

50 FICH

CRÓNICAS DE LA FICH

50 años



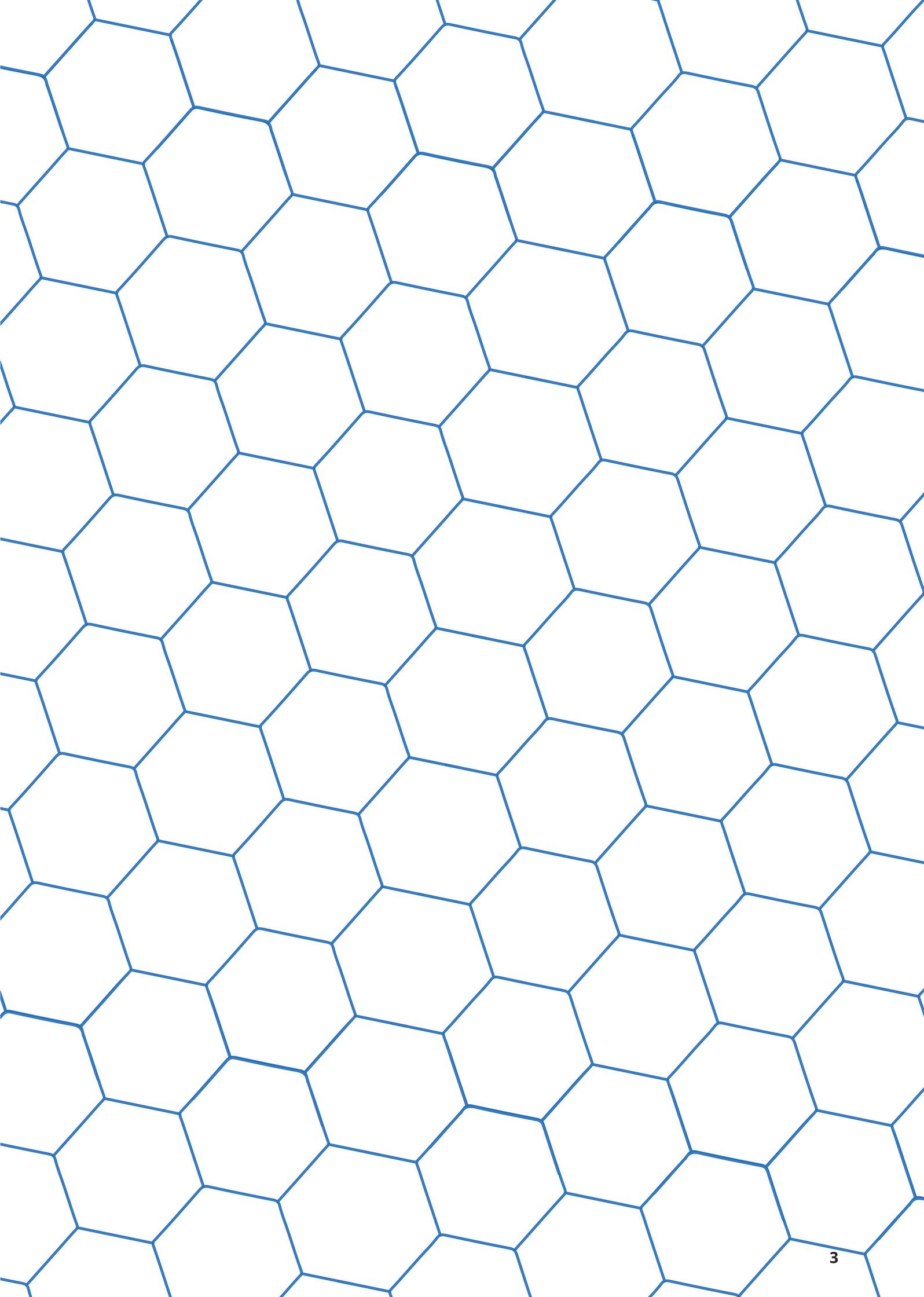
Compiladores

Ana Bacolla & Cristóbal Lozeco



Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas
Universidad Nacional del Litoral

Ilustraciones de tapa e interior
Matías Bonfiglio y Melisa Perezlindo.



Universidad Nacional del Litoral
Crónicas de la FICH. 50 años / compilado por Ana Bacolla ; Cristóbal Lozeco. - 1a ed. - Santa Fe : Universidad Nacional del Litoral, 2020.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-692-256-2

1. Universidades Públicas. 2. Vida Institucional. I. Bacolla, Ana, comp. II. Lozeco, Cristóbal, comp. III. Título.
CDD 378.053

CRONICAS DE LA FICH. 50 AÑOS

Compiladores
Ana Bacolla
Cristóbal Lozeco

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL



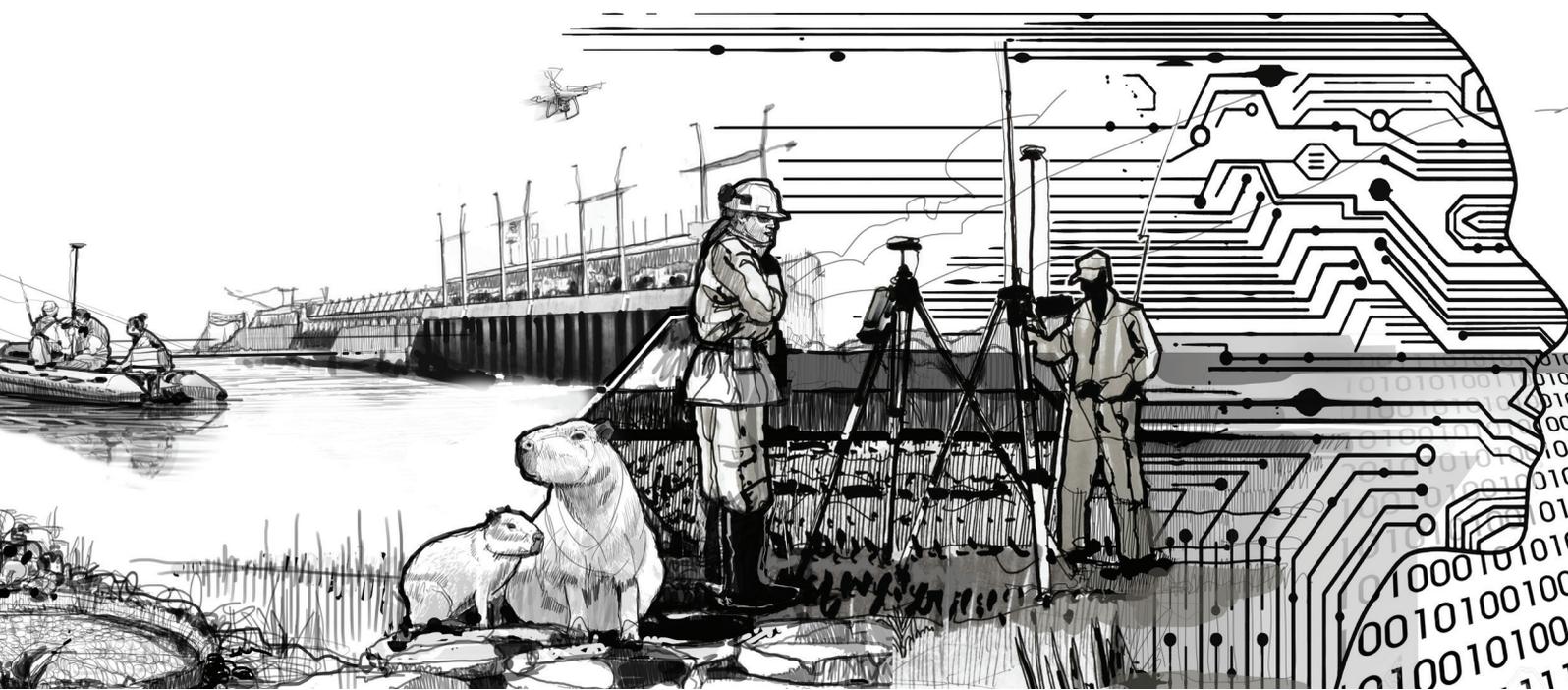
En el año 2005 la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH) decidió rescatar aspectos de su vida institucional dando origen al libro "Crónicas de la FICH. 35 años". Esta iniciativa tuvo muy buena recepción en la comunidad universitaria, logrando además ser material de consulta permanente dentro y fuera de ella.

En el año que transcurre, 2020, la Facultad cumple 50 años, momento que resulta propicio para brindar continuidad a esta publicación materializada hace 15 años para sistematizar testimonios y visiones de los distintos actores de su vida institucional.

Así, la presente edición aborda, a través de una serie de artículos de tinte académico, dos aspectos de este último período que sufrieron transformaciones importantes: la investigación y su diversificación temática, y el proceso de internacionalización de la FICH.

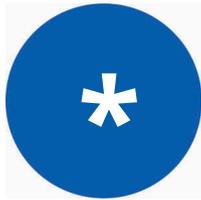
Este libro se suma entonces a "Crónicas de la FICH", para continuar resguardando los relatos y memorias de la institución.

ANA BACOLLA
CRISTÓBAL LOZECO



ÍNDICE

Prólogo	11
1 La investigación en el siglo XXI	16
1.1 La interdisciplina	18
1.2 La hidrología	20
1.3 La hidráulica	26
1.4 La informática y el sinc(i)	31
1.5 El ambiente	34
1.6 La ingeniería ambiental	39
2 El proceso de internacionalización	42
2.1 La experiencia de Angola	45
2.2 Cátedra UNESCO: Agua y educación para el desarrollo sostenible	49



PRÓLOGO

Este año 2020 es muy especial para la comunidad de la FICH, ya que celebramos los primeros 50 años de la rica historia de esta institución.

A partir de la creación de la FICH en 1985, sobre la base del Departamento de Hidrología General y Aplicada (DHGyA) y de su normalización, comenzó un proceso de fortalecimiento institucional, de crecimiento de sus actividades sustantivas, de diversificación disciplinar y de proyección internacional que continúa hasta la actualidad.

En este proceso, cada gestión construyó sobre la base construida por la anterior, manteniendo como hilo conductor una misión y visión institucional basada en las metas de excelencia, pertinencia e innovación de las actividades sustantivas, de fuerte vinculación científico-tecnológica con el medio y de compromiso social. Esta continuidad de las políticas institucionales permitió que la FICH sea en la actualidad una institución referente en sus disciplinas, a nivel nacional e internacional.

Para ello, resultaron fundamentales las asociaciones estratégicas que se realizaron a mediados de los ´90 con institutos de investigación de doble dependencia UNL - CONICET y unidades académicas disciplinarmente afines, particularmente con el Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC), el Centro de Investigación de Métodos Computacionales (CIMEC), el Instituto Nacional de Limnología (INALI) y la Facultad de Ingeniería Química (FIQ).

A la histórica oferta académica del DHGyA en recursos hídricos y cartografía, se fueron incorporando carreras de posgrado en recursos hídricos y carreras de pregrado, grado y posgrado en las disciplinas informática, medio ambiente y agrimensura. En la actualidad, la FICH cuenta con una oferta multidisciplinar de 18 carreras, 4 de grado, 6 de posgrado y 8 de pregrado.

La meta de excelencia académica se evidencia en los resultados de las evaluaciones de nuestras carreras por parte de la CO-NEAU. Todas las carreras de grado han sido acreditadas por 6 años – máximo período posible - y las de posgrado, con altas categorizaciones.

Otro aspecto distintivo de nuestras carreras es la pertinencia. Dado el fuerte compromiso de la Facultad con el desarrollo sostenible de la región, nuestra oferta académica da respuestas innovadoras a distintas demandas del sistema socio-productivo.

La FICH cuenta con centros y grupos de I+D en una amplia variedad de temas, como hidro-ambientales, grandes ríos, variabilidad y cambio climático, hidrología y gestión del agua y procesos biológicos en ingeniería ambiental. Es sede del Instituto de Investigación en Señales, Sistemas e Inteligencia Computacional, sinc(i), primer instituto de investigación de doble dependencia UNL-CONICET generado en esta Facultad. También se desarrollan actividades de I+D a través de grupos y laboratorios de más reciente creación, en temas de ingeniería de software, computación gráfica y visualización. En la última década, se han ejecutado o están en desarrollo unos 130 proyectos de investigación, con financiamiento local, nacional e internacional, considerando las distintas disciplinas.

A principios de los ´90, la FICH fue pionera en nuestra Universidad en la realización de actividades de vinculación y transferencia tecnológica. En los últimos 10 años, se realizaron unos 200 Servicios Altamente Especializados a Terceros, alcanzando en 2019 la mayor facturación por convenios de asistencia técnica entre las Unidades Académicas de la UNL.

La FICH ha desarrollado estudios y proyectos estratégicos para el desarrollo de nuestro país, como los relacionados con aprovechamientos hidroeléctricos, las hidrovías Paraná, Paraguay y

Uruguay, puertos públicos y privados, las conexiones viales Santa Fe-Paraná y Santa Fe-Santo Tomé y estudios de impacto ambiental regional en distintas cuencas del país, entre otros.

También ha participado en la elaboración de políticas públicas, como por ejemplo la revisión integral del Proyecto de Ley de Aguas de la Provincia de Santa Fe, trabajo a partir del cual esta provincia cuenta con ley de aguas desde 2018.

La FICH ha alcanzado una destacada proyección internacional en las últimas décadas. Es sede de la Cátedra UNESCO «Agua y educación para el desarrollo sostenible» (2013), es componente del Centro Regional de Formación de Argentina de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) para Sudamérica en Hidrología y Recursos Hídricos (2018), cuenta con un convenio de asistencia técnica con la Universidad José Eduardo Dos Santos de Angola (África) para la formación de profesionales en recursos hídricos (2014), tiene seis convenios de doble titulación con universidades de Europa y América Latina y participa activamente en distintas redes nacionales e internacionales y en programas de movilidad de estudiantes, docentes y no docentes.

También es reconocida como referente en sus disciplinas por organismos multilaterales de América, como el Banco Interamericano de Desarrollo y el Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global. Entre 2018 y 2019, la FICH ha coorganizado con estos organismos actividades de formación de docentes, investigadores, profesionales y tomadores de decisión de distintos países de América Latina.

El perfil innovador original también se proyecta hacia el futuro, ya que estamos trabajando en nuevas ofertas académicas para la formación de recursos humanos en Tecnologías 4.0, como la inteligencia artificial, la robótica y la realidad aumentada, entre otras. Como ejemplo, este año la FICH comenzó el dictado de

la Tecnicatura Universitaria en Automatización y Robótica, en la Sede Rafaela - Sunchales de nuestra Universidad.

Estos logros son el resultado de un esfuerzo colectivo sostenido durante 50 años. Por ello, vaya mi reconocimiento a todos los miembros de nuestra comunidad, docentes, no docentes, estudiantes y graduados, por sus aportes al crecimiento de esta querida institución.

Esta publicación tiene por objeto describir, a través de artículos académicos, las transformaciones experimentadas por esta Facultad en las actividades de investigación y de internacionalización, con énfasis en los cambios ocurridos en las últimas décadas. Se plantea como una continuidad, acotada a estas dimensiones, del libro "Crónicas de la FICH. 35 años", impreso por Ediciones UNL en 2005.

La primera parte, aborda la evolución de las actividades de ciencia y técnica en la Facultad, caracterizada por la incorporación de nuevas disciplinas y el crecimiento de la interdisciplina, en un contexto nacional en el que se promovió la formación e incorporación de recursos humanos calificados a las universidades nacionales, así como el desarrollo de proyectos de I+D+i.

En la segunda parte, se describen los procesos de internacionalización de las actividades de la Facultad y sus principales hitos.

Finalmente, mi agradecimiento a los docentes investigadores que han contribuido con sus artículos para esta publicación, a los compiladores, Ana Bacolla y Cristóbal Lozeco, a los ilustradores Matías Bonfiglio y Melisa Perezlindo, y a la diseñadora Marina Lozeco.

RAÚL PEDRAZA

Decano



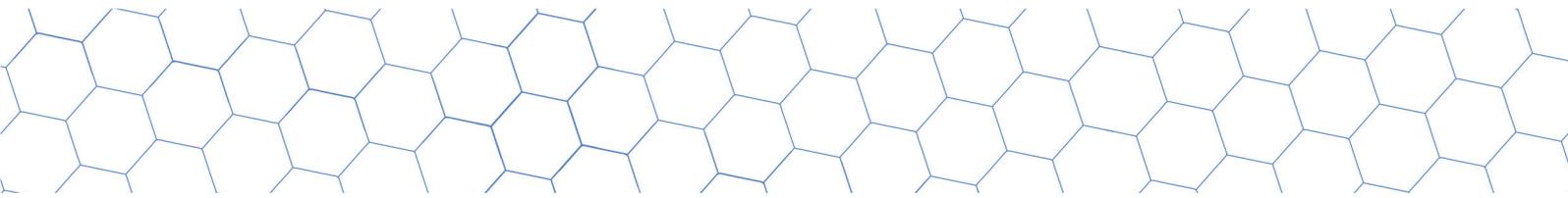
1. LA INVESTIGACIÓN EN EL SIGLO XXI

Desde finales de los ´90 y después del año 2002, el Estado nacional tuvo una política que propició la formación de recursos humanos calificados dentro de las universidades nacionales. La FICH se adhirió a estas políticas y las aprovechó enviando docentes jóvenes a realizar doctorados a diferentes países -con los primeros Proyecto de Mejoramiento Curricular (PROMEC)-, repatriando profesores que se encontraban en el exterior, y propiciando la radicación de profesionales dentro de las diferentes áreas. Este programa se aprovechó para expandir las áreas temáticas de investigación en la Facultad incorporando personal formado principalmente en las áreas de informática, ambiente y recursos hídricos.

De la misma forma se pudo acceder a subsidios importantes para el desarrollo de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICTO) y a Proyectos de Modernización de Equipamiento (PME). Con éstos últimos se adquirió equipamiento y se mejoró la estructura edilicia de la Facultad. En paralelo también se accedió a subsidios del Ministerio de Educación para obras y construcciones. De esta forma surgieron áreas de investigación en ambiente, métodos numéricos e informática.

Además del contexto externo, también hubo en las últimas décadas un cambio en el paradigma en la concepción de la universidad. Cada vez más se requiere que el docente universitario además de enseñar investigue y forme recursos humanos, lo que ha provocado que los docentes traten de continuar su proceso de formación. Esto generó una evolución en la calificación de la planta docente, que permitió aumentar la cantidad de doctores. Todo esto se tradujo además en una mejora en la obtención de subsidios para investigación, contando la FICH con más de 130 proyectos de investigación ejecutados en la última década, y en un incremento de la producción científico tecnológica.

Entre los años 2010 y 2013 se llevaron a cabo en la Facultad Jornadas de prospectiva en investigación en las tres áreas con mayor



desarrollo: recursos hídricos, TICs y medio ambiente. Estas jornadas tuvieron como principal objetivo realizar una mirada crítica de las líneas de investigación existentes y al mismo tiempo identificar temáticas que permitieran una actualización y avance hacia nuevas áreas de investigación.

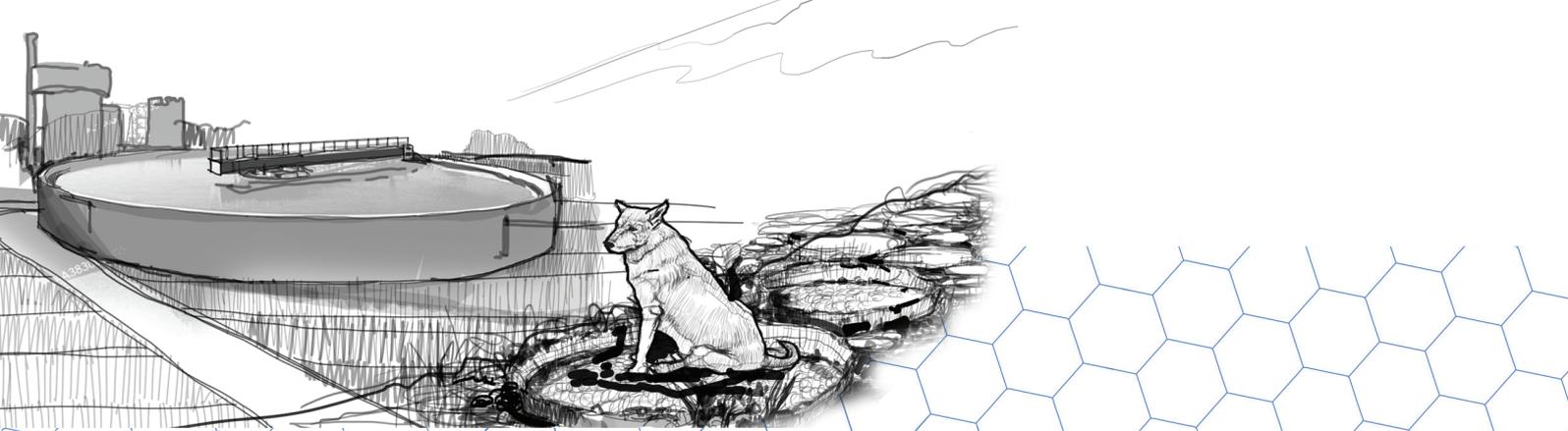
Como resultado de estas jornadas en TICs se señaló la necesidad de incursionar en interoperabilidad semántica, una línea con un marcado perfil de procesamiento simbólico en contraste con otras de corte numérico. En este sentido se ha avanzado en la formación de recursos humanos a nivel de grado y posgrado, acompañado de la creación de un “Grupo de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software”.

En la Jornada de Prospectiva en Medio Ambiente se destacó la necesidad de ampliar los espacios de laboratorio para la consolidación de algunas líneas como “Tecnologías de tratamiento de efluentes con obtención simultánea de productos de valor agregado”. Es así que en el año 2019 se inauguró el Laboratorio de Ingeniería Ambiental construido y equipado con fondos propios de la Facultad y de la Universidad, que fueron complementados con subsidios obtenidos por los investigadores involucrados en el mismo.

En las prospectivas de Recursos Hídricos se puntualizaron líneas estratégicas de investigación incipientes que han logrado al día de hoy cierto grado de avance, como por ejemplo “Desarrollo de instrumental y gestión de base de datos para monitoreo de variables hidrológicas”. Existen grupos como CENEHA y sinc(i) que han logrado cierto grado de desarrollo en esta área. Por su parte, la morfodinámica de ríos y el transporte de sedimentos, la gestión de riesgo hídrico y la interacción aguas superficiales y subterráneas se muestran como líneas que se mantienen fuertes en el tiempo y en las cuales la FICH es un referente.

AYLÉN CARRASCO

Secretaria de Ciencia y Técnica

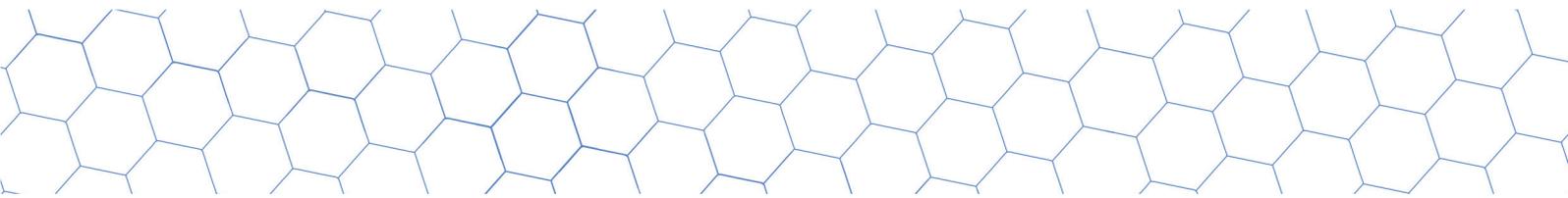


1.1 LA INTERDISCIPLINA

La Facultad incorporó paulatinamente desde los 90 otras ingenierías que comenzaron a crecer a distinto ritmo y a relacionarse entre ellas, generando interdisciplinariedad. Esta dinámica se vio reflejada no sólo en el abordaje de las temáticas de enseñanza, sino también en la creación de grupos y centros de investigación que involucran investigadores de diferentes áreas disciplinares y ponen en juego sus saberes en una forma de trabajo integrada.

Así, el Centro de Estudios de Grandes Ríos (CIEGRi) aborda sus estudios incorporando ingenieros en Recursos Hídricos, Ambientales e Informáticos, y Geólogos. Por su parte el Centro de Estudios Hidro-Ambientales (CENEHA), además de agrupar investigadores de las distintas carreras de la Facultad, incorpora ingenieros Agrónomos y Civiles, y Matemáticos. Otro ejemplo es el Centro de Variabilidad y Cambio Climático (CEVARCAM), el cual entre sus filas cuenta también con Licenciados en Biodiversidad y Climatólogos.

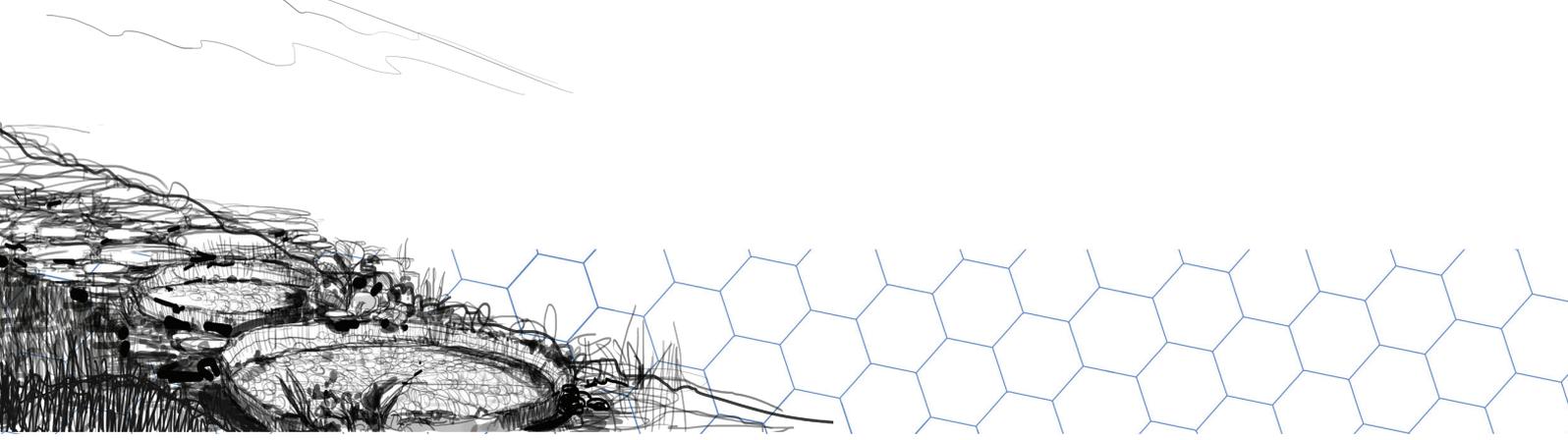
Algunas áreas han tenido desde sus inicios proyectos de investigación con abordajes interdisciplinarios, incorporando profesionales de todas las áreas de la Facultad: ingenieros Ambientales, en Recursos Hídricos, Informáticos y Agrimensores, y de áreas externas. Como ejemplo de esto puede mencionarse el proyecto "Evaluación interdisciplinar de procesos de apertura, mantenimiento y cierre de cauces secundarios del río Paraná", que incluye Licenciados en Biodiversidad, Geólogos y Arqueólogos. Esta línea requiere necesariamente este tipo de abordajes, habida cuenta de la diversidad de variables que intervienen y las magnitudes espaciales y temporales involucradas, incluyendo escalas de tiempo tan diversas como años, décadas y centenas; y la diversidad y abundancia de unidades de vegetación que interactúan con el sistema.



Por su parte, el proyecto “Hacia prácticas agropecuarias más sustentables con un monitoreo agro-hidrológico con hardware libre” utiliza los conocimientos de los ingenieros en Recursos Hídricos, en conjunto con los Informáticos, para adaptar y mejorar la funcionalidad de dispositivos de medición de variables ambientales utilizadas en la producción agrícola.

Otro caso paradigmático es el desarrollo de la inteligencia computacional, el procesamiento de señales y el análisis de sistemas a partir de la creación del sinc (i). Estas herramientas han sido utilizadas en colaboración con otras disciplinas como biología, agronomía, mecánica y medicina. El producto de estas interacciones dio como resultado soluciones científico tecnológicas muy diversas. El procesamiento de señales y la inteligencia computacional juegan un rol central en el análisis de la información. Algunos ejemplos son su utilización para el análisis de información biológica en el desarrollo de nuevos cultivos; el desarrollo de equipamiento biomédico; y aplicaciones en agricultura de precisión.

AYLÉN CARRASCO



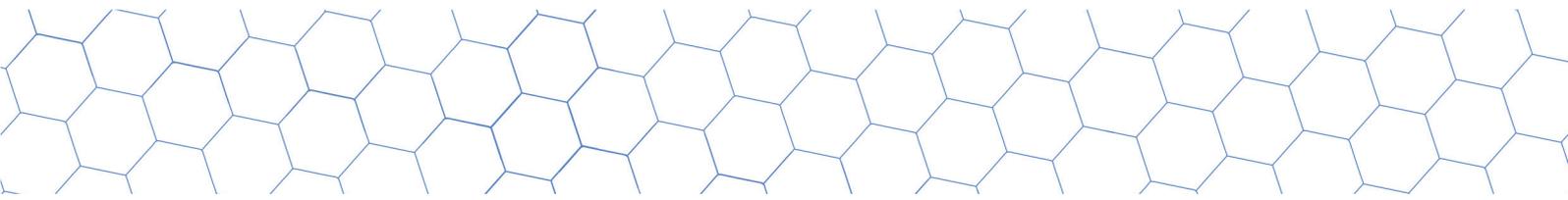
1.2 LA HIDROLOGÍA

El desarrollo de la investigación en hidrología en la Facultad estuvo determinado por tres ejes centrales que fueron evolucionando y cambiando temporalmente y que constituyeron el contexto que orientó las líneas de investigación en esta disciplina. Estos ejes son: los problemas hídricos que se presentan en la región de influencia de la Facultad y que exigen respuestas de la academia por parte de la sociedad, los temas relevantes que se identifican como prioridades en los foros internacionales en materia de recursos hídricos y que son adoptados por instituciones como UNESCO y OMM, y los avances de punta que se producen en institutos y universidades de renombre mundial en materia de investigación y desarrollo.

Asimismo, los temas que se han venido desarrollando estuvieron siempre muy vinculados a la formación de recursos humanos de grado y posgrado y a la transferencia, a través de la prestación de servicios a terceros, y a la participación en reuniones científicas.

Resulta conveniente, para sintetizar la labor de investigación en hidrología y de transferencia de sus productos, seguir una línea de tiempo dividida en tres períodos: el primero desde que comenzaron incipientemente las actividades de investigación a mediados de los años 70 y hasta fines de los años 80, el segundo un período de transición y crecimiento que tuvo lugar durante los años 90, y finalmente, un período de pleno desenvolvimiento llevado a cabo en los últimos 20 años.

Desde los inicios hasta mediados y fines de los años 80 las prioridades regionales orientaron las investigaciones en hidrología de grandes llanuras, de escaso abordaje a nivel global hasta esa época en relación con la hidrología de cuencas con relieve poco marcado. Como ámbito de estudio se adoptó la región de los



Bajos Submeridionales y se abordaron temas como balance hídrico, análisis de frecuencia de eventos hidrometeorológicos y relación entre agua superficial y subterránea.

En ese período el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de UNESCO en sus tres primeras fases impulsó el desarrollo de las bases científicas de la hidrología y la formación de recursos humanos. Fue por ello que patrocinó el Curso Internacional de Hidrología General con énfasis en Hidrología Subterránea, dictado en gran parte en la FICH en forma periódica entre 1980 y 1995. En este curso se especializaron además de numerosos profesionales argentinos, unos 80 extranjeros, principalmente latinoamericanos.

En la década de los 90 se fueron produciendo modificaciones en el contexto regional e internacional y comenzaron a tomar trascendencia las cuestiones relacionadas con el cambio climático, el análisis de riesgo y la gestión integrada de los recursos hídricos, fortaleciéndose la visión de la interdisciplina. En concordancia, en las fases Cuarta y Quinta del PHI-UNESCO los temas se orientaron hacia la gestión de los recursos hídricos para el desarrollo sostenible en ambientes vulnerables.

A mediados de la década de los '90, se implementó en la UNL el Programa "Curso de Acción para la Investigación y Desarrollo (CAI+D)", a partir del cual se comenzaron a financiar proyectos de investigación en esta Universidad. Paralelamente, comenzó un proceso de formación de recursos humanos docentes a nivel de posgrado, en el ámbito local facilitado por la creación de la Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos (1996) y del Doctorado en Ingeniería – Mención Recursos Hídricos (1998)-, pero también hubo quienes cursaron posgrados en otras universidades nacionales y del exterior (Brasil, EEUU y Europa). Este crecimiento en recursos humanos formados permitió ampliar los grupos de investigación y los temas a abordar.

La ocurrencia de las crecidas extraordinarias en la Cuenca del Plata de los años 1983, 1992 y 1998 dio lugar al desarrollo de proyectos de investigación y asistencia técnica relacionados con crecidas de diseño, contando en ciertos casos con el asesoramiento de expertos de la Universidad de Colorado (USA), cuyos resultados se volcaron en el libro “El río Paraná en su tramo medio. Contribución al conocimiento y prácticas ingenieriles en un gran río de llanura”, editado por la UNL a fines del año 2000.

Asimismo, la presencia de los investigadores de la FICH en eventos técnicos y científicos a nivel nacional e internacional fue creciendo paulatinamente, mereciendo destacarse entre ellos los Congresos Nacionales del Agua y los Congresos Argentinos de Hidrogeología, de los cuales el XVII Congreso Nacional del Agua y 2do Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur y el II Congreso Argentino de Hidrogeología y IX Seminario Hispano Argentino fueron organizados por la FICH y el Gobierno de la provincia de Santa Fe.

Numerosas comenzaron a ser también las presentaciones en los Congresos Latinoamericanos de Hidráulica, lo que favoreció la vinculación interinstitucional de nóveles investigadores de la Facultad. También se generó un valioso proceso de formación de posgrado en universidades extranjeras, principalmente en países como Brasil, Estados Unidos, Australia, Francia y España. Varios de estos investigadores son en la actualidad especialistas en hidrología reconocidos internacionalmente.

Entrando en el siglo XXI, a nivel internacional, se profundizó la visión globalizadora de la problemática de los recursos hídricos en el marco de la lucha contra la pobreza. Esto se manifestó en la Declaración de la ONU del año 2000 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) a cumplir para el año 2015 y posteriormente se extendieron a los Objetivos Desarrollo Sostenible (ODS), a cumplir para el 2030. Así, el PHI-UNESCO en sus fases

Sexta, Séptima y Octava (actualmente vigente, 2014-2021) establece como prioridades el estudio de los recursos hídricos sometidos a estrés y las respuestas sociales, así como la seguridad hídrica, respuestas a los desafíos locales, regionales y mundiales. La UNL se sumó a estos criterios y para los nuevos CAI+D, convocatoria 2020, estableció como condición para que los proyectos puedan ser considerados que indiquen a cuáles ODS contribuyen con su propuesta.

También, a partir de los Foros Mundiales del Agua -que comenzaron en Marruecos en 1997 y se realizan desde entonces cada 3 años-, la comunidad mundial analiza las problemáticas hídricas a resolver recomendando metas a cumplir que se van revisando periódicamente y que dan origen a prioridades de investigación y desarrollo de acuerdo a las realidades de cada país.

A nivel local, las catástrofes hídricas que asolaron a la ciudad de Santa Fe en el año 2003, originada por la crecida extraordinaria del río Salado y la falla de las obras de protección, y luego en el 2007, por la ocurrencia de lluvias extremas, la insuficiencia de los sistemas de drenaje y la falta de estaciones de bombeo, dieron un gran impulso a la investigación aplicada a eventos extremos, al uso de sensores remotos, a la hidrología urbana, a pronósticos y sistemas de alerta, y fundamentalmente, a la gestión del riesgo hídrico.

Pero no sólo las aguas superficiales fueron abordadas: investigadores de la FICH en el campo de la hidrología subterránea y la hidrogeología participaron activamente de estudios sobre la preservación y protección de acuíferos. De ellos merece destacarse la valiosa publicación "Groundwater Quality Protection. A Guide for Water Utilities, Municipal Authorities and Environmental Agencies" (2002/2004/2006), editada por Groundwater Management Advisory Team (GW MATE) del World Bank Group, Global Water Partnership.

A nivel continental, se produce un despertar de estudios y proyectos relativos a la Cuenca del Plata, a partir de importantes trabajos, como el “Proyecto de Protección Ambiental y de Desarrollo Sostenible Integrado del Sistema Acuífero Guaraní” (2003-2011) y el “Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con los efectos hidrológicos de la variabilidad y el cambio climático” (2003-2005 y 2011-2016), en los cuales participaron activamente grupos de investigación de la FICH.

El impulso de las actividades de investigación en hidrología registrado en esta etapa originó la creación de tres centros de I+D en la Facultad: CENEHA (2001), CEVARCAM (2003) y recientemente el Centro de Hidrología y Gestión del Agua (CHyGA (2019). De particular importancia fueron también las investigaciones y la asistencia técnica desarrollada en gestión integrada de recursos hídricos, gestión de aguas subterráneas y gestión integrada de crecidas. La FICH se convirtió en un referente continental en estos temas, y fue así que en 2006 creó junto con la Universidad Nacional de Cuyo y la Universidad Nacional de Córdoba, la Maestría en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.

Estas actividades de investigación, enseñanza, vinculación y transferencia tecnológica en hidrología han impulsado una fuerte proyección internacional de la FICH en los últimos 10 años. Como hitos de esta proyección pueden mencionarse que la Facultad es sede de la Cátedra UNESCO «Agua y educación para el desarrollo sostenible», desde 2013 y es componente del Centro Regional de Formación de Argentina de la OMM para Sudamérica en Hidrología y Recursos Hídricos, desde 2018.

Así, entre los años 2018 y 2019, especialistas del Banco Interamericano de Desarrollo y del Research Triangle Institute de Estados Unidos, capacitaron en la FICH en el uso de los modelos Hydro-BID e Hydro-BID Flood, utilizados por el BID en la eva-

luación de proyectos, a 25 profesionales y docentes de distintas unidades académicas de la UNL, de la Municipalidad de Santa Fe, del Instituto Nacional del Agua y a becarios de la OMM provenientes de países latinoamericanos.

Dado el carácter multidisciplinar de la FICH, se plantean como desafíos a futuro profundizar la integración de la hidrología con otras disciplinas, tales como medio ambiente, informática y agrimensura, a través de líneas de investigación que aborden impactos ambientales del cambio global, sistemas de alerta y pronóstico hidrológico, aplicaciones de SIG y teledetección y de sistemas de soporte de decisión para la gestión integrada de los recursos hídricos, entre otros.

CARLOS U. PAOLI
RAÚL PEDRAZA
ROSANA HÄMMERLY



1.3 LA HIDRÁULICA

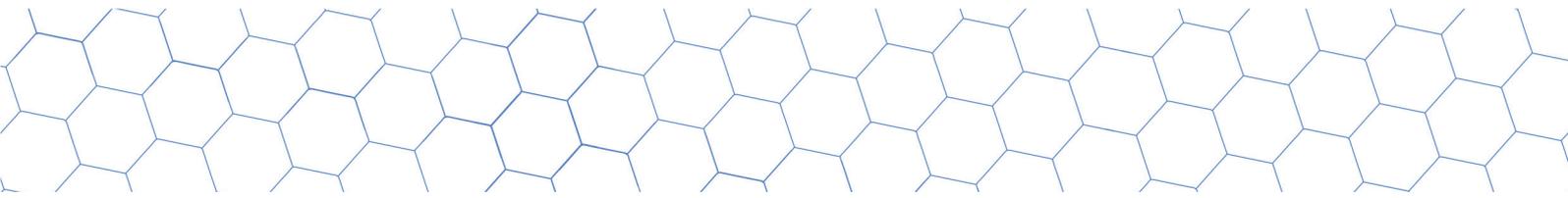
Desde su creación la FICH se desarrolló rodeada de una geografía y una comunidad marcados por la acción, a veces devastadora, de uno de los ríos de llanura más grandes del mundo: el Paraná.

En relación con las investigaciones ligadas al río, éstas fueron evolucionando con el transcurrir de los años hasta la creación, en la década del 80, del Programa de Investigaciones y Servicios en Hidráulica e Ingeniería Fluvial que concentró, consolidó y amplió los enfoques de los proyectos preexistentes relacionados con los estudios realizados en el tramo medio del río Paraná por la empresa estatal Agua y Energía Eléctrica.

Las temáticas abordadas por entonces fueron: mecánica del transporte de sedimentos, procesos de erosión general en cauces aluviales, erosiones localizadas en estructuras fluviales y sub-fluviales, utilización de modelos físicos con aire y agua, para el estudio de procesos fluviales, manejo de vías navegables y de accesos portuarios, y prevención y control de crecientes.

Durante la década del '90 se incorporaron otras líneas de relevancia para la región litoral, como los desarrollos teórico-numéricos sobre la estabilidad de cauces aluviales y llanuras de inundación, la mecánica del transporte de sedimentos por formas de fondo (dunas) y el impacto sobre la resistencia al flujo, el transporte de sedimentos cohesivos y su impacto sobre la sedimentación en puertos y vías navegables, los estudios de laboratorio para el diseño de las obras de protección del Túnel Subfluvial, los estudios en modelos físicos para protección de estructuras y mejoramiento para la navegación, las investigaciones aplicadas para el desarrollo de la Hidrovía en el Río Paraná y los procesos geomorfológicos en cauces aluviales.

El Programa señalado consolidó un grupo humano altamente



capacitado en temas fluviales y sedimentológicos, protagonista principal de importantes estudios y proyectos de gran valor regional, los cuales dieron lugar a tesis de maestría y de doctorado.

Esta fecunda labor quedó plasmada en un importante número de publicaciones en revistas de la especialidad, en anales de congresos nacionales e internacionales y sobre todo en el libro “El río Paraná en su tramo medio. Contribución al conocimiento y prácticas ingenieriles en un gran río de llanura”, editado por la UNL a fines del año 2000. Allí se sintetizan los esfuerzos de investigación llevados a cabo en la FICH a lo largo de más de 20 años en relación con el río Paraná.

Además, cabe destacar la monografía titulada “Hidrodinámica Ambiental” publicada por el Centro de Publicaciones de UNL en el año 1996, la cual fue pionera en su género por introducir conocimientos sobre la turbulencia en ambientes acuáticos, convirtiéndose con el correr del tiempo en la principal referencia de la hidráulica ambiental en Iberoamérica.

La creación en enero de 2002 del CIEGRi a partir del Programa de Investigaciones y Servicios en Hidráulica e Ingeniería Fluvial que funcionaba en el ámbito de la FICH, y posteriormente, del CENEHA en 2002, constituyó una continuación lógica dado el grado de desarrollo que habían alcanzado los grupos de investigación de la institución con trayectoria en el tema.

El objetivo de la creación de ambos centros fue dar un “salto cualitativo” a través de una estructura que jerarquice y expanda la trayectoria reseñada y los recursos humanos e infraestructura disponibles, principalmente, en el seno del Departamento de Hidráulica. Cabe destacar además el valioso rol del Laboratorio de Sedimentología y Geomorfología, que tuvo una sinergia especial con el Departamento de Hidráulica y con el CIEGRi.

A partir de la creación de estos centros, se produjo una mayor apertura e interacción con instituciones académicas nacionales e internacionales. Respecto de éstas últimas, se destacan trabajos conjuntos con investigadores de la Universidad de Illinois (EEUU), Universidad de la República (Uruguay), Universidades de Río de Janeiro y Maringá (Brasil), Universidad de Leeds, Brighton y Hull (Reino Unido), Universidad de Ingeniería y Tecnología (Perú), Universidad de Bologna (Italia), GFZ German Research Centre for Geosciences (Alemania) y el Servicio de Geología de los Estados Unidos.

El aumento de asociaciones con otras instituciones contribuyó a incrementar los avances científicos alcanzados en el Departamento de Hidráulica. Los resultados de estas interacciones se vienen reflejando principalmente en publicaciones de revistas internacionales de gran impacto en la comunidad científica, consolidando a la FICH en la temática a nivel nacional e internacional. Además, estas vinculaciones facilitaron un creciente intercambio entre estudiantes, docentes e investigadores, favoreciendo la incorporación de habilidades para el desarrollo de nuevos conocimientos. Este hecho produjo una expansión de las investigaciones a otros sistemas fluviales del mundo, incluyendo además zonas de transición como son los estuarios.

Paralelamente, se incorporaron nuevas áreas de conocimiento, como la ecología de la vegetación y la limnología física y eco-hidráulica, dándole al Departamento una visión interdisciplinaria y con mayor capacidad de respuesta a los requerimientos del medio.

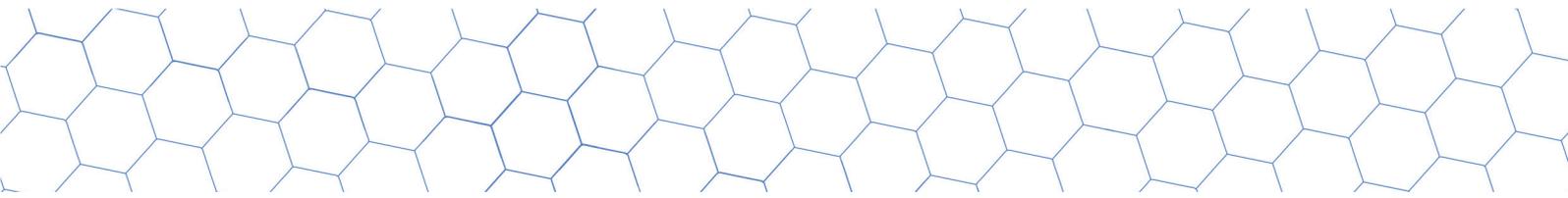
Se destaca, además, como consecuencia de esta apertura, el financiamiento logrado de organismos nacionales e internacionales para la organización de importantes eventos científicos, los cuales reunieron a los principales referentes a nivel mundial en las temáticas antes mencionadas. Dentro de los eventos más

destacados, se pueden mencionar: el “Workshop on Morphodynamic Processes in Large Lowland Rivers” (2007); el “Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics” (2009); el “Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos” (2013), el “Simposio sobre Hidrología de Llanuras (2014); y el “Simposio sobre Métodos Experimentales en Hidráulica” desarrollado sucesivamente en los años 2011, 2013, 2015, 2017 y 2019.

En este marco, se afianzó e incrementó la formación de recursos humanos, tanto a nivel de grado como de posgrado. Continuar con este incremento es uno de los desafíos más importantes, que debe apuntalarse fuertemente a futuro, tomándolo como un pilar fundamental para producir un avance institucional significativo en investigación, que redunde en una transferencia continua hacia la docencia. Los recursos humanos formados son imprescindibles para brindar respuesta a los problemas que los sistemas hídricos generan en el mundo, y que continuarán acentuándose ante los avances del cambio climático.

En esta breve reseña queda claro que, desde la creación de la FICH, el crecimiento de los grupos de investigación en el Departamento de Hidráulica se produjo de acuerdo a las necesidades, requerimientos, disponibilidades y situaciones particulares acaecidos durante las últimas décadas, y acompañado además por las diferentes políticas nacionales y provinciales en Ciencia y Tecnología.

Los pioneros en Hidráulica de la FICH establecieron las bases de lo que es hoy la disciplina en esta institución. Sus logros en investigación aplicada a grandes ríos fueron reforzados y ampliados por las sucesivas generaciones durante las últimas décadas, posicionando al Departamento como referente nacional e internacional.



Quizás el mayor impacto de la FICH en sus primeros 50 años, sea el haber logrado el reconocimiento a nivel mundial del Rio Paraná, en su tramo medio, como un “laboratorio natural” de características únicas, en el que todos conformamos una gran reserva ecológica cuyo metabolismo debemos cuidar y preservar para el beneficio de futuras generaciones.

Como perspectiva futura, se desprende la necesidad de continuar con el fortalecimiento de los grupos de investigación a través de una mayor vinculación con organismos públicos y privados, tanto de Gestión como de Ciencia y Técnica, en el ámbito regional, nacional e internacional, buscando una retroalimentación entre los distintos actores. A tal fin, será clave una continua formación de recursos humanos con el máximo nivel académico, sin descuidar la formación inicial en investigación a nivel de grado.

Este esquema permitirá un fortalecimiento de las capacidades ante la creciente presión, natural y antrópica, sobre sistemas naturales tan diversos y complejos, tan vitales y, a veces, tan frágiles, como los que constituyen la mayoría de los sistemas fluviales del mundo.

RICARDO SZUPIANY
MARCELO GARCÍA





1.4 LA INFORMÁTICA Y EL sinc (i)

El contexto institucional para el inicio de la investigación en la disciplina informática comienza a formarse algunos años después de 1993, cuando la FICH incorpora a la oferta académica la primera carrera de Informática de la UNL: Analista en Informática Aplicada. Esta tecnicatura, de tres años de duración, sentó las bases para la creación en 1999 de Ingeniería en Informática. El auge de la disciplina y el marcado compromiso de investigadores del entonces Departamento de Mecánica Computacional del INTEC (actualmente Instituto de doble dependencia CIMEC), permitió que se ampliara la oferta formativa de grado y posgrado y en pocos años se creara conjuntamente entre la FICH y el CIMEC el Doctorado en Ingeniería. Este Doctorado se inició con las menciones “Recursos Hídricos” y “Mecánica Computacional”. Posteriormente, en 2006, se le sumó la mención “Inteligencia Computacional, Señales y Sistemas”. Estas dos últimas menciones resultaron ser claves, ya que permitieron la formación propia de nuevos doctores en áreas estratégicas.

De manera simultánea, en el contexto nacional, se implementó desde finales de los noventa una política que propició la formación de recursos humanos calificados dentro de las universidades nacionales. La FICH adhirió a estas políticas y las aprovechó enviando docentes jóvenes a realizar doctorados a diferentes países a través del Fondo para el mejoramiento de la calidad universitaria (FOMEUC) y repatriando docentes a través del plan Raíces. También se propició la radicación de jóvenes profesionales dentro de las diferentes áreas.

Así en el año 1998, con el objetivo de generar grupos de investigación en la FICH, Horacio Loyarte, como Director del Departamento de Informática, convoca a Diego Milone, actual director del sinc(i), para formar parte de su Cátedra y postularse en un plan FOMEUC. Ese plan otorgaba dos años de beca para comenzar el doctorado (que requiere cinco años en general). Luego de

realizar dos años de beca en España, retornó a trabajar como docente con dedicación simple en la FICH, y con dos cargos semi exclusivos en la UNER.

El programa FOMEC estipulaba que la UNL debía otorgarle una dedicación exclusiva a aquellos docentes participantes que se doctoraban, y a su vez los noveles doctores debían quedarse en la institución al menos por cuatro años. Este fue el caso de Milone, que al momento de doctorarse ya estaba a cargo de las dos asignaturas de grado, que también fueron base del grupo: Inteligencia Computacional y Procesamiento Digital de Señales. En este contexto institucional de crecimiento y multidisciplinariedad se crea el sinc(i) en el año 2004, constituido por Diego Milone, Leonardo Di Persia -un Bioingeniero que en ese entonces iniciaba su doctorado- y varios alumnos de grado con becas de iniciación a la investigación, como Enrique Albornoz y Leandro Vignolo, entre otros.

Un año más tarde se suma a este grupo incipiente un segundo investigador recientemente doctorado, Leonardo Rufiner. En 2006 Milone se incorpora a la Carrera de Investigador Científico y Tecnológico de CONICET (CIC). En el año siguiente Rufiner obtiene también su ingreso a la CIC y se incorpora formalmente otra investigadora formada, con una dedicación simple, para colaborar en las tareas de investigación y posgrado, María Eugenia Torres. Es por estos años que se intensifica el esfuerzo para la formación de recursos humanos a nivel de doctorado, primeramente con dos becas de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) y la UNL, y luego con cuatro del CONICET. Por medio del Programa de Repatriación de Investigadores, en el año 2008 se suma otro investigador al grupo: Leonardo Giovanini.

En el año 2009 el Consejo Directivo de la FICH-UNL crea formalmente el Centro de Investigación en Señales, Sistemas e Inteligencia Computacional y en este mismo año egresa el primer

Doctor formado en el grupo, Leonardo Di Persia, que accede a una beca posdoctoral e ingresa a la CIC en la convocatoria 2010. Los resultados del esfuerzo realizado en la formación de recursos humanos se comienzan a ver más claramente en el año 2011, cuando obtienen el título de Doctor César Martínez, Leandro Vignolo, Diego Tomassi y Enrique Albornoz, tres de los cuales ingresaron a la CIC en los años siguientes.

A fines de 2013, habiendo alcanzado la cantidad necesaria de investigadores con carrera científica, desde la Dirección del Centro Científico Tecnológico Santa Fe del CONICET, y luego desde la UNL, se impulsó al grupo para iniciar las gestiones para la creación de un nuevo centro de doble dependencia UNL-CONICET con sede en FICH. Se elaboró entonces una propuesta que fue aprobada por el Consejo Directivo de la FICH, luego por el Consejo Superior de la UNL y el Directorio de CONICET. El 9 octubre de 2014, mediante Resolución Conjunta entre UNL y CONICET, se creó el sinc(i), instituto de doble dependencia con sede en la FICH, conformado por siete investigadores.

Actualmente el sinc (i) posee una planta de 20 investigadores, mostrando un crecimiento sostenido a pesar del contexto económico adverso de los últimos años.

Además de sumar integrantes, el sinc (i) no ha sufrido desgrana- mientos. Este grupo definió desde sus orígenes objetivos claros, marcando a la investigación como la meta prioritaria. Esto facilitó una selección acorde de los integrantes, logrando formar un grupo con un perfil definido.

DIEGO MILONE
LEONARDO RUFINER

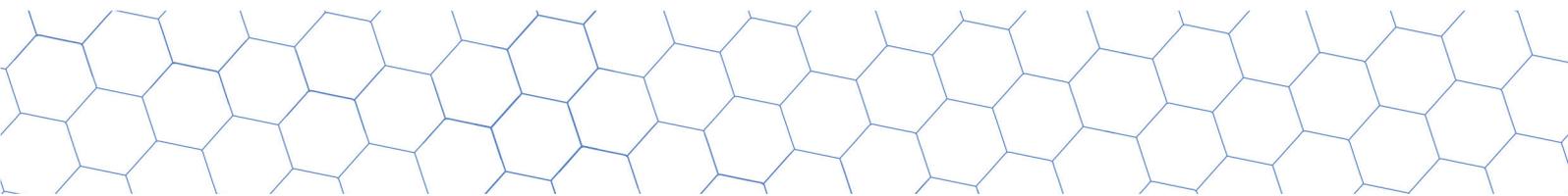


1.5 EL AMBIENTE

La dimensión ambiental se incorpora a la FICH a inicios de los años 90, cuando se suma la temática como una mención de la carrera de Ingeniería en Recursos Hídricos, atendiendo a la concientización creciente a nivel global, nacional y regional acerca del desarrollo sostenible y a la necesidad de incorporar la componente ambiental a la planificación de proyectos de ingeniería. En 1997 esa dimensión dio origen a una nueva carrera, Ingeniería Ambiental, en cuya base fundacional reunió a docentes e investigadores de diversas disciplinas. La evolución de la oferta académica se produjo en el contexto de un cambio de paradigma en las ingenierías así como en la legislación tendiente a la conservación y a la gestión ambiental.

De igual manera, las problemáticas ambientales fueron evolucionando, volviéndose cada vez más complejas y territorialmente extendidas. Con el paso del tiempo, la sociedad en su conjunto se volvió cada vez más atenta a los problemas ocasionados por la contaminación y comenzó a demandar bienes y servicios en cuyos procesos productivos se contemple la minimización del impacto ambiental. En este contexto social, la evolución de la oferta académica de FICH fue acompañada por la incorporación y el desarrollo de nuevas líneas de investigación propias de la ingeniería ambiental y por la evolución y diversificación de otras líneas históricamente vinculadas a los recursos hídricos.

Así se fueron consolidando investigaciones que utilizan nuevas tecnologías de purificación que complementan a los procesos tradicionales de tratamiento de problemas ambientales. Entre estas tecnologías se encuentran los Procesos Avanzados de Oxidación (PAO), que pueden aplicarse a la descontaminación de agua y aire. También se desarrolló un proceso avanzado de oxidación, novedoso y amigable al ambiente, para la inactivación y remoción de microorganismos aerotransportados o bioaero-



soles. Asimismo, se investigó acerca del uso de irradiación ultrasónica, un proceso PAO, para disminuir los niveles de contaminantes en las aguas de desechos, con el objetivo de evitar el uso de compuestos químicos ambientalmente perjudiciales en el tratamiento de las aguas de procesos.

Alternativamente a estas tecnologías de descontaminación, se estudian sistemas de biopurificación (biolechos) para descontaminar efluentes con alta carga de pesticidas. Asimismo, se analizaron distintas alternativas para el tratamiento de las aguas residuales municipales y su interacción con los contaminantes emergentes, utilizando sistemas de lodo activado. Se plantearon también distintas alternativas de recuperación y revalorización del biogás.

Otra línea de investigación que se ha consolidado es la producción sustentable de compuestos con valor agregado a partir de efluentes y subproductos agroindustriales aplicando procesos biológicos. Los procesos estudiados permitirían reducir y, en algunos casos eliminar, el costo de tratamiento de los efluentes previo a su volcado en un cuerpo receptor, sustituyendo los procesos convencionales de tratamiento por procesos productivos rentables y amigables con el medio ambiente.

Recientemente, se ha iniciado una nueva línea de investigación que tiene como objetivo analizar el funcionamiento y eficiencia de prototipos de humedal de flujo horizontal subsuperficial para depurar la carga orgánica de efluentes pecuarios, recurriendo a vegetación autóctona y abundante en la zona. Se trata de un esfuerzo que incorpora investigadores de CONICET, FICH y de la Facultad de Ciencias Agrarias.

En paralelo a la investigación de procesos tecnológicos, y teniendo en cuenta la estrecha relación de la FICH con los recursos hídricos y más recientemente con el ambiente, otras líneas de in-

investigación se abocaron al monitoreo, evaluación y modelación de la presencia y el transporte de diferentes contaminantes en aguas superficiales, subterráneas y suelos. Los cursos de agua han sido siempre receptores de efluentes de diversas características, y por lo tanto muy vulnerables a la contaminación. Uno de los contaminantes evaluados en el río Salado en cercanías de la ciudad de Esperanza, es el cromo, un metal que en su forma hexavalente es tóxico. La combinación de mediciones de campo y determinaciones de laboratorio de muestras de agua y del lecho, fueron complementadas con modelos de simulación de la hidrodinámica del río y del transporte y destino de este compuesto de origen industrial.

En la actualidad se estudia la problemática del arroyo El Rey, que atraviesa las ciudades de Reconquista y Avellaneda en el noreste provincial. Este curso de agua recibe efluentes tanto industriales como domésticos que requieren un análisis integral a fin de proponer medidas de gestión ambiental. La modelación ambiental es la herramienta utilizada para probar diferentes escenarios de gestión y soluciones ingenieriles a fin de reducir las concentraciones actuales de DBO y otras variables.

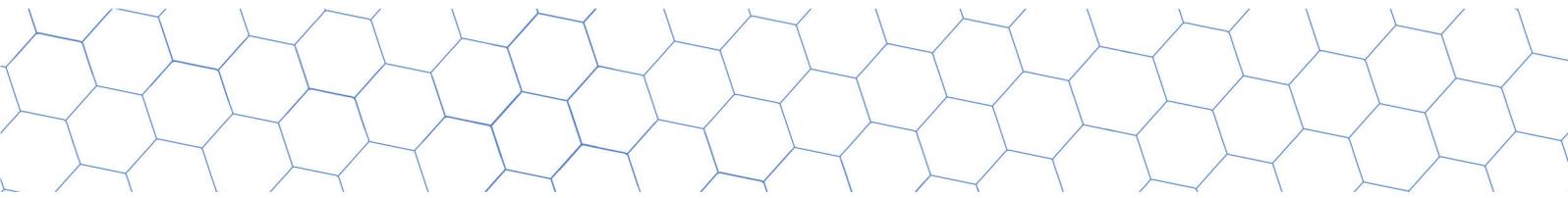
La actividad agropecuaria es uno de los pilares económicos de la provincia de Santa Fe. Además de la búsqueda de soluciones tecnológicas para el tratamiento de agroquímicos utilizados en la producción agrícola, la explotación ganadera intensiva (feedlots) tuvo una marcada expansión en la provincia hace algunos años. Esta actividad productiva generó potenciales focos de contaminación por efluentes orgánicos y farmacéuticos en suelos y aguas del entorno de los establecimientos. Los feedlots fueron motivo de análisis en suelos mediante monitoreo de campo y simulaciones numéricas del transporte de nitratos a fin de predecir si las aguas subterráneas en el entorno de estos establecimientos estaban amenazadas por la contaminación orgánica. Otros ambientes susceptibles a ser degradados por las activi-

dades agrícolas son las franjas ribereñas de los ríos, que suelen estar ocupadas por ricos ambientes de humedal, que pueden cumplir invalorable servicios ecosistémicos, como por ejemplo depurar las aguas subsuperficiales. Esta capacidad transformadora de la calidad de las aguas que estos ambientes poseen está siendo investigada para comprender los procesos transformadores de contaminantes que poseen.

No sólo los proyectos de investigación tecnológicos y los relacionados a la evaluación de la contaminación tuvieron un crecimiento sostenido. Acompañando la diversificación de la oferta académica, se incorporaron líneas de investigación que incluyen la gestión ambiental en un marco multidisciplinario. Un ejemplo de ello es el proyecto sobre Procedimientos de Gestión del Desarrollo Sustentable en Áreas Inundables con Gobernabilidad Difusa, propiciando el turismo sustentable como estrategia de gestión, en la Microrregión Insular de Santa Fe, San José del Rincón y Arroyo Leyes.

El crecimiento sostenido de la investigación en temáticas ambientales, el aumento de la matrícula en Ingeniería Ambiental y la necesidad de dar respuestas al medio con una visión multidisciplinaria, fueron propicios para la creación de la Mención Ambiental del Doctorado en Ingeniería de la FICH y la Maestría en Gestión Ambiental, que integran todas las unidades académicas de la UNL.

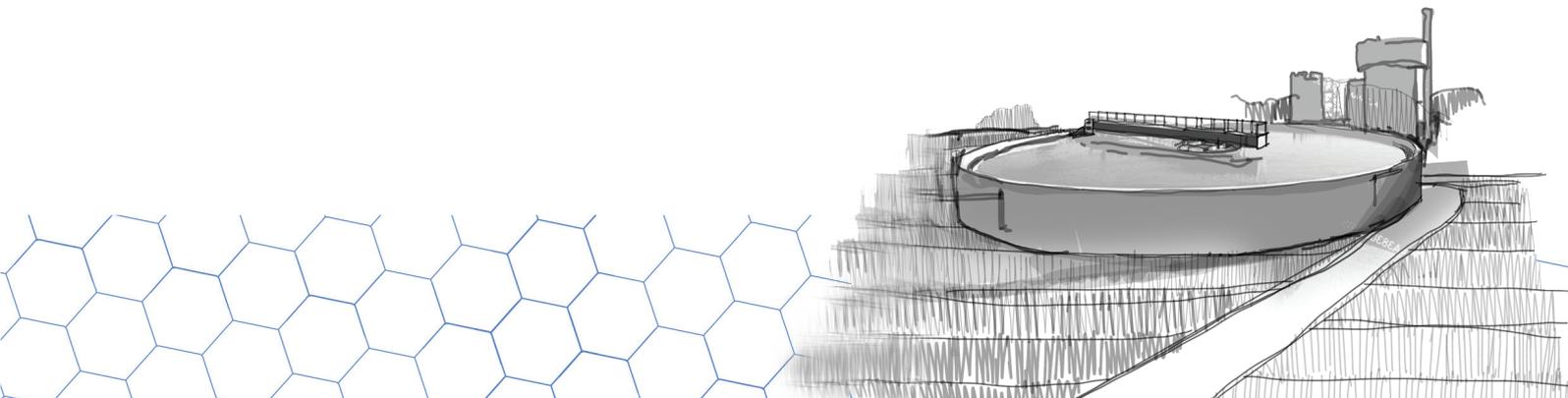
El crecimiento de la oferta académica de posgrado, sin duda, tuvo un efecto positivo en la consolidación de líneas de investigación. Se incorporaron recursos humanos jóvenes formados en Ingeniería Ambiental, se abrieron nuevas posibilidades de inserción para becarios de iniciación en investigación, creció el acceso a financiamiento para investigación tanto por parte de la UNL como de organismos provinciales y nacionales.



En definitiva, la investigación y los posgrados se retroalimentaron, toda vez que el desarrollo de tesis de posgrado tuvo lugar en el seno de proyectos de investigación. Por otro lado, este proceso de crecimiento académico y de investigación contribuyó a la conformación de grupos multidisciplinarios capaces de brindar servicios técnicos de alta calidad al medio socio-productivo.

LETICIA RODRÍGUEZ





1.6 LA INGENIERÍA AMBIENTAL

Si bien en los países desarrollados la preocupación de la sociedad por temas relacionados con el cuidado del medio ambiente se había puesto de manifiesto mucho antes, en nuestro país esa tendencia se manifestó en la década de 1980. Así, se produjo legislación tendiente a regular las actividades industriales, estableciéndose normas para el vertido de efluentes líquidos y el control de emisiones gaseosas.

A fines de los 90, algunos grupos de investigación en Argentina ya estaban trabajando en temas relacionados con la degradación de ciertos contaminantes en agua y aire. Por ejemplo, al momento de la creación y puesta en marcha de la Carrera de Ingeniería Ambiental (1998), con la participación de FICH, INTEC y FIQ, investigadores de INTEC ya venían llevando adelante investigaciones en temas relacionados con el ambiente.

La temática ambiental fue cobrando importancia: un ejemplo de ello fue la incorporación en 1998 de un capítulo específico sobre Ingeniería Ambiental en el Plan Plurianual de Ciencia y Tecnología de la Secretaría de Ciencia y Tecnología, Gabinete Científico-Tecnológico del Poder Ejecutivo Nacional (1998), cuya redacción se le encomendara a los doctores Alberto Cassano y Miguel Isla, ambos profesores de la FICH. En ese documento, que posteriormente fuera la base para la selección de temas a financiar por distintos organismos de promoción de la investigación, se establecieron áreas de vacancias y pautas para el desarrollo de las llamadas “tecnologías limpias”.

Algunos grupos de investigación, como el de Fotorreactores de INTEC, liderado entonces por el Dr. Cassano, ya venían trabajando en aplicaciones de reactores fotocatalíticos para la descontaminación de aire y agua desde más de tres décadas atrás, de modo que pudieron adaptarse rápidamente para aplicar al financiamiento por parte de los organismos estatales.

En 2003, ya como profesor responsable del curso de Procesos Biológicos en Ingeniería Ambiental, el Dr. Isla profundiza un proceso de reconversión disciplinar que había iniciado como profesor adjunto del curso de Operaciones y Procesos Biotecnológicos de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, cuyos trabajos prácticos se llevaban a cabo en el entonces Laboratorio de Química y Ambiente de la FICH, merced a un acuerdo entre ambas facultades.

Así, en 2005 en el ámbito de ese laboratorio el Dr. Isla dirige una primer tesina sobre Modelado de una Planta de Tratamiento Biológico de Efluentes, ya con la colaboración de la entonces Bioq. María T. Benzzo, que se incorporó al plantel docente de la FICH. En ese mismo año recibe financiación como Director del Programa de Investigación y Desarrollo CAI+D 2005-009 de la UNL: " Monitoreo, Análisis y Remediación de Sitios de Hiperactividad Biológica y Biogeoquímica con Vistas a la Remediación de Ambientes Contaminados". El Programa comprendió cuatro proyectos, todos relacionados con la temática ambiental, uno de los cuales fue dirigido por Dr. Isla y otro por el Dr. Carlos Ocampo, investigador de la FICH recién retornado de Australia donde había sido becado por FOMEC para hacer estudios de posgrado en ingeniería ambiental.

A partir de ese año se verificó un sostenido crecimiento de la investigación en temas de ingeniería ambiental, lográndose financiación en forma ininterrumpida por parte de la UNL. Entre los proyectos financiados se encuentran "Reactores y Procesos Biológicos de Interés para la Ingeniería Ambiental y la Biotecnología" y "Reactores y Procesos Biológicos para el aprovechamiento de efluentes líquidos de la industria cervecera como materia prima para la producción de derivados con valor agregado".

En todos los casos, la mayoría del equipamiento adquirido con fondos de proyectos CAI+D, redes y PACT pasó a engrosar la infraestructura del Laboratorio de Química y Ambiente de la FICH, ámbito en el que se desarrolló un creciente proceso de forma-

ción de recursos humanos a través de la participación de innumerables cientíbecarios, tesinistas, pasantes de investigación, becarios doctorales y posdoctorales del CONICET. De entre ellos se destaca la incorporación de los Dres. Lisandro Seluy y Raúl Comelli, actualmente investigadores del CONICET, con lugar de trabajo en FICH.

El grupo sostuvo un permanente crecimiento, tanto en formación de recursos humanos como en proyectos de investigación y trabajos de investigación y desarrollo para el sector productivo. Actualmente sus proyectos cuentan con financiación de la ANP-CyT, de la Provincia de Santa Fe y de la UNL. Su potencialidad y capacidad de trabajo se vio incrementada con la inauguración en noviembre de 2019 del Laboratorio de Ingeniería Ambiental en la FICH. Este nuevo espacio está destinado al desarrollo de actividades de investigación y transferencia que incluyen procesos de producción de biocombustibles, valorización de efluentes agroindustriales, procesos clásicos de tratamiento de efluentes, microbiología ambiental, biorremediación de suelos contaminados y control biológico de hongos para la reducción del empleo de pesticidas y agrotóxicos.

LISANDRO SELUY
RAÚL COMELLI

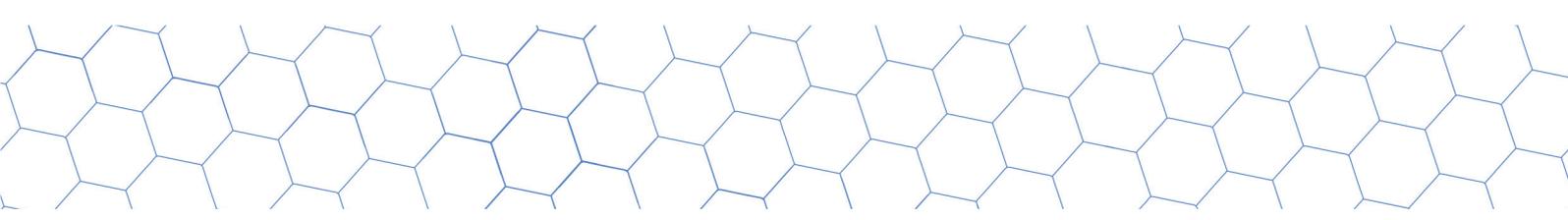


2 EL PROCESO DE INTERNACIONALIZACIÓN

La FICH formó parte de los procesos de internacionalización de la UNL desarrollando, en todo momento, acciones coordinadas con las políticas que la Universidad llevó a cabo en estos temas. Si bien este eje de trabajo fue siempre parte de sus misiones institucionales, debe reconocerse que existió un punto de quiebre en su evolución en el año 1998. Fue en ese año en el que se jerarquizó el área, con la creación de la Secretaría de Relaciones Internacionales en el Rectorado de la UNL. A ello se sumó la consideración de la internacionalización integral de la Universidad como una de sus políticas, lo cual ha permitido trascender a las diferentes gestiones, dándoles la entidad y reconocimiento que la actividad requiere.

La FICH tuvo siempre una activa participación en el Programa de Movilidad de Estudiantes (PROINMES). Este programa, creado en la UNL en 1999, fue pionero a nivel nacional y regional en la promoción del intercambio de estudiantes entre nuestra universidad y un importante y creciente número de instituciones de educación superior extranjeras, permitiendo la vivencia de realidades y experiencias en otros contextos. A partir de este programa, se sumaron otros que fueron el resultado de acuerdos bilaterales con Universidades de la región y el mundo.

Sin duda, ello ha constituido un proceso de cambio y de modificación de ciertos paradigmas que regían la vida universitaria. Hoy es indudable que la internacionalización es una realidad en la educación superior del mundo. Ninguna universidad de calidad, del país que sea, desarrolla sus actividades sin poner énfasis y definir como una de sus prioridades el desarrollo de su perfil internacional. Pero esta evolución no devino de forma natural o espontánea, sino que fue un camino recorrido con esfuerzos por las autoridades que, tanto desde Rectorado como desde la FICH, trabajaron en el tema.



La internacionalización fue un proceso de aprendizaje de los propios estudiantes. Los “pioneros” que aceptaron el desafío de desarrollar un semestre de su formación académica en el exterior, se constituyeron luego en los voceros de esa experiencia y principales impulsores de esta posibilidad que hoy brinda la UNL como experiencia académica y, fundamentalmente, como vivencia humana.

A la movilidad de los estudiantes, se sumaron la de los docentes, personal administrativo y de gestión, y una importante cantidad de otros programas de los cuales la FICH participó activamente. Tal es el caso del Programa Argentina Francia Ingenieros Tecnologías (ARFITEC), el Programa Espacio Académico Común Ampliado Latinoamericano (Escala) de la Asociación Universidades Grupo Montevideo (AUGM), el Programa de Intercambio Académico Latinoamericano (PILA), el Programa de Movilidad Académica de la UNL (PROMAC), el Programa de Movilidad Académica Regional (MARCA) por mencionar sólo algunos; y los acuerdos bilaterales o las acciones de internacionalización desarrolladas desde la Cátedra UNESCO “Agua y Educación para el Desarrollo Sostenible”, con sede en nuestra Facultad.

Un capítulo especial merece el establecimiento de los programas de doble título, en los que la FICH se involucró desde un primer momento. En la actualidad la Facultad desarrolla doble titulaciones en Ingeniería Ambiental y en Ingeniería en Recursos Hídricos, con Francia a través de la École Nationale des Ponts et Chaussées (École des Ponts, ParisTech) y la École Nationale du Génie de l’Eau et de l’Environnement de Strasbourg (ENGEES); y con Brasil a través de la Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Esta nueva modalidad en las instancias de formación de estudiantes de grado, ya cuenta hoy con 12 participantes. La doble titulación, más allá del logro académico que representa, reúne

valores muy propios de la internacionalización de la enseñanza universitaria, resaltando la experiencia de interculturalidad que resulta luego de compartir un tiempo prolongado de su formación con pares de otras latitudes.

A esto se deben sumar las actividades de la internacionalización de los espacios curriculares de grado y el hecho que la FICH haya sido designada tercera componente de Centro Regional de Formación de la OMM de la Argentina en materia de hidrología y recursos hídricos.

Luego de dos décadas en que la UNL ubicó a la internacionalización como uno de los ejes rectores de su política institucional, la FICH puede mostrar un proceso gradual y creciente de incorporación a este nuevo paradigma. Ello ha resultado en un importante número de alumnos, docente y personal de gestión que ha vivido la experiencia de participar, en sus diferentes vertientes, de acciones de internacionalización, ya sea recibiendo miembros de la comunidad universitaria de otros lugares del mundo, o siendo parte de una experiencia de estudio o trabajo en el exterior.

MARCELA PÉREZ

2.1 LA EXPERIENCIA DE ANGOLA

La singularidad del vínculo surgido con la República de Angola, merece un párrafo aparte en esta mirada del proceso de internacionalización que desarrolló la FICH. Una mañana de julio del año 2013, la Facultad recibió un llamado de la Secretaría de Relaciones Internacionales de la UNL, comentando que había llegado a Santa Fe una delegación, proveniente de la Universidad José Eduardo Dos Santos (UJES) de la República de Angola, interesada por la carrera de Ingeniería en Recursos Hídricos.

Demás está decir la sorpresa y curiosidad que el hecho despertó en los que tomaron el primer contacto con los representantes de la UJES, pero a poco de desandar los orígenes de esta historia, el panorama se fue aclarando para todos. La República de Angola consideraba como una de sus principales barreras para lograr el crecimiento sostenible, la falta de cuadros profesionales y técnicos que pudieran atender los ejes estratégicos propuestos en su Plan Nacional de Desarrollo (PND), y uno de esos ejes era “Agua y Energía”.

Basado en ese diagnóstico el gobierno de Angola se dio a la tarea de crear nuevas universidades distribuidas a lo largo y ancho de su territorio. Asimismo, encomendó a esas universidades el desarrollo de los ejes estratégicos que el PND contemplaba. En ese marco crearon en 2009 la UJES, como parte del proceso de reorganización de la red de instituciones de enseñanza superior pública de Angola y del redimensionamiento de la Universidad Agostinho Neto, hasta entonces la única universidad pública en funcionamiento en el país.

La UJES tuvo entre sus ejes estratégicos el correspondiente a “Agua y Energía”. Ello guió a que la Escuela Superior Politécnica de Bié (ESPB), dependiente de la UJES, se propusiera la creación de una carrera especializada en recursos hídricos. Durante la

búsqueda de antecedentes que las autoridades de la ESPB hicieron respecto de ofertas formativas en el tema, llegaron a la conclusión que el perfil curricular que más se aproximaba a sus ideas era representado por la carrera de Ingeniería en Recursos Hídricos que se dicta en la FICH. Fue así que se inició un proceso de cooperación que ya lleva más de seis años en desarrollo.

El Convenio Marco de Cooperación firmado en noviembre de 2013 entre ambas universidades, se convirtió en el primer antecedente argentino de cooperación Sur-Sur, para la implementación de una carrera universitaria de grado en África. Esta cooperación, aún en pleno desarrollo, puede mostrar resultados muy concretos ya que hoy Angola dispone de un proyecto pedagógico para la formación de profesionales y técnicos que contribuyan al desarrollo sostenible de los recursos hídricos de Angola. Dicho proyecto fue elaborado en forma conjunta y cooperativa por la UNL y los responsables gubernamentales de Angola.

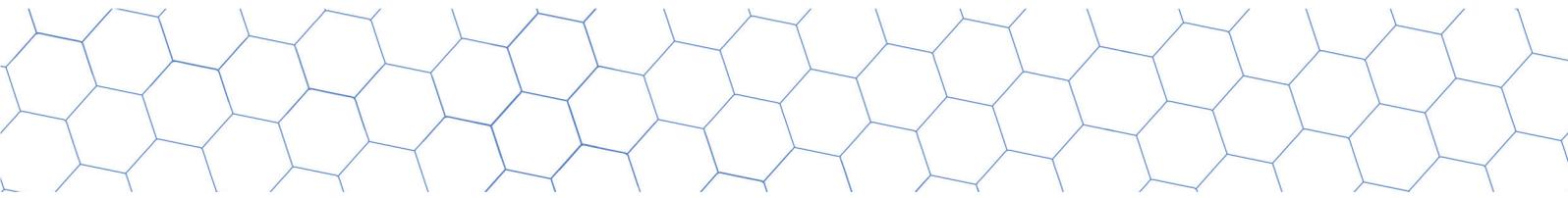
Hasta el momento, se llevaron a cabo ocho misiones de docentes de la FICH a la ESPB para la implementación de la carrera y el dictado de las asignaturas del ciclo superior, donde 15 docentes de la FICH fueron parte. Tres misiones de la ESPB vinieron a la Argentina. Seis docentes de la ESPB se formaron en la FICH en disciplinas específicas a partir de un entrenamiento diseñado "ad hoc", durante un año, y del cual participaron más de 15 docentes de la FICH.

Actualmente se encuentra en pleno desarrollo una nueva etapa del proyecto que se propone alcanzar la graduación de la primera cohorte de estudiantes, y que busca, además, encontrar los mecanismos de sostenibilidad para que la ESPB pueda administrar la carrera en forma autosuficiente una vez finalizada el acuerdo de cooperación.

Más allá de los resultados académicos y del impacto esperado

que este proceso de desarrollo de capacidades pueda tener en el “Fortalecimiento Institucional de la Gestión de los Recursos Hídricos en Angola”, hay una faceta de esta experiencia que dejó su sello grabado a fuego en todos los integrantes del proyecto y es sin duda la vivencia humana experimentada por los docentes universitarios que convivieron con una realidad y una cultura diferentes.

MARIO SCHREIDER
VIVIANA ZUCARELLI



Basado en esta visión, la Cátedra tiene como objetivo “contribuir al desarrollo de capacidades y la generación de conocimientos para la gestión del agua y el desarrollo sostenible en Latinoamérica”.

La Cátedra se presenta como una caja de resonancia donde se articulan las propias iniciativas de la FICH, con la que surgen de otras cátedras, centros, grupos y programas que componen la familia del agua de UNESCO, enmarcada en el PHI para América Latina y el Caribe.

Es esa interacción la que ha llevado a la Cátedra a desarrollar una variada gama de actividades, que van desde cursos, talleres y seminarios presenciales y a distancia, hasta promover concursos de fotografías, realizar concursos literarios, integrar paneles sobre temas de actualidad, desarrollar coloquios y editar números especiales de revistas especializadas.

Sería imposible enumerar aquí todas y cada una de las actividades que a lo largo de estos seis años ha desarrollado la Cátedra. Quizás a modo de síntesis se podría decir que han sido más de 60 acciones, de diverso tipo y alcance, en las que participaron más de 2000 personas. Esperamos que este número se incremente fuertemente a partir del uso intensivo de las nuevas tecnologías y del desarrollo de materiales como la “Guía del Curso sobre Seguridad Hídrica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible”, próximo a publicarse a través de UNESCO.

La Cátedra UNESCO Agua y Educación para el Desarrollo Sostenible no se concibe como una estructura aislada, sino como un espacio de encuentro y de cooperación que permite avizorar un futuro sin limitaciones. La Cátedra es agua y es educación, dos factores que atraviesan la vida toda.

MARIO SCHREIDER



2.2 CÁTEDRA UNESCO: AGUA Y EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Hablar de la Cátedra UNESCO sobre Agua y Educación para el Desarrollo Sostenible, creada a fines de 2013, exige retrotraer la mirada a los orígenes mismos del Departamento de Hidrología General y Aplicada, hoy FICH en el año 1970. Promediaba el Decenio Hidrológico Internacional, primer programa mundial de estudios sobre el ciclo hidrológico, desarrollado conjuntamente por UNESCO y la OMM.

Pasaron cerca de 40 años de una labor fecunda de la FICH en la enseñanza, la investigación, la extensión y la transferencia tecnológica. Muchos y muy variados fueron los temas que en materia de agua se promovieron desde la Facultad para su preservación y el aprovechamiento racional en un contexto dinámico y de paradigmas cambiantes.

Es así que en 2009, un grupo de docentes de la FICH, conscientes y orgullosos del camino recorrido se propusieron postular a la Facultad como Cátedra UNESCO. Esta postulación proyectaba un futuro con nuevos desafíos de conocimiento científico, de implementación de esos conocimientos aportando soluciones a problemas concretos y del desarrollo de una gestión del agua que permita alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible que tienen al agua como hilo conductor de todos ellos.

Así surge la Cátedra UNESCO “Agua y Educación para el Desarrollo Sostenible”, con la visión de constituirse en un espacio que promueva sinergias que faciliten la colaboración activa entre profesionales, investigadores, profesores, maestros, estudiantes y otros grupos de interés, donde se propicien convenios con otros centros de enseñanza e investigación, organizaciones no gubernamentales, instituciones de gobierno y empresas, abarcando participativa y efectivamente a todos los actores vinculados al agua, y reconociendo el rol que cada uno cumple en la sociedad.

50
FICH