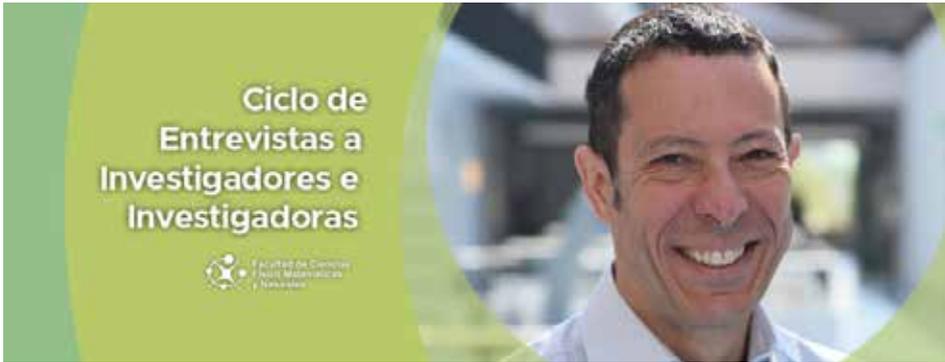


dose modelos genéticos para distintos distritos mineros de la misma. Las investigaciones han permitido establecer ciclos metalogenéticos en los cuales se han integrado gran parte de los referidos distritos y yacimientos minerales. Esto ha sido un importante avance para la provincia de San Luis y zonas aledañas, permitiendo la elaboración de un Mapa Metalogenético actualizado, aunque de carácter preliminar debido a que existen varias investigaciones en curso.

Los resultados mencionados han sido dados a conocer a través de un importante número de publicaciones científicas, desarrollo de tesis doctorales y de licenciatura.

**Si su grupo de investigación realiza una mirada en retrospectiva, ¿Surgen nombres de referentes destacados que desean reconocer por la contribución que hicieron al desarrollo de la ciencia y en la formación de investigadores de la Facultad?**

En la historia del proyecto, a través del cual se ha llevado a cabo un importante desarrollo del conocimiento geológico económico en la provincia y otras zonas, surgen personalidades que han contribuido a ello, destacándose investigadoras como la Dra. Lidia Malvicini, la Dra. Nilda Urbina, la Dra. Graciela Sosa, el Dr. Héctor Lacreu, Dr. Gabriel Ramos, Dr. Alfonsus Van den Kerkhof, Dr. Jeffrey Hedenquist, Dr. Agustín Iazard, Dr. Phil Westerhof y Dr. J. Boudewijn de Smeth. A todos estos investigadores va nuestro agradecimiento por haber participado en distinto grado en el desarrollo del conocimiento en el campo de la disciplina yacimientos minerales y geología en general.



## Desarrollo e implementación de redes de sensores inalámbricos

Dr. Ing. Alejandro Valenzuela, Director del Proyecto de Investigación “Desarrollo e implementación de redes de sensores inalámbricos de propósito específico” del Departamento de Electrónica, FCFMyN.

**Considerando su pertenencia a la Universidad de Ciencias Aplicadas Bonn-Rhein-Sieg de Alemania, ¿Cómo se concreta su cooperación con nuestra Facultad y cómo ello da lugar al proyecto de investigación conjunto, que usted dirige?**

Llevamos 10 años realizando un programa de máster conjunto en Ingeniería Eléctronica. Gracias al intenso intercambio, y también a través de los estudiantes implicados, se han desarrollado en el pasado varios proyectos de investigación en ambas partes.

También soy miembro del Instituto de Tecnología, Recursos e Ingeniería Energética TREE de nuestra Universidad. Una de sus ideas básicas es el uso considerado y eficiente de los recursos y la energía. Esto lleva naturalmente a ciertas direcciones con respecto a la economía agrícola.



Estudiantes argentinos y alemanes en visita a campo

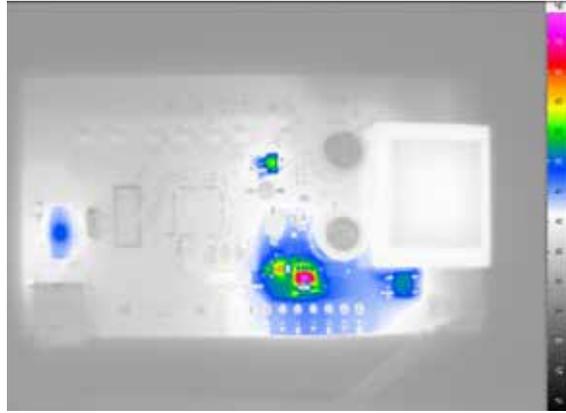
**¿Qué incidencia tuvo la Maestría binacional “Diseño de Sistemas Electrónicos aplicados a la Agronomía”, la cual se desarrolla entre ambas Universidades, en la articulación de investigaciones conjuntas entre ambas instituciones?**

El Programa de máster binacional está orientado a la investigación. Es decir, cada uno de los estudiantes participantes trabaja durante al menos 18 meses en un tema de investigación en el contexto del desarrollo de sistemas electrotécnicos para la industria agrícola. Esto ha unido la investigación de ambas universidades.

**¿Qué efecto ha tenido contar con financiamiento específico a través del Programa del Centro Universitario Argentino-Alemán (CUAA-DAHZ), para avanzar con acciones cooperativas, tanto en el ámbito académico como en el ámbito de investigación aplicada?**

La financiación del CUAA-DAHZ fue crucial para ello. Sin ella, la colaboración no habría sido posible a esta escala. Este financiamiento complementa al disponible en cada universidad participante, permite la movili-

dad de estudiantes y la compra de equipos de medición necesarios para el desarrollo y calibración de los nodos de sensado.



Evaluación térmica de un dispositivo de medición de eficiencia energética para equipos de riego por pivote central

**¿Cuáles han sido los actores externos, tanto públicos como privados, que se han sumado a las iniciativas conjuntas?, ¿Qué tan relevantes han sido sus aportes y posibilidades de generación de conocimiento aplicado para resolver problemáticas ligadas a las áreas disciplinares de la electrónica y la agronomía?**

Por parte de Argentina, tenemos en primer lugar al INTA, que ha asumido una parte importante en el marco del programa de maestría. Para nosotros, también representa la interfaz con el ámbito de la agro economía en Argentina. En Alemania, muchos actores mostraron su interés. Por ejemplo, el Instituto de Tecnología de Microsistemas – IMTEK de la Universidad de Friburgo y el Instituto Fraunhofer FIT de Tecnología de la Información Aplicada, cuyos directores participaron en talleres de la UNSL y el INTA en Santa Rosa, o la Facultad de agricultura de la Universidad de Bonn. Otro socio es el Instituto Fraunhofer FHR de Física de Alta Frecuencia y Tecnología de Radar. Las contribuciones de estos socios fueron todas muy relevantes. Por ejemplo, el INTA nos dio una visión de los principales problemas de la agricultura y FHR nos proporcionó las últimas tecnologías de radar para la medición sin contacto de la frecuencia cardíaca y respiratoria en vacas.



Medición sin contactos de frecuencia cardíaca y respiratoria con radar

**¿Cuál es su visión respecto de articular acciones de internacionalización con universidades y equipos académicos y de investigación fuera de Alemania?, ¿Qué enseñanzas y resultados dejan este tipo de iniciativas, en general, y cuáles serían las cuestiones a destacar en la cooperación con la Universidad Nacional de San Luis, en particular, dentro del Departamento de Electrónica, de nuestra Facultad?**

Me encantaría que nuestras actividades se ampliaran a otras áreas de investigación de nuestro Instituto TREE. Creo que el ámbito de la energía, que incluye la eficiencia energética, las energías renovables y la movilidad eficiente, sería muy adecuado para ello.

Con más de 40 investigadores en el Instituto TREE, sin duda podría haber algunos puntos de inicio.

**Específicamente, ¿Cuáles son las líneas de acción del proyecto de Investigación a su cargo, sobre desarrollo e implementación de redes de sensores inalámbricos de propósito específico?**

Nos interesa aumentar la eficiencia en la agricultura mediante el uso de redes de sensores inalámbricos. Nuestro objetivo es siempre poner a disposición del público la mayor cantidad posible de información recopilada para permitir la fusión de sensores y nuevas aplicaciones para los agricultores. Además, ampliar la toma de datos de la producción animal, un ámbito no muy desarrollado en la actualidad.

**¿Podría indicar cuál ha sido la influencia o importancia que tuvo el proyecto en la formación de recursos humanos ligados a la investigación y a la propia carrera binacional? En esa línea, ¿Podría comentarnos cómo es la inclusión y participación de estudiantes de grado y posgrado en el proyecto?**

A través de este proyecto pudimos ofrecer estudios en el extranjero a estudiantes individuales y conseguir estudiantes internacionales muy motivados con los estudiantes entrantes de ambas partes. Todos los estudiantes se han beneficiado mucho de este Programa hasta ahora, tanto personal como profesionalmente. Casi todos ellos trabajan ahora en empresas de ámbito internacional con un enfoque germano-español. Por supuesto, los académicos participantes de ambas partes también se han beneficiado de estas experiencias interculturales.



Pruebas de alcance de comunicación en campo.



**En base a su experiencia, ¿Cuáles son las perspectivas futuras y desafíos que observa en el área de Redes de Sensores y la emergente Internet de las Cosas (IoT)?, ¿Cómo cree que es posible profundizar la cooperación conjunta, en relación a estas temáticas tecnológicas?**

Estoy convencido de que el IoT puede transformar la industria y la agroindustria de formas inimaginables. Esto se refiere, en primer lugar, a una mayor eficiencia, pero también al desarrollo de nuevos productos y servicios que podrían, por ejemplo, conducir a una mayor calidad en la economía agrícola. Imagínese que un productor de carne puede acreditar completamente la procedencia exacta de la carne y que la cadena de frío no se ha interrumpido en ninguna parte durante el procesamiento posterior. Un desafío importante es, por supuesto, los requerimientos de protección de datos, que difieren mucho entre Alemania y Argentina y sobre los que no se puede influir en el ámbito de nuestras actividades de investigación, pero que hay que cumplir.

**Por último y en relación a lo experimentado en estos años de cooperación, ¿Cómo ve a la universidad pública argentina, en general, y nuestra Universidad/Facultad, en particular, respecto de trabajos de investigación aplicada sobre las áreas tecnológicas mencionadas?, ¿Qué podría expresar sobre los recursos humanos locales con los cuales ha interactuado? Además, ¿Piensa que debieran generarse otras acciones específicas para ampliar las líneas de investigación y los resultados obtenibles a partir de ello?**

La cooperación con los científicos argentinos siempre ha sido sin problemas. Además, la diferencia horaria entre ambos países no es crítica para una cooperación eficaz. Tanto los estudiantes como el personal académico tienen una formación de alto nivel.

Si hay algo que desearía sería que la cooperación se extendiera a otros científicos. En este momento tenemos muchas delegaciones extranjeras de líderes universitarios de China, África y otros países sudamericanos que vienen a nosotros y piden cooperación en el campo de la tecnología energética, especialmente la tecnología del hidrógeno. Desde mi punto de vista, una delegación así de la UNSL podría ser muy prometedora.



Reunión "Fact Finding Mission" en la Estación Experimental Agropecuaria EEA Anguil, en La Pampa, del INTA. El objetivo fue desarrollar acciones conjuntas de investigación con la H-BRS de Alemania, INTA y la UNSL.

El propósito de este libro está encaminado a la difusión de las principales actividades científicas realizadas en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, abordando los antecedentes y capacidades acumuladas, el estado presente de las mismas y los próximos desafíos que tendrán que enfrentar cada uno de nuestros Proyectos de Investigación en sus áreas pertinentes y con la necesaria profundización de la interdisciplinaridad e internacionalización de sus abordajes.



RED DE EDITORIALES  
DE UNIVERSIDADES  
NACIONALES



Universidad  
Nacional  
de San Luis