



# IN-GENIUM

CONOCIMIENTO Y APLICACIONES DE LA INGENIERÍA

REVISTA DE LA ACADEMIA DE LA INGENIERÍA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES // ISSN 2796-7042

NÚMERO 2 - OCTUBRE 2021



## FORMACIÓN DE INGENIEROS



# ÍNDICE

- 4.  
NOTA EDITORIAL
- 8.  
ENTREVISTA AL DR. MANUEL CASTRO
- 12.  
ENTREVISTA AL DR. OSCAR PASCAL
- 18.  
MESA DE DECANOS DE INGENIERÍA
- 26.  
ACERCA DE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA
- 42.  
TRANSICIÓN ENTRE LA ESCUELA SECUNDARIA  
Y LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNLP A  
TRAVÉS DE LA MATEMÁTICA
- 54.  
ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA.  
INSTITUTO DE EDUCACIÓN EN LA INGENIERÍA
- 58.  
ENTREVISTA A LA MG. MELINA MASNATTA
- 62.  
CONFERENCIAS Y PANELES
- 66.  
ENTREVISTA AL DR. MARCOS ACTIS
- 72.  
ENTREVISTA A LA MG. DANYA TAVELA
- 76.  
RELACIONES INSTITUCIONALES DE LA ACADEMIA
- 78.  
NUEVOS INTEGRANTES DE LA ACADEMIA
- 82.  
PREMIO CONSAGRACIÓN. ENTREVISTA AL ING. GUI-  
LLERMO BARRETO
- 86.  
REPORTAJE COMBINADO
- 100.  
LA INTERDISCIPLINA EN LA FORMACIÓN DE INGENIE-  
ROS
- 104.  
HOMENAJE AL ING. ANTONIO QUIJANO
- 110.  
INGENIEROS DEL FUTURO





## NOTA EDITORIAL



Por  
Ing. Patricia Arnera  
Académica Presidente

En este segundo número de **“In-Genium: Conocimiento y Aplicaciones de la Ingeniería”**, abordamos el tema **“Formación de Ingenieros”**. La elección de este tema para este número, no ha sido casual. Ya señalábamos en la primer nota editorial que siendo la Ingeniería un instrumento poderoso para la transformación de la realidad que nos rodea, en pos de lograr un mejoramiento en la calidad de vida de la sociedad, en forma permanente se requiere, profundizar el conocimiento en las diferentes áreas y especialidades que abarcamos, para concebir soluciones originales a problemas que son cada vez más complejos con el fin de concretar aplicaciones que mejoren y no comprometan, la calidad de vida de las actuales y futuras generaciones.

La Formación de Ingenieros contempla, además de la educación en ingeniería, la cual ha estado en discusión en las últimas décadas y continuará estándolo a futuro, otros aspectos que deberán afianzarse a lo largo de la carrera profesional de los egresados de carreras universitarias. Los cambios tecnológicos y económicos han modificado el ámbito de la economía mundial, destacándose entre ellos la globalización, las empresas multinacionales, la internacionalización productiva, y la amplia aplicación de tecnologías de avanzadas, en las cuales la ingeniería posee un importante rol.

Cuando se plantea la formación de los futuros profesionales, deben considerarse como parámetros básicos, que nos encontramos en una sociedad en permanente cambio, con individuos que se adaptan a ella y van modificando las expectativas de crecimiento y de desarrollo personal. Con dicha base, se requiere un proceso de formación que resulte colaborativo, con procedimientos y méto-

dos que conduzcan a desarrollar habilidades y destrezas que permitan interactuar con la realidad, para brindar soluciones acertadas al entorno social que se encuentre, contemplando las referencias globales que lo enmarcan.

Este proceso no finaliza con la formación de grado, tiene que trascenderla para conformarse en un proceso de continua formación. En particular, la formación de ingenieros, requiere un sólida formación científica-tecnológica, con habilidades y capacidades para la toma de decisiones que brinde respuestas a los problemas de la sociedad moderna.

En esta nueva edición de In-Genium, además de presentar las actividades que desarrollamos en la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires, tratamos el tema de Formación de Ingenieros enfocado desde el ámbito de la formación académica, presentando distintas visiones, ya sea de docentes, como de autoridades e instituciones universitarias y entidades de seguimiento y evaluación.

En el recorrido del presente número encontrarán los siguientes artículos:

- Entrevistas a profesionales e instituciones:
- Dr. Ing. MANUEL CASTRO, Fellow de IEEE (Institute of Electrical Electronics Engineers), Presidente Emérito y Miembro del Board of Governors del IEEE Education Society. Actualmente es co-organizador, en representación de UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia, España) del Congreso Foro Mundial de la Educación en Ingeniería (WEEF/GEDC), cuya edición 2021 se desarrollará del 15 al 18 de noviembre en Madrid, España. Este Congreso es un escenario anual

de encuentro, debate y discusión entre ingenieros y los sectores con colaboración interdisciplinar (Educación, Psicología, Salud, etc.), enfocado a la formación de Ingenieros.

• Dr. Ing. OSCAR PASCAL, Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Presidente del Consejo de Decanas y Decanos de Ingeniería (CONFEDI), quien se refiere a los aspectos considerados en la propuesta de estándares de segunda generación que ha desarrollado esa institución, para ser considerados en los programas de las carreras de ingeniería.

• Mag. Ing. JORGE ETEROVIC, Decano del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Nacional de La Matanza; Dr. Ing. GUILLERMO LOMBERA Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata e Ing. HORACIO FRENE, Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, conformaron una Mesa de Decanos, en la que señalaron sus visiones respecto a cuáles serían sus principales propuestas para la formación de ingenieros.

• Ing. JOSÉ LUIS ROCES. Miembro Titular de la Academia Nacional de Ingeniería (ANI), Director del Instituto de Educación en la Ingeniería de la ANI (IdEI-ANI), quien presenta el trabajo "Valores y Perfil Profesional del Ingeniero" que fuera recientemente publicado por IdEI-ANI.

• Mag. MELINA MASNATTA, co-fundadora de "Chicas en Tecnología" e impulsora de "Mujeres Argentinas en STEAM", actualmente es Directora Global de Learning and Diversity en Globant, presenta las experiencias que han desarrollado para que niñas y mujeres superen barreras que las distancian de las carreras tecnológicas.

• Dr. Ing. MARCOS ACTIS, Vicepresidente Institucional de la Universidad Nacional de La Plata, quien remarca los diversos aspectos a contemplar en la formación de los ingenieros, desde la realización de las Prácticas Profesionales Supervisadas al desarrollo de competencias transversales y la importancia de contar con readecuaciones dinámicas y ágiles de los planes de estudio de Ingeniería.

• Mag. DANYA TAVELA, Vicerrectora de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Miembro del Directorio de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU), señala la importancia de las acreditaciones de las carreras a nivel nacional e internacional, lo cual se aplica especialmente a las ingenierías dado que, al ser carreras con dimensión internacional, es factible y usual el ejercicio profesional en otros países. A su vez destaca que la situación presentada por la pandemia, es una gran oportunidad para implementar una renovación pedagógica que favorezca la calidad y equidad de la formación universitaria.

• Dr. Ing. GUILLERMO BARRETO, Ing. Químico, PhD Universidad de Londres, Investigador Superior CONICET, Profesor Emérito UNLP, quien fuera reconocido por nuestra Academia, en el año 2019, con el "Premio Consagración, Ing. Félix Lilli", por su destacada actividad en el área de ingeniería química y las reacciones químicas. El Dr. Barreto relata cómo ha sido su recorrido profesional, desde la elección de su carrera, al brillante desarrollo que realizó como investigador científico y tecnológico, unido a la docencia y formación de ingenieros.

Artículos realizados con la participación de integrantes de esta Academia:

• "Acerca de la Enseñanza de la Ingeniería", realizado por el Académico Luis Lima.

• "Transición entre la Escuela Secundaria y la FI-UNLP a través de la matemática", realizado por el Académico Víctorio Hernández Balat y la Profesora Rosanna Di Domenicantonio, Profesora Titular de la materia Matemática PI de la FI-UNLP.

• "El proceso formativo de los ingenieros más allá de la titulación de grado", reportaje combinado con la participación de los Académicos Carlos Muravchik, Luis Traversa y las Académicas Cecilia Elsner y Patricia Arnera.

• "La interdisciplina en la formación de ingenieros", realizado por integrantes del equipo y comité editorial, donde se señala la relación

entre interdisciplina, multidisciplina y transdisciplina y se presentan ejemplos de carreras de grado y postgrado que integran conocimientos de varias disciplinas.

• Homenaje a una personalidad destacada: En este número de la revista hemos querido brindar nuestro homenaje a la figura del Ingeniero Mecánico y Electricista, Antonio Adrián Quijano, quien se destacó en el área de Electrónica y fuera reconocido miembro de esta Academia, como así también integrante de la Academia Nacional de Ingeniería y de la Academia Nacional de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Los Académicos Hugo Lorente, Carlos Muravchik y Armando De Giusti, presentan una semblanza de la extensa y jerarquizada trayectoria del Ing. Quijano, con quien compartieron importantes momentos del quehacer universitario y profesional. A su vez compartimos parte de su vida familiar, a través de los recuerdos

de una de sus hijas, María Victoria Quijano, a quien agradecemos que nos haya permitido conocer esta otra faceta de este noble profesor. Nuestro especial reconocimiento al Ing. Antonio Adrián Quijano, "formador de ingenieros".

• Conferencias dictadas: En el marco del "Programa Ing. Miguel de Santiago: Estudio y análisis de problemas trascendentes de la Argentina con soluciones técnicas", organizamos conferencias y seminarios con la participación de importantes especialistas de las diferentes temáticas abordadas. En esta sección podrán encontrar, una breve presentación del disertante, un resumen del tema y el vínculo para acceder a la grabación de las conferencias realizadas en el período mayo-septiembre de 2021, las cuales fueron:

• Tecnologías para IoT: LoRa y/o NB. Perspectivas desde el procesamiento de señales: Phd Ing. Juan Cousseau.

• Fusión Nuclear controlada. Estado actual y perspectivas. Dr. Ricardo Farengo.

• Relaciones Institucionales: Nuestra Academia es integrante del Sistema Científico de la Provincia de Buenos Aires, en dicho rol estamos ratificando esa pertenencia firmando convenios de cooperación con las Universi-

dades con sede en la provincia de Buenos Aires. Durante este período hemos formalizado la firma con la Universidad Nacional de La Matanza, a través del Decano del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas, Ing. Jorge Eterovic.

• Incorporaciones de nuevos Miembros de la Academia: En Sesiones Públicas de la Academia, se realizan las conferencias de incorporación de los nuevos Miembros de la Academia, quienes exponen un tema de su especialidad, de interés general para el auditorio. Podrán encontrar, una breve semblanza de los nuevos integrantes, un vínculo para acceder a la grabación de las conferencias y un sintético resumen de las mismas. A continuación, se indica quienes se han incorporado recientemente a la Academia, el carácter de su incorporación, y el tema de las conferencias que brindaron:

• Académico Titular Pablo Lorenzo Ringegni, "Satélites Argentinos. Ensayos mecánicos para la calificación y aceptación"

• Académica Correspondiente María del Carmen Andrade Perdrix (España), "A la sostenibilidad por la durabilidad del hormigón estructural".

• Ingenieros del Futuro: En esta sección presentamos las respuestas que nos brindaron alumnas y alumnos de las 13 carreras que posee la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, respecto al motivo por el cual eligieron la carrera que se encuentran estudiando.

Durante el recorrido de la revista, podrán encontrar otros canales de comunicación de la Academia, como es la dirección del canal de YouTube y actividades internas que se desarrollan en las sesiones privadas de la Academia. Esperamos que resulte de vuestro interés el material que les brindamos, a través del cual pretendemos fortalecer nuestra comunicación con ustedes, nuestros lectores.

Finalmente, deseo agradecer a los Académicos que han contribuido con los contenidos de este número, al equipo técnico que ha colaborado en la edición de la Revista y a la Universidad Nacional de La Plata por su apoyo a esta iniciativa.



# ENTREVISTA AL EL DR. ING. MANUEL CASTRO

CO-ORGANIZADOR DEL CONGRESO WEEF/GEDC 2021 POR UNED, ES FELLOW DE IEEE Y PRESIDENTE EMÉRITO Y MIEMBRO DEL BOARD OF GOVERNORS (BOG) DE LA IEEE EDUCATION SOCIETY.



Este número de la Revista de la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires se enfoca en la Formación de Ingenieros. Ud. es co-organizador del Congreso Foro Mundial de la Educación en Ingeniería (WEEF/GEDC) que es un escenario anual de encuentro, debate y discusión entre ingenieros y los sectores con colaboración interdisciplinar (Educación, Psicología, Salud, etc.), enfocado a la formación de Ingenieros. Nos interesa una reflexión suya sobre los temas más relevantes en la evolución de la Educación en Ingeniería, en particular en relación con la orientación del Congreso hacia "Ingeniería para la paz, el emprendimiento y el bienestar".

Este año hemos propuesto como lema del congreso "Diversidad y Ética en Educación para un Mundo Inclusivo y Sostenible" desde el punto de vista de la Ingeniería (<https://weefgedc2021.org/>). Dentro de él queremos recoger iniciativas como la educación en ingeniería para la diversidad y la inclusión, fomentando la participación y el aumento de estudiantes y actividades educativas en la ingeniería que animen a la inclusión de minorías, diversidad de razas, igualdad de género, y la implicación de la ingeniería en la sostenibilidad de nuestro planeta (mirar keynotes en [http://www.ieec.uned.es/mcastro\\_ieee/](http://www.ieec.uned.es/mcastro_ieee/)). En esta línea, se focalizarán actividades y paneles de formación para

el futuro sostenible de la ingeniería desde la educación, ingeniería de la paz, salud mental y bienestar (donde la problemática reciente de la pandemia y su impacto en nuestra Sociedad cada día es más preocupante), y la búsqueda de sinergia con otras iniciativas como Engineering for One Planet o Engineering for Change. El desarrollo de la pandemia ha debilitado en gran parte nuestra esperanza en el futuro y la inestabilidad e incertidumbre están socavando nuestra autoestima y energías. Nuestra capacidad de adaptación al cambio igualmente se está debilitando y necesitamos nuevos objetivos, nuevas formas de comunicarnos, de interactuar, de trabajar y de estudiar/enseñar, teniendo en cuenta que hemos de fomentar la flexibilidad y la gestión emocional. Estos temas se analizarán en el congreso y en las reuniones del mismo, con presentaciones en inglés de temas técnicos, sesiones especiales y paneles con invitados de todos los perfiles y entornos geográficos, e integrando en el congreso algunos seminarios y paneles en castellano para fomentar el intercambio de opiniones en nuestro idioma.

**En las discusiones sobre la educación "post pandemia" han aparecido conceptos como "bimodalidad" y también "nuevo modelo pedagógico-tecnológico" que se asocian con los aprendizajes durante la pandemia y que se proyectan hacia el futuro cercano. ¿Cuál es su opinión al respecto? ¿Ud. ve en el futuro cercano un cambio en las metodologías educativas, en particular en las Ingenierías? ¿Cuáles serían en ese caso los ejes principales?**

Mi opinión es que habrá cambios en todas las modalidades de enseñanza, podemos empezar por la presencial como una de las más afectadas por el cierre de la pandemia, donde al igual que todas las actividades habituales presenciales (trabajo, actividades deportivas, reuniones, congresos, etc.) adoptarán en mayor o menor medida algunas de las actividades que se han adoptado durante el cierre: nuevo métodos, nuevas

tareas e interacción que impliquen menos movilidad, más participación e involucración de los estudiantes en las tareas, etc. En segundo lugar, las actividades de formación permanente o vocacionales, que en gran medida se han detenido mucho tiempo y que se han debido reinventar poco a poco en un nuevo entorno, semipresencial y con gran parte de actividad online, y con nuevas opciones más enfocadas a la realización de tareas personales con una tutorización "continua" online. Por último, podemos hablar en general de todas las modalidades de enseñanza, incluyendo la online, a distancia, presencial, vocacionales, etc., y por todos los agentes implicados en el proceso (estudiantes, profesores, administrativos, gestores, familias, etc.) donde la pandemia ha puesto de manifiesto la necesidad de una flexibilidad mayor, de una mayor involucración de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de una necesidad mayor de atención a la diversidad, de un avance sustancial de la digitalización de la enseñanza con un conocimiento mayor de los procesos tecnológicos y con la necesidad de que las comunicaciones y equipos de cada sitio de interacción sean los adecuados.

**Las sociedades atraviesan una aceleración de los procesos de "transformación digital", en los cuales hay un impacto sobre los ciudadanos y también sobre las instituciones educativas, en particular las Universidades. ¿Ud. cree que esta transformación requiere cambios organizativos, metodológicos y tecnológicos en las Universidades? ¿En su experiencia las Universidades irán hacia un modelo más "digital" con más actividades no presenciales? ¿Esto impactará en el "alcance" territorial de las Universidades?**

La transformación digital de la sociedad lleva ya tiempo entre nosotros, en aspectos más o menos visibles. La pandemia ha acelerado por un lado este proceso sustancialmente (compra por Internet, videoconferencia, seguridad, etc.) pero a la vez ha aumentado el miedo y rechazo a alguno de sus efectos

como son la pérdida de confianza, el miedo a la interacción, el aumento de la complejidad de los procesos, la disminución de las relaciones sociales reales, cuando la transformación digital persigue que estos efectos fueran beneficiosos para la sociedad.

En la Universidad y la enseñanza en general, este proceso igualmente ha comenzado ya antes de la pandemia y ésta ha acelerado el mismo. A todos los niveles, por ejemplo, en el alcance territorial de las Universidades y la implementación de modelos personalizados (blended learning) donde la integración de lo online y lo presencial romper barreras como son las temporales, geográficas y de movilidad, permitiendo que el estudiante pueda aprender e interactuar con el resto de los miembros de la comunidad educativa (otros estudiantes, profesores, tutores, gestores) donde, como y cuando quiera. Estos cambios ya están aquí en parte (aunque la implantación de estos cambios en procesos, tecnología y modelos/metodologías se van implantando con una distribución desigual por países y estratos sociales), y movimientos como la enseñanza con entornos abiertos (OER, OCW, MOOC) son usados por las Universidades para adaptar sus modelos de negocio, sus planes de desarrollo sostenible y su visibilidad.

**La formación de Ingenieros tiene algunos temas “recurrentes” en los últimos años: ¿Es conveniente tener una formación de base igual (en ciencias básicas como Matemáticas o Física) para todos los perfiles de las Ingenierías? ¿Es beneficioso completar la formación curricular clásica con actividades “extracurriculares” que acercan al futuro egresado a la actividad profesional? ¿Cómo desarrollar las competencias “blandas” o “transversales” para los futuros Ingenieros durante sus estudios? ¿Cómo impacta la rapidez del cambio tecnológico en la adaptación de los planes de estudio? ¿Cómo contemplar (y con qué peso relativo) estos puntos en la carga horaria de la currícula de una Ingeniería?**

Este es uno de los temas que se van repitiendo cada vez que se habla de plan de estudios, acreditación, integración Universidad-Empresa, etc., al menos desde 1975, cuando empecé mis estudios de Ingeniería, y en general desde siempre. Al igual que otro de los temas recurrentes, que cada vez los estudiantes llegan a los estudios de Ingeniería peor preparados.

Existen varios modelos para esta adaptación de las enseñanzas de Ingeniería al mundo laboral, entre ellos los más usados son los proporcionar al estudiante una fuerte base o la de proporcionar una gran especialización. El primero más cercano al mundo académico tradicional, el segundo más cercano a la empresa. Ambos intentan converger, pero es difícil dado el tiempo limitado de los estudios, el coste de los mismos (en términos financieros y de reducción de vida profesional del estudiante) y el cambio tecnológico y del mercado laboral. Hoy este cambio es mayor que nunca, las previsiones apuntan a cambios completos del mercado laboral y de las competencias y conocimientos necesarios en términos una o dos décadas, lo que implica la renovación de conocimientos completa de todas las personas al menos dos o tres veces en su vida laboral. Este tema se añade al estrés y la falta de confianza que se ha comentado previamente, y a los movimientos en diversos entornos empresariales de minusvalorar la formación académica tradicional y promover nuevos modelos de formación específicos para sus necesidades, los que son validos pero muchas veces, no extrapolables.

El conseguir el necesario equilibrio en ambos entornos se hace más complicado cada día, pues no es cierto que los estudiantes lleguen cada día a la formación superior peor preparados, sino que llegan preparados de forma distinta, y aquí temas como la aplicación de la inteligencia emocional y el conocimiento de las características sociales de las distintas generaciones de estudiantes que van llegando a la formación superior y la vida laboral son imprescindibles para tomar las decisiones de como implantar los nue-

vos planes de estudios y las metodologías a aplicar en ellos.

**En general las Ingenierías requieren un “aprendizaje continuo” de parte del profesional egresado, aprendizaje que en ocasiones se concreta con estudios de postgrado formales (Especializaciones, Maestrías, Doctorados) y en otros casos con cursos de actualización y perfeccionamiento acreditados, e incluso con diferentes mecanismos de “autoaprendizaje” que son muy dinámicos en función de los cambios en el conocimiento de las diferentes áreas de la Ingeniería. Cómo ve Ud. el rol de las Universidades en la construcción de mecanismos de “aprendizaje continuo” para los Ingenieros? Los tiempos de respuesta son adecuados a la demanda de formación/actualización de recursos humanos? Cómo cree que pueden potenciarse estos mecanismos con el empleo de Educación a Distancia y Educación mediada por Tecnología? En este punto, cómo analiza las dificultades del aprendizaje “experimental” en la Educación a Distancia?**

No solo la formación permanente y el aprendizaje continuo por parte de los estudiantes nuevos o profesionales que deben reciclarse cada vez más a menudo, es totalmente imprescindible para su correcta evolución laboral y personal; además este aprendizaje continuo debe aplicarse en los propios formadores, profesores, tutores y gestores de los planes de formación, tanto académicos y universitarios, como en la formación vocacional o en la propia formación dentro y fuera de la empresa. Aquí es fundamental esa relación entre la Universidad y la Empresa, para intentar que ese desarrollo e implementación de nuevos conocimientos, métodos, modelos, sean los adecuados a las necesidades de la empresa. Y aquí la Tecnología es uno de los aliados en esta formación (como en cualquier nivel de formación) para que el rendimiento académico, profesional y personal del estudiante sea el mejor para su evolución personal y humana.



# ENTREVISTA AL DR. ING. OSCAR PASCAL

PRESIDENTE DEL CONSEJO  
FEDERAL DE DECANAS Y  
DECANOS DE INGENIERÍA



Este número de la Revista de la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires se enfoca en la Formación de Ingenieros. Es clara la importancia del CONFEDI en la coordinación de recomendaciones curriculares para las carreras de Ingeniería en Argentina y su esfuerzo por el perfeccionamiento y actualización de las mismas. En este contexto, nos interesa su opinión sobre la evolución de las propuestas curriculares para las Ingenierías en los últimos años y la importancia (ventajas y desventajas) de mantener un conjunto de conocimientos comunes a todas las Ingenierías, más allá del perfil del egresado y su campo de actividad laboral.

En la propuesta de estándares de segunda generación, denominado [Libro Rojo](#), CONFEDI definió un marco conceptual común que deben tener los títulos de ingeniería y por lo tanto la formación para el ejercicio de la profesión en la República Argentina. Entre otros aspectos se adoptaron las siguientes definiciones:

*"Ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima, materiales, conocimiento, y las*

*fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de condiciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales, históricas y culturales.*

*La Práctica de la Ingeniería comprende el estudio de factibilidad técnico-económica, investigación, desarrollo e innovación, diseño, proyecto, modelación, construcción, pruebas, optimización, evaluación, gerenciamiento, dirección y operación de todo tipo de componentes, equipos, máquinas, instalaciones, edificios, obras civiles, sistemas y procesos. Las cuestiones relativas a la seguridad y la preservación del medio ambiente constituyen aspectos fundamentales que la práctica de la ingeniería debe observar.*

*La definición de Ingeniería y Práctica de la Ingeniería brindan la descripción conceptual de las características del graduado y constituyen la base para el análisis de las cuestiones atinentes a su formación.*

*Esto lleva a la necesidad de proponer un currículo con un balance equilibrado de competencias y conocimientos académicos, científicos, tecnológicos y de gestión, con formación humanística."*

También se definieron condiciones curriculares comunes, asociadas al perfil de egreso y a sus competencias:

*"La carrera de ingeniería deberá tener un perfil de egreso explícitamente definido por la institución sobre la base de su Proyecto Institucional y de las actividades reservadas definidas para cada título, con el objetivo que el graduado posea una adecuada formación científica, técnica y profesional que habilite al ingeniero para aprender y desarrollar nuevas tecnologías, con actitud ética, crítica y creativa para la identificación y resolución de problemas en forma sistémica, considerando aspectos políticos, económicos, sociales, ambientales y culturales desde una perspectiva global, tomando en cuenta las necesidades de la sociedad.*

## Competencias

### a) Genéricas

*Cada institución universitaria, en su marco institucional y del proyecto académico individual, determinará para sus carreras, la estrategia de desarrollo para asegurar competencias de egreso genéricas comunes a todas las carreras de ingeniería y necesarias para asegurar el perfil de egreso. Estas competencias son:*

#### • Competencias tecnológicas

- A. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- B. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
- C. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.
- D. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
- E. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

#### • Competencias sociales, políticas y actitudinales

- A. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- B. Comunicarse con efectividad.
- C. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto
- D. Económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
- F. Aprender en forma continua y autónoma.
- G. Actuar con espíritu emprendedor.

### b) Específicas

*El plan de estudios debe garantizar el desarrollo de las competencias específicas para las actividades reservadas definidas en la terminal y verificar el cumplimiento, además, de la formación en el proyecto académico de la carrera, de los alcances de título que defina la institución, con la profundidad y calidad propia de un título de ingeniero.*

*Se definen las competencias específicas y los descriptores para cada terminal.*

*Tanto las competencias genéricas como las específicas de cada terminal pueden desarro-*

llarse y perfeccionarse también fuera del ámbito académico; en el campo laboral, o bien en el marco de actividades universitarias extracurriculares, o solidarias, o de actuación ciudadana, entre otras. Las carreras podrán reconocer esta contribución al desarrollo y fortalecimiento de las competencias de egreso.”

Cuando se analizan las competencias específicas y los descriptores de conocimiento de cada terminal asociadas a las actividades reservadas, en todos los casos están asociadas a las competencias genéricas a, b y c. Esto implica “identificar, formular y resolver problemas” por un lado y “concebir, diseñar, desarrollar, gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos” de ingeniería. En el caso de las competencias tecnológicas e y f, el “uso de técnicas y herramientas y el desarrollo de innovaciones tecnológicas” está asociado a objetos de conocimiento específicos de la terminal. Las competencias sociales, políticas y actitudinales están asociadas al desempeño esperado del futuro profesional de ingeniería, y deben insertarse y desarrollarse gradualmente a lo largo de la carrera, en algunos casos con una formación propedéutica para el futuro ejercicio profesional. Con respecto a la competencia genérica g, un aspecto que no está escrito en el estándar pero que se considera de suma importancia es que el estudiante tenga experiencias durante la formación en el desempeño en equipos de trabajos inter o multidisciplinares y no sólo disciplinares.

**El CONFEDI viene realizando un trabajo significativo en la valorización curricular de las “Competencias Transversales” que debe alcanzar un Ingeniero al egresar de su carrera de grado. Este trabajo está en línea con lo que se hace en diferentes países. ¿Cuál es su opinión sobre el peso curricular de las actividades destinadas a desarrollar estas competencias transversales? ¿Cuál cree que es el mejor modo de reflejarlo en los Planes de Estudio, concentrar en asignaturas específicas o distribuir contenidos a lo largo de la currícula?**

En el [estándar](#) se plantea que “La carrera de ingeniería deberá tener un perfil de egreso explícitamente definido por la institución sobre la base de su Proyecto Institucional”, dicho de otro modo, no se ha definido una propuesta común, porque se entiende que cada unidad académica y cada carrera debe tener la total libertad para definir su proyecto académico. Los niveles de dominio de las competencias sociales, políticas y actitudinales y la forma de asegurar la formación en el futuro graduado.

No obstante, si tomamos la [definición de competencias realizada](#) por CONFEDI puede orientar alguna respuesta:

*“Competencia es la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales. Esta definición nos señala que las competencias:*

- Aluden a capacidades complejas e integradas
- Están relacionadas con saberes (teórico, contextual y procedimental),
- Se vinculan con el saber hacer (formalizado, empírico, relacional)
- Están referidas al contexto profesional (entendido como la situación en que el profesional debe desempeñarse o ejercer)
- Están referidas al desempeño profesional que se pretende (entendido como la manera en que actúa un profesional técnicamente competente y socialmente comprometido) permiten incorporar la ética y los valores”

De esta definición surge la necesidad de articular “saber, saber hacer y saber ser” en el contexto del desempeño profesional. La formación de un futuro ingeniero requiere de esta misma articulación. Por ende, durante la realización de una práctica específica, sea experimental o de proyecto, no sólo se debería enseñar y luego evaluar lo disciplinar, sino las condiciones en que los estudiantes la realizan que pueden incluir trabajo en equipo, seguramente comunica-

ción escrita u oral, tener en cuenta aspectos de higiene, seguridad, impacto ambiental, el cumplimiento de las normativas específicas y generales y el aprendizaje autónomo.

Se debe tener en cuenta que en una formación por competencias hay que pasar de “los hago trabajar en equipo” a “les enseño a trabajar en equipo y los evalúo” que no necesariamente debe ser realizado en cada espacio curricular. En un aprendizaje centrado en el estudiante esa enseñanza y evaluación se debe dar en algún nivel de la carrera -en teoría antes de utilizarlas- y en los niveles siguientes exigir su aplicación y evaluar en consecuencia.

Al definir las competencias sociales, políticas y actitudinales y los niveles de dominio, cada facultad o carrera deberá decidir si la formación en las mismas será totalmente transversal o definirá algún espacio curricular específico. Este puede ser algún seminario de tipo propedéutico para que luego lo utilicen, amplíen el nivel de dominio y lo ajusten a la formación específica a lo largo de la carrera.

**Internacionalmente en muchos procesos de certificación de calidad de carreras de grado (Eur-ACE en Europa, ABET en USA por ejemplo) se habla de “resultados de aprendizaje”, además de las competencias buscadas por asignatura o por título. Cómo ven desde el CONFEDI estos dos enfoques: Competencias / Resultados de Aprendizaje y su evaluación? ¿Cree Ud. que son complementarios?**

En la pregunta anterior se definió el concepto de competencias, tanto genéricas como específicas, adoptado con CONFEDI y que están asociadas al perfil de egreso.

[En un documento previo](#) a la propuesta de estándares aprobado por plenario de CONFEDI, en donde se fijó el marco conceptual para la realización de la propuesta de estándares, se realizaron las siguientes definiciones:

- Resultados del aprendizaje: Describe lo

que se espera que sepan los estudiantes y sean capaces de hacer al final de un cierto período de aprendizaje (Ciclo, módulo, unidad, etc.) o cuando se gradúan. Se relaciona con las habilidades, conocimientos y conductas que los estudiantes adquieren a medida que avanzan en su carrera.

• Evaluación: Es uno o más procesos formativos que sirven para identificar, recolectar y preparar datos que permitan determinar el logro de los resultados del aprendizaje. La evaluación puede utilizar tanto métodos cualitativos como cuantitativos, según cuál sea el resultado del aprendizaje a verificar, y debe ser entendida como un proceso de mejora.

• Calificación: consiste en uno o más procesos para interpretar o juzgar los datos y las evidencias acumuladas por medio de la evaluación. Es típicamente sumativa e involucra la certificación de un nivel o grado.

Por lo tanto, los resultados de aprendizaje de un espacio curricular se deben definir genéricamente de la siguiente forma:

**[Verbo de desempeño]+[Objeto de conocimiento]+[Finalidad]+[Condiciones]**

La finalidad debe explicar el porqué y para qué se debe dar ese resultado de aprendizaje en ese momento de la carrera. Por otro lado, las condiciones pueden ser de ejecución, de desempeño, de comportamiento, de uso de técnicas y herramientas, de contexto, etc. Los resultados de aprendizaje de cada espacio curricular deben contribuir de modo directo o indirecto a las competencias de egreso y ello se debe validar a través de una matriz de tributación.

De modo que se acordaron estas definiciones conceptuales -de hecho en la bibliografía existen definiciones variadas de competencias y resultados de aprendizaje-, que se consideraron las más adecuadas para la formación de ingenieros. Las mismas están enmarcadas en definiciones previas



de CONFEDI y de la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI). Pero estas perspectivas no formaron parte del nuevo estándar porque debía quedar en manos de cada Unidad Académica de Ingeniería el diseño y la implementación del proyecto académico para alcanzar las competencias de egreso que fueron definidas.

**El CONFEDI ha impulsado para las Ingenierías actividades que acercan al futuro egresado a la actividad profesional, tales como las Prácticas Profesionales Supervisadas y diferentes actividades Complementarias que tienen un peso variable en los Planes de Estudio, según las Universidades que implementan las carreras. ¿Cuál es la importancia que Ud. considera que tienen estas actividades y cree que en el futuro tendrán un mayor peso curricular?**

En el estándar se fijó que *“Debe incluirse la elaboración de un trabajo de carácter integrador e instancias de práctica profesional supervisada, que podrán integrarse en una misma actividad curricular.”* Es decir, es obligatorio para toda carrera de ingeniería.

Resulta de vital importancia la existencia de un dispositivo en donde se integren resultados de aprendizaje de distintos espacios curriculares. Esto permitirá abordar las competencias de resolución de problemas de ingeniería, a través del diseño, cálculo y proyecto que resuelva dicha situación problemática.

Esto en general no es posible realizarlo en espacios curriculares individuales, atento a que tiene fijados por plan de estudios resultados de aprendizaje asociados a contenidos mínimos. En cambio, estos proyectos integradores, con una adecuada supervisión y asesoramiento por parte de los docentes, permiten definir el logro de niveles de dominio de las competencias fijadas, según el perfil de egreso, y a su vez le dan la libertad al estudiante de hacerlo sobre los conocimientos específicos de la carrera sobre los cuales les sea de interés profundizar.

Con respecto a la práctica profesional supervisada, está planteada como una formación propedéutica en competencias laborales, sea en empresas productoras de bienes o servicios, en instituciones u organismos públicos o en actividades de la propia universidad en relación con el medio socio productivo. Permite acercar al estudiante al ejercicio profesional.

Finalmente, además de lo expuesto, forma la parte flexible de la currícula, lo cual, en un marco normativo y de definición de resultados de aprendizaje de los espacios integradores, permite al estudiante definir espacios físicos, lugares o temáticas específicas en relación con sus perspectivas futuras de ejercicio profesional.

**La Formación de Ingenieros en Argentina ha tenido un cambio de paradigma en 2020 y 2021 debido a la virtualización (total o parcial) de los estudios universitarios por la pandemia. Ud. entiende que esta “virtualización forzada” tendrá un impacto en la calidad de los egresados (en particular por las actividades experimentales que se han visto limitadas)? ¿Cómo imagina la evolución de este cambio de paradigma en el retorno a la presencialidad?**

La virtualización forzada del año 2020 la podemos entender como un problema de ingeniería, que debía resolverse de forma urgente con las capacidades y recursos existentes. Las facultades de ingeniería, en general, resolvieron la urgencia. Para el análisis sobre los resultados de esa respuesta, podemos hacer uso de la [encuesta nacional realizada por la SPU](#): el 72% de los estudiantes universitarios del país está algo o muy satisfecho con la virtualización. Las unidades académicas de ingeniería han realizado encuestas del grado de satisfacción de los estudiantes y los medios y condiciones con que contaban, pero no se ha realizado una encuesta consolidada a nivel nacional.

Con respecto a la formación, en general se consolidó y amplió la utilización de plataformas virtuales y softwares específicos.

Si consideramos la clasificación de Sebastián Dormido (2004) sobre laboratorios, éstos se dividen en función de dos criterios: La forma de acceder a los recursos, local o remota, para los propósitos de experimentación; y la naturaleza del sistema físico, real o virtual, por lo que los entornos de experimentación se clasificarían según la tabla siguiente:

LUGAR / TIPO	FÍSICO	VIRTUAL
LOCAL	LABORATORIOS PRESENCIALES CON EQUIPOS REALES.	LABORATORIOS PRESENCIALES CON EQUIPOS SIMULADOS POR MEDIO DE SOFTWARE ESPECÍFICO.
REMOTO	TELEOPERACIÓN CON EQUIPOS REALES. (A TRAVÉS DE UNA IDE).	LABORATORIOS REMOTOS CON EQUIPOS SIMULADOS POR MEDIO DE SOFTWARE ESPECÍFICO.

La práctica se desarrolló a través del acceso a recursos virtuales remotos, que permiten en general desarrollar competencias de diseño, cálculo, simulación, análisis de variables, optimización y mejora. Además se utilizaron herramientas computacionales, se realizaron procesos de familiarización con plataformas IDE, de formación procedimental, el trabajo en equipo virtual, la comunicación remota, flexibilidad de horarios, aprendizaje autónomo, entre otros aspectos.

En 2021, la urgencia está dejando paso a proyectos a futuro, sobre las capacidades desarrolladas, porque, además de cumplir con la intensidad de la formación práctica estándares de acreditación, debemos tener en cuenta, entre otros aspectos, el impacto transversal de la transformación digital en la práctica de la ingeniería. La necesidad de usar herramientas informáticas para optimizar cálculos, diseños, análisis de resultados, entre muchas otras aplicaciones, a través de aplicaciones de modelado y simulación, participando en equipos de trabajo de modo

virtual y con comunicación remota. En función de los verbos que están presentes en las competencias de egreso, habrá algunos de ellos en que el uso de herramientas virtuales es lo más recomendado. Calcular o diseñar por ejemplo, donde es necesario modelar y simular; permitiendo utilizar y familiarizarse con IDE (Interface Development Environment) de aplicaciones específicas de la ingeniería. En esa perspectiva, la evaluación se realiza sobre un resultado. En tanto que otros verbos, relacionados directamente con la utilización directa de instrumental, certificar su correcto funcionamiento, evaluar el comportamiento del grupo de trabajo, realizar prototipos de forma manual o mediante el uso de equipamiento, aparecen a priori como competencias que se pueden desarrollar de modo presencial y permitir a los docentes realizar evaluaciones de desempeño y formativas, además de evaluaciones de resultado.

Por lo expuesto, un equilibrio entre formación presencial, remota y virtual aparece como el horizonte más conveniente para la formación de ingenieros. En este sentido, el pasado 6 de julio, CONFEDI puso en marcha la Red Argentina Colaborativa de Laboratorios Remotos -R-LAB- para la puesta en marcha de la plataforma colaborativa y la remotización de laboratorios de distintas unidades académicas de ingeniería de uso cooperativo. Este proyecto está apoyado con el aporte de fondos por parte de la Secretaría de Políticas Universitarias y está prevista, luego de la puesta en marcha a nivel nacional, de una etapa de internacionalización. El impacto de la pandemia ha resultado en oportunidad para generar condiciones en el sistema nacional, formando profesionales que nos permitan hacer frente a los desafíos de la industria 4.0 y la sociedad del conocimiento.

# MESA DE DECANOS DE INGENIERÍA

¿ CUÁLES SERÍAN SUS 3 PROPUESTAS PRINCIPALES PARA LA FORMACIÓN DE INGENIEROS EN ARGENTINA EN LOS PRÓXIMOS AÑOS ?

JORGE ETEROVIC (UNLAM) / GUILLERMO LOMBERO (UNMDP) / HORACIO FRENE (UNLP)

Una propuesta para la formación de ingenieros debería tener en cuenta todos los aspectos para que favorezca el desarrollo de las distintas capacidades y competencias, a fin de que los estudiantes puedan avanzar en los diferentes ámbitos de su quehacer profesional. Sin embargo, en la práctica, la generación y comunicación de conocimientos se encuentra estrechamente ligada a los paradigmas existentes en el sistema educativo, los cuales a su vez fundamentan la concepción de educación y de currículo.

Las tendencias tecnológicas como I4.0 (Industria 4.0), IOT (Internet of Things), IIOT (Industrial IOT) y la infraestructura tecnológica que ellas demandan, obligan a redefinir la formación universitaria para preparar profesionales aptos para los nuevos desafíos.

**Opino que las 3 propuestas principales para la formación de ingenieros en Argentina son el desarrollo y la enseñanza de estas tecnologías, la vinculación tecnológica e investigación y la transferencia.**

Las revoluciones tecnológicas generan grandes volúmenes de nuevos conocimientos y se hace necesario formar a los nuevos ingenieros con una versión más cenital y completa, para que puedan manejar diferentes niveles de abstracción a la hora de solucionar los problemas que la ingeniería les demanda. La capacidad de interpretar conflictos conceptuales y generar soluciones específicas, dota a los nuevos ingenieros de la posibilidad, hoy imprescindible, de ser generalistas y especialistas según la situación demande.

Cuando hablamos de las tecnologías y de desarrollo industrial nos referimos principalmente al conjunto de tecnologías facilitadoras de la Industria 4.0. Son tecnologías como Industrial IOT, machine learning, big data, edge computing, inteligencia artificial, blockchain, entre otras, que hoy resultan ser transversales a todas las ramas de la ingeniería.

Entre estas tecnologías, se destacan las relacionadas con las TICs (tecnologías de la información y la comunicación): conectividad e informática, analítica e inteligencia artificial



**JORGE ETEROVIC**

DECANO DTO. DE INGENIERÍA E INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA MATANZA.

e interfaz humano-máquina (Ingeniería 5.0). Estas se complementan con otras como: materiales avanzados, automatización, robótica y procesos y nuevas formas de producción aplicando criterios de sostenibilidad medio ambiental y ahorro energético.

El desarrollo y aplicación de estas tecnologías supone una revolución industrial que está promoviendo una transformación digital de las empresas para hacerlas más eficientes, sustentables, seguras y rentables. Como toda revolución, esta evolución tecnológica conlleva cambios disruptivos en los modelos de negocio, en los flujos de trabajo en las empresas, en los procesos industriales, en la manera de hacer las cosas y de trabajar y como todo esto repercute sobre la manera de vivir de la sociedad.

Esta revolución industrial, sumada a la nueva normalidad postpandemia, deberán provocar un cambio en la formación académica para que las Universidades preparen profesiona-



les aptos para trabajar en el contexto de esta Industria 4.0.

Es lo que en Europa se ha comenzado a denominar como el "Ingeniero 4.0". La economía del conocimiento en el contexto de la Argentina es de empleo pleno y la Universidad debe adecuarse a las necesidades y cambios que requiere el mercado laboral actual y mejorar en forma permanente los currículos.

El futuro ingeniero deberá tener un conjunto de competencias constituidas por una combinación de conocimientos, capacidades y actitudes. Esto significa que cualquier plan de formación para este ingeniero 4.0 no se puede limitar a una revisión de los contenidos de las asignaturas y del plan de estudio en general (conocimientos), sino que también debe incluir cambios en los planteamientos formativos, en la forma de transmitir y trabajar estos conocimientos, y hacerlo de manera que el alumno adquiera estos conocimientos de forma efectiva, al tiempo que ejercita y mejora sus capacidades, como así también, sus actitudes.

La participación de la Universidad va más allá de proporcionar un nivel de competencias de base a través de los estudios de grado. Es importante complementar esta formación de base con una formación de postgrado, especializada, para atender las necesidades específicas de los profesionales que trabajan en sectores concretos y con objetivos específicos.

Otro aspecto igualmente importante para avanzar en la adopción de la Industria 4.0 es el ámbito de la investigación y de la transferencia. La relación continua entre empresa y universidad no sólo es importante para proporcionar ingenieros con unos conocimientos y aptitudes adecuados para responder a los nuevos desafíos tecnológicos y sociales, sino que también facilita que la empresa pueda plantear y llevar a cabo proyectos de investigación y desarrollo con el apoyo de grupos de investigación de las Universidades y de otros centros de investigación, trabajando de manera colaborativa.

El conocimiento tecnológico aplicado se ha

consagrado como un bien intangible, determinante del campo económico en general y del productivo en particular. La carrera por la generación de nuevo conocimiento tecnológico se ha acelerado en el marco de la competitividad internacional. Dadas estas condiciones globales, la formación que se ofrecerá para las diferentes ingenierías requiere incorporar competencias propias de la función de investigación y desarrollo, para que el emprendedurismo y la innovación se transformen efectivamente en una práctica regular y natural del futuro profesional.

En el contexto actual, es innegable la necesidad de formar ingenieros que sean capaces de interactuar en el marco de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Esta capacidad, si bien no excluye otras competencias tradicionales de la formación ingenieril, es un aspecto que debe ser enfatizado. Los futuros profesionales en ingeniería, en muchos casos, formarán parte de equipos multidisciplinarios, con integrantes de muy diversos perfiles entre los que se incluirán científicos, tecnólogos, emprendedores e innovadores. A su vez, los equipos de trabajo transversales, centrados en la resolución de problemas, ya no se basarán en cuestiones específicas de su especialidad, sino que se articularán en torno de esos dilemas tecnológicos, objeto de investigación y desarrollo, desde los diferentes campos y espacios económicos y productivos.

El desafío es, entonces, definir mejores estrategias para que los estudiantes vayan incorporando en forma continua estos aprendizajes en I+D+i (Investigación, Desarrollo e innovación) a lo largo de la carrera. Definir estrategias que les permitan incorporar las competencias para introducirse y actuar en el mundo de la innovación y la creación tecnológica, siempre en el marco del desarrollo sustentable de nuestra sociedad.

La vinculación Tecnológica dentro de las Universidades permitirá desarrollar los mecanismos que promuevan la asociación entre los espacios donde se genera conocimiento y quienes se benefician con su utilización práctica, los sectores de la pro-

ducción y el medio social que los contiene. La transferencia tecnológica será la puesta en valor y transferencia hacia la industria y el sector productivo de las investigaciones y desarrollos que se generen en la Universidad, tanto de tecnologías como de conocimientos.

La vinculación tecnológica se deberá ocupar de promocionar dicha transferencia basada en los conocimientos adquiridos, la innovación, el desarrollo productivo y las capacidades emprendedoras, facilitar la inserción de recursos humanos de formación técnica y científica de alto nivel en el sector productivo, el fomento de la creación de empresas o nuevas industrias de base tecnológica y de promover una actitud proactiva en cuanto a la vinculación entre ciencia, industria y sociedad con el objetivo de contribuir al desarrollo integral de la misma.



## GUILLERMO LOMBERA

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA.  
VICEPRESIDENTE DEL CONFEDI (CONSEJO FEDERAL DE DECANOS DE INGENIERÍA)

Ante la pregunta sobre los principales desafíos en la formación de los futuros ingenieros, quiero primeramente reflexionar sobre tres puntos que considero importante y darán lugar a mi respuesta.

El primero tiene que ver con la evolución de la tecnología en los últimos tiempos y los cambios de paradigmas sociales que esta evolución ha introducido. Los ciclos de vida de los desarrollos tecnológicos son más cortos que la duración promedio de una cohorte universitaria. En ese sentido, el avance del conocimiento nos interpela, haciéndonos imaginar profesionales que no existen y que se van a dedicar o van a utilizar tecnologías que aún no han sido desarrolladas. Esto, en principio, nos lleva a pensar una formación por competencias más que por contenidos exclusivamente, que nos permita adquirir las habilidades que necesitamos para desarrollarnos en ese entorno complejo e incierto. Ver “Documento de CONFEDI Competencias en Ingeniería” y “Libro rojo de CONFEDI”.

<https://confedi.org.ar/publicaciones-confedi>

Nos lleva a pensar también, en planes de estudios más flexibles que puedan incorporar distintas estrategias de formación a partir de una educación centrada en el estudiante que permita también analizar titulaciones más cortas que den respuesta a las necesidades profesionales del medio.

El segundo punto a reflexionar es sobre el efecto de la pandemia originada por el COVID19 que ha afectado, según la UNESCO, a 1.570 millones de estudiantes en 191 países. La pandemia producirá efectos permanentes en los estudiantes, profesores, y universidades; proponiendo una nueva mirada. Seguramente algunas de las prácticas de enseñanza, aprendizaje y evaluación que se utilizaron en pandemia se incorporarán una vez finalizada. La pandemia tendrá un impacto cierto en la formación universitaria a futuro incorporando la virtualidad para fortalecer la educación presencial con las interesantes posibilidades que la virtualidad pone a nuestra disposición.

Por último, como tercer punto, quiero tener en cuenta en la reflexión la necesidad y los modos de interrelación con la sociedad, no solo en la formación de los ingenieros sino en el rol que las universidades deben cumplir como generadoras de conocimiento; la sostenibilidad, el compromiso social y la vinculación con el medio son aspectos a tener en cuenta y que han sido motivos de debate por las distintas asociaciones latinoamericanas de decanos de ingeniería en los últimos años y que se encuentran plasmadas en el libro “Reflexiones sobre las nuevas demandas para la ingeniería latinoamericana”.

<https://confedi.org.ar/download/LibroReflexionesNvasDemandas.pdf>

En este contexto, quiero traer a colación la “Declaración de Ingeniería para la Paz y Sostenibilidad” elaborada en el marco de la WEEF-GEDC 2018, la primera Conferencia Mundial de Ingeniería de la Paz (GEDC/IFEES): “Los ingenieros tienen el poder de jugar un papel vital en las soluciones creativas que pueden transformar radicalmente y mejorar el bienestar de las personas y otros sistemas vivos. Los ingenieros, su mentalidad de sistemas, sus habilidades, creatividad e intención determinarán en gran medida el futuro de la humanidad”.

Por lo anterior, es importante contribuir desde las universidades en general y desde las ingenierías en particular a los cambios sociales que se requieren para un mundo más equitativo. Vivimos en una sociedad diversa que debe dar respuestas a problemas como el cambio climático, el desarrollo de energías limpias y la irrupción de las nuevas tecnologías en los sistemas de producción comercialización y empleo entre otros.

Quiero entonces, habiendo pensado y reflexionado en esos tres aspectos concluir con los desafíos, que según mi percepción debe abordar la ingeniería en los próximos años:

Se deben implementar planes de estudios más flexibles a partir de competencias que puedan dar al futuro profesional las herra-

mientas necesarias para desarrollarse en un mundo cambiante. Dichas competencias, más allá de las tecnológicas que deberán centrarse en los conceptos básicos que le permita entender las tecnologías aún no desarrolladas, requiere de competencias actitudinales transversales a todas las disciplinas que le permitirá abordar el trabajo profesional fundamentalmente interdisciplinario.

El desarrollo de carreras más cortas, titulaciones intermedias dentro de las carreras de grado o nuevas carreras que articulan trayectos formativos del grado que den respuesta en tiempo y forma a las distintas demandas profesionales del medio.

Es necesario la incorporación de nuevas herramientas pedagógicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje a partir de la utilización de las TICs. Estas herramientas, que se han utilizado en pandemia, han mejorado algunos aspectos de la educación incorporando clases duales, laboratorios remotos y distintas formas de la virtualidad que permiten ampliar la interacción.

Por último considero importante un mayor compromiso social, tanto desde la formación como desde las funciones investigación, extensión y transferencia de conocimientos. Desde la formación debe haber asignaturas que aborden las distintas temáticas que mencioné anteriormente y que constituyen los desafíos futuros por ejemplo cambio climático, recursos naturales, energía sustentable, desarrollo social y productivo, empleo y desarrollo emprendedor. Para el resto de las funciones universitarias, es necesario generar conocimiento que impacte sobre el sistema socio-productivo, dando respuesta a demandas concretas de la sociedad. Una forma sería aumentando la cantidad de proyectos de desarrollo tecnológico y social (PDTs) que se desarrollan en las Universidades.





## HORACIO FRENE

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA.

Desde donde yo reflexiono la ingeniería para el futuro es desde el perfil de los alumnos, es decir, de que perfil de alumno estamos recibiendo que es un perfil totalmente diferente al del alumno de hace 20/40 años atrás en donde se pensaba a la ingeniería desde un lugar totalmente diferente al que tenemos hoy, pensar en las nuevas tecnologías asociadas a nuestras profesiones es desatender lo que ya traen como conocimiento por parte de nuestros nuevos alumnos, la tecnología, la ventana, el control, el teléfono celular que te permite prender y apagar el televisor, que te permite ver el estado de las redes, eso ya lo traen incorporado al ingresar a la universidad nuestros alumnos.

Va a parecer que mi pensamiento es un poco antagónico al avance, pero creo todo lo contrario, que lo que hay que hacer es consolidar cosas que no se han podido consolidar y asegurar que la formación real de nuestros profesionales sea la pensada, asegurar las capacidades adquiridas.

Por ejemplo, una de las fundamentales tiene que ver con la práctica profesional.

Soy de aquellas personas que tuvo la suerte de graduarse y salir a trabajar, es decir, estar en la universidad y conocer el medio profesional, chocarte con la realidad, con las empresas, con el estado mismo, poder observar como el estado afronta la obra pública, no tuve suerte por mi especialidad de entrar en la industria para ver cómo se mueve la industria, pero si puedo hablar de la obra pública y me parece que ahí es donde al profesional, al ingeniero que sacamos le falta mucho recorrido, mucha calle, me parece que se podría reforzar desde los primeros años este concepto de la experiencia o la práctica profesional, entiendo que más tempranamente debería incursionarse en esa formación, sé que es difícil y no fue fácil resolver la práctica profesional supervisada a pesar de que son solo 200 horas, pero creo que es una cuestión muy útil desde lo profesional, es decir, cuáles de las tres cosas más importantes que hay que hacer, una de las más importantes es fortalecer y reforzar el concepto de la práctica profesional desde

las primeras horas de la ingeniería.

Por otro lado, creo que el desafío que tiene Argentina en termino de ingeniería en todo su abanico es que se necesitan más ingenieros que sean capaces o que tengan mayor impacto sobre el emprendedorismo y la innovación, el emprendedorismo es mucho más general y con esto quiero decir que el ingeniero tenga una capacidad de pensamiento más autónomo, tener más profesionales que no piensen en ir a una multinacional como destino de trabajo, sino que se pueda despertar la vocación en el alumno.

En este punto, considero que hay algunas carreras que están muy bien, muy sólidas en ese aspecto y otras que no, siempre hablando dentro de la ingeniería. Creo que el emprendedorismo y la innovación es una generación de empleo genuino que se puede multiplicar por cien. Si uno tiene ese pensamiento emprendedor innovador puede volverse al pueblo desde donde vino a estudiar y comenzar un emprendimiento que, además, es regional, porque con la lógica que tenes hoy por hoy en materia de comunicación una empresa pequeña de Junín puede prestar servicios en Santa Fè o en Tierra del Fuego, es decir, hoy por hoy volverse al pueblo no es estancarse y ser un empleado, se puede desarrollar un pensamiento autónomo, emprendedor e innovador, estos tres puntos son sumamente importantes para nuestro país.

La formación de profesionales está pensada en el contenido, es decir, las carreras están formuladas al contenido y no a un perfil, siempre se busca la lógica del conocimiento de la persona y no las capacidades que el conocimiento le puede dar como perfil.

Volviendo a la práctica profesional, la realidad es que es una práctica extracurricular porque son aspectos que están exigidos dentro de la curricula pero que en realidad lo van a hacer puertas afuera de la universidad. En algunos casos especiales, debido a que nuestra facultad hace mucha transferencia, situación que no pasa en muchas facultades del país, hay mucho proyecto de investigación, de extensión, donde los chicos se desarrollan y adquieren las habilidades porque

trabajan en equipo, porque desarrollan un producto, porque van a realizar un ensayo y por estos motivos se vinculan.

Considero que hay que hacer un gran esfuerzo para generar un proyecto institucional que este comprometido con el país para generar una maduración en los jóvenes tratando de generar un profesional que tenga un pensamiento autónomo que pueda tener la capacidad de emprender

Sin temor a equivocarme, hay que consolidar esos aspectos en la formación de futuros ingenieros antes que pensar en nuevas cosas avanzadas cuando quizá no se consolido aun lo que es más importante y fundamental. Garantizar que lo que está escrito en el título que se les entrega se cumpla, hay que trabajar fuertemente en ese aspecto pensando en la argentina.

Nosotros tenemos que apostar a formar profesionales que le sirvan al país, una universidad estatal tiene que formar profesionales que le sirvan a su proyecto de país. La universidad publica financiada por la sociedad, debe ser coherente con el proyecto de país, queremos un graduado que aporte a las necesidades que tiene Argentina y creo que las falencias que tenemos se encuentran ahí, en la falta de un pensamiento autónomo con espíritu emprendedor e innovador.

# ACERCA DE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

LUIS LIMA – ACADÉMICO DE NÚMERO



## INTRODUCCIÓN

*“Vean, pues, los ingenieros como para ser ingeniero no basta con ser ingeniero”*

*José Ortega y Gasset: “Sobre la técnica”*

La elaboración de un plan de estudios de cualquier temática que sea no consiste, como a veces se supone, en definir un conjunto de asignaturas y adjudicarles una secuencia temporal y una carga horaria a cada una. Todo lo contrario, esta tarea, para ser fructífera, solo puede ser la culminación de un largo camino previo que dé adecuado fundamento a la elaboración del futuro plan de estudios. Este fundamento debe ser elaborado y debe responder a al menos dos condiciones de borde ineludibles, por un lado, tener definido qué conocimientos debe adquirir un futuro Ingeniero, para emplearlos en qué, dónde y cuándo y, por otro, las características del contexto en que este proceso de enseñanza-aprendizaje y la aplicación de los saberes adquiridos se planteen, lo que implica la tarea no menor de imaginar los escenarios actuales de la enseñanza y los futuros del ejercicio profesional, en un lapso no menor a treinta años. Como vemos, se debe “formar para lo desconocido”<sup>2</sup> y, para lograrlo, hay que imaginar escenarios futuros haciéndolo en base a fundamentos borrosos<sup>3</sup> y aleatorios, lo que implica que la definición del plan de estudios deberá ser lo suficientemente dúctil como para que todo ingeniero pueda adaptarse sin demasiadas incertidumbres al que en su caso se materialice en cada tiempo. Ambas son condiciones de borde ineludibles que, si no se las plantea en forma adecuada y no se las respeta seriamente a posteriori, no tiene dema-

siado sentido hablar de planes de estudio, pues el resultado que se obtenga difícilmente vaya a tener alguna relación con el objetivo buscado. De no tenerse en cuenta dichas condiciones de borde, sea porque no se advirtió su importancia esencial, porque por algún motivo se priorizaron otros hechos, o por lo que fuere, cosa que lamentablemente es bastante común, lo que se obtenga no será más que una elucubración teórica de dudosa o nula relación con la realidad. Han existido innumerables planes de estudio supuestamente “excelentes”, si se los considera en sí mismos, pero desarrollados para destinatarios y contextos inexistentes, pues sus creadores no se tomaron el trabajo de preguntarse sobre los objetivos esenciales de lo que se estaba haciendo. En definitiva, no se habrá dado respuesta al problema planteado por el contrario, se habrá fracasado en el cometido. En consecuencia, lo primero que haremos será preguntarnos sobre las calidades y cualidades que se espera tengan los destinatarios de la enseñanza de la ingeniería en los tiempos que corren, y luego definir el contexto en el cual lo que se diga cobre real significación.

Finalmente existe una realidad a tener adecuadamente en cuenta pues, si bien la enseñanza es uniforme para quienes estén dispuestos a aprender estudiando -a todos se les enseña lo mismo-, el proceso de aprendizaje es individual y cada quien necesitará sus tiempos y, en alguna medida, su metodología particular de aprendizaje, y tiene el derecho de exigir que así sea, siempre que realice el esfuerzo necesario para aprender estudiando y para alcanzar los niveles de conocimiento que sea necesario tenga, lo que vuelve a ser una exigencia masiva, pues esto vale para todos.

<sup>1</sup> ARTÍCULO PUBLICADO EN EL DIARIO LA NACIÓN, DE BUENOS AIRES, EL 12 DE MAYO DE 1935.

<sup>2</sup> ACERTADA FRASE DEBIDA EL ENTONCES RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA, JORGE BROVETTO.

<sup>3</sup> ME REFIERO AL EMPLEO DE LA TEORÍA DE CONJUNTOS BORROSOS.



En este análisis no vamos a incluir un problema que habrá que encarar tratar a no demasiado largo plazo, es el de la forma de establecer las incumbencias profesionales. Ello se debe a que, en el planteo que vamos a hacer, ellas van a surgir y van a ir modificándose, necesariamente, en función de lo que cada Ingeniero esté en condiciones de encarar como realización profesional en cada momento de su desempeño como tal. A esta altura de los tiempos no tiene ningún sentido distorsionar un plan de estudios para -muchas veces simular- cubrir incumbencias que alguien alguna vez estableció para otras realidades, otras circunstancias y otros contextos.

## **SOBRE EL EJERCICIO DE LA INGENIERÍA**

En el desarrollo de este punto vamos a seguir de cerca el pensamiento de alguien que ha meditado seriamente sobre la Técnica como ejercicio de la Ingeniería y que, además, lo ha hecho en castellano, evitándonos así las inevitables ambigüedades que implica la traducción de todo texto de filosofía. Nos referimos a José Ortega y Gasset y su obra "Meditación de la Técnica"<sup>4</sup>.

En esta tesitura, podemos decir que "el ejercicio de la Ingeniería consiste básicamente en la utilización de los conocimientos de la física, y en alguna medida de otras ciencias naturales, para adaptar el medio a las necesidades del hombre", que es todo lo contrario de la adaptación al medio de las restantes especies zoológicas. Esta aplicación de los principios de la física se puede materializar básicamente de dos formas, como un saber-hacer empírico, que es lo que ocurrió con las industrias líticas de los homínidos originales, pero que no por eso dejaron de ser aplicaciones de la física para comenzar a adaptar el ambiente a las necesidades humanas o como una aplicación de estos principios construyendo modelos matemáticos

que los interpreten adecuadamente teniendo en cuenta las aplicaciones que de ellos se esperan. Esta construcción de modelos matemáticos de los fenómenos observados, destinada a su empleo en realizaciones tecnológicas se inició aproximadamente a partir del siglo XVII Modelos que permiten, entre otras ventajas que tienen, prever comportamientos futuros -forma de reaccionar del modelo frente a acciones externas bien definidas- extrapolables a la realidad. Aún hoy se encuentran, sobre todo en la práctica laboral, gran cantidad de soluciones basadas en un saber-hacer no científico sino práctico para las cuales, si son exitosas, se buscan luego los modelos matemáticos que las interpreten y permitan extrapolarlas.

### **Qué es la Técnica**

Una primera aproximación a una definición de Técnica, se puede enunciar como "la reforma que el hombre impone a la naturaleza en vista de la satisfacción de sus necesidades". Pero esta definición, como ocurre con cualquier otra, solo nos va a servir en la medida en que sepamos de qué estamos hablando. Luego, para darle contenido, se debe hacer un estudio un poco más detallado del problema, el que encararemos profundizando nuestro análisis de las cualidades intrínsecas de la técnica y de quienes la aplican.

### **En qué consiste la técnica**

En principio podemos establecer las siguientes constataciones referidas a la técnica, a algunas de las propiedades que la caracterizan y a las consecuencias de su creación y aplicación. Comenzaremos refiriendo que a quienes aplican la técnica se los denomina "ingenieros" lo cual, a grandes trazos, significa decir que el ejercicio de la ingeniería consiste en la aplicación de la técnica la cual, al aplicarla, se la va creando en

mayor o menor grado. Algunas características significativas de la técnica son: a) su exclusividad humana pues no hay hombre sin técnica, más aún, donde aparece la naturaleza alterada de alguna forma, aunque solo sea una piedra burdamente labrada para transformarla en herramienta, ello está indicando la presencia de humanos, pues ningún otro animal tiene esta habilidad; b) la técnica varía con el transcurso del tiempo, y actualmente lo hace en sumo grado y es sobremanera inestable, dependiendo de cuál sea la idea de bienestar que el hombre en cada momento. Piénsese que el método olduvayense de fabricar utensilio de piedra se empleo durante más de 1.500.000 años prácticamente sin modificaciones y el que lo sustituyó, el achelense, lo hizo durante más de 1.000.000 de años, con naturales superposiciones con su predecesor, algunas veces debido a que ciertos grupos evolucionaron antes que otros en su quehacer técnico y otras, porque en determinadas tribus se comenzó a emplear uno u otro método según las conveniencias del momento y el utensilio a elaborar, criterio de ahorro de esfuerzo que representa, de por sí, un avance técnico significativo. Esta fue, en el origen, la velocidad de variación de las técnicas humanas y dichos escenarios técnicos constituyeron el ámbito de trabajo de los que podríamos denominar, con fundamento, los "ingenieros" de entonces. En la actualidad, por el contrario todo se ha trastocado y la velocidad de variación de la técnica se ha incrementado de forma escalofriante, y lo sigue haciendo. Ilustremos este cambio con un ejemplo simple que está lejos de las grandes velocidades de cambio tecnológico que se encuentran hoy en día, nos referimos a la forma de almacenamiento de la música -en realidad del sonido-, un problema que comienza a tener soluciones reales para el gran público, no mucho antes del comienzo del siglo XX. Se pasa vertiginosamente de

los rodillos con púas de las cajas de música, a los rollos perforados de las pianolas, a los discos de pasta de 78 rpm, a los vinilos de 33 rpm, las cintas magnética, los CD y los pen-drive, y esta evolución acelerada seguramente no va a parar acá. Debido al cambio del soporte material del elemento almacenador -la memoria-, lo que se modificó enormemente fue la capacidad de almacenamiento disponible y la facilidad de su empleo; c) hay entre todas las técnicas, pasadas y presentes, un vínculo que ha permitido ir acumulando ideas y descubrimientos, naturalmente con no pocas desapariciones, retrocesos y pérdidas. Entre un efecto y el otro se llega a que el cúmulo de los conocimientos técnicos no ha cesado de crecer, y lo ha hecho en forma exponencial, lo cual conduce forzosamente a nuevos escenarios, cambios que son de gran influencia en los procesos educativos. Durante los primeros cientos de miles de años de la historia humana los artesanos líticos, por ejemplo, dominaban todos los aspectos técnicos de la fabricación de diferentes herramientas y utensilios de piedra y lo que habían aprendido inicialmente les servía durante toda la vida sin modificaciones, y seguía sirviendo, también sin modificaciones, durante generaciones y generaciones. Con la aceleración en la producción de los cambios técnicos y con la acumulación progresiva de conocimientos, los períodos de vigencia de las diferentes técnicas se fueron reduciendo paulatinamente. De este fenómeno solo se tuvo clara conciencia cuando los períodos de vigencia de algunas técnicas comenzaron a ser menores que la vida activa de quienes los aplicaban, y esto obligó a los ingenieros, al menos en algunas especialidades, a actualizar periódicamente sus conocimientos. En la actualidad, y desde hace relativamente poquísimos tiempo-décadas frente a cientos de miles de años- el problema se ha agudizado y ya no son suficientes las actualiza-

<sup>4</sup>EDITORIAL REVISTA DE OCCIDENTE, COLECCIÓN EL ARQUERO, MADRID, 1964.

ciones periódicas para que alguien pueda dominar el campo completo de una sola técnica, surgió así la necesidad de que los ingenieros se fueran especializando, forzados por la realidad, en diferentes ramas y luego en áreas de conocimiento, dentro de cada rama, cada vez más y más pequeñas.

### La ingeniería y la técnica

Colocamos como acápite de este texto la frase de Ortega que expresa, "Vean pues, los Ingenieros, como para ser Ingeniero no basta ser Ingeniero", la que el autor completa aclarando, de la siguiente forma, el por qué de lo que afirma de la siguiente forma, "pues, mientras se está ocupando en su faena particular, la historia le quita el suelo de debajo de los pies. Es preciso estar alerta y salir del propio oficio escudriñando el paisaje de la vida, que es quien va marcando las necesidades humanas y su continuo cambio". Lo significativo de la frase y su fundamento consiste en que pone de manifiesto qué es lo que, además de ser ingeniero, necesita un Ingeniero para hacer ingeniería.

Expondremos seguidamente, solo a título de ejemplo, algunos de los hechos más salientes que permiten a un ingeniero hacer ingeniería, es decir, "ser más que un ingeniero". Ellos son del tipo de los siguientes: a) no basta que el hombre tenga inteligencia técnica para que la técnica exista, pues la inteligencia técnica es solo una capacidad, mientras que la técnica es algo más, es el ejercicio efectivo de esa capacidad, capacidad que bien podría quedar en solo lo que es, una posibilidad sin ninguna significación práctica; b) solo en un proceso en el que la inteligencia funcione al servicio de una imaginación creadora de proyectos vitales, puede ponerse en evidencia la capacidad técnica. En otras palabras, a la técnica le es prefijada la finalidad que debe alcanzar y es el ingeniero, motu proprio o interpretando nuevas inquietudes sociales, quien está en mejores condiciones de marcar y orientar estas finalidades.

Esto es lo que habilita a decir que, actos técnicos propiamente dichos no son aquellos en que se hacen esfuerzos para satisfacer directamente alguna necesidad, sino aquellos en que se dedica el esfuerzo primero a inventar y luego a ejecutar un plan de actividades que permita: 1) asegurar la satisfacción de las necesidades prioritarias; 2) lograr esa satisfacción con el mínimo esfuerzo; 3) crear posibilidades completamente nuevas, produciendo objetos que no hay en la naturaleza del hombre y que este muchas veces ni siquiera ha podido imaginar pero que, llegado el caso, se adoptan masivamente. Un buen ejemplo es el caso de la televisión, un producto industrial puesto a punto antes de la existencia del correspondiente mercado. Esta última posibilidad conduce al riesgo cierto de dedicar tiempo y esfuerzo a la creación y difusión de lo inútil y de lo superfluo.

### Situación particular del ingeniero frente a los avances técnicos

Para cerrar este punto digamos que lo que permite avanzar a la ingeniería en el territorio de la técnica, es su falta de posiciones dogmáticas frente a los hechos de la naturaleza y habrá que educar en tal sentido. Ello significa que, frente a hechos que contradicen las hipótesis y postulados básicos adoptados para resolver un problema, lo que hay que hacer es modificar estos. Pues sería un desatino tratar de forzar la realidad para que coincida con los postulados previamente enunciados. De no hacerlo, ocurrirá lo que le sucedió al astrónomo alejandrino Ptolomeo, quien pese a tener excelentes observaciones astronómicas, al plantear su sistema geocéntrico, basándose dogmáticamente en las ideas de Platón y Aristóteles, distorsionó completamente la realidad y llegó a un resultado absurdo.

### CONTEXTO

El contexto en que se desarrolla un proceso educativo influye en qué enseñar y en la

forma de hacerlo y, en alguna medida, en el peso que se ha de dar a los diversos temas que conforman un plan de estudio, por eso resulta importante delinearlos ajustadamente. En tal sentido vamos a definir el contexto en que se habrá de poner en práctica el tipo de enseñanza de las ingenierías que desarrollaremos en el próximo punto 4, en base a un conjunto de premisas. Conjunto de premisas que están organizadas como sistema, por lo que se las debe respetar a todas y, así mismo, a las relaciones que puedan existir entre ellas, dado que en un sistema estas también forman parte del conjunto. Por otro lado y como consecuencia, no existe orden de prioridad alguno entre los elementos componentes y, por supuesto ninguno puede faltar sin modificar completamente el sistema. Puede haber quien piense que el conjunto de que vamos a exponer se debe modificar, es una pretensión válida, pero en tal caso se deberá replantear el sistema de enseñanza-aprendizaje que acá se propone para adecuarlo al nuevo contexto.

Hemos planteado la ingeniería como una actividad esencialmente creativa que debe estar en condiciones de dar respuestas originales a problemas concretos siempre variables en mayor o menor medida, y hacerlo sin preconcepciones. En consecuencia el ingeniero, cualquier ingeniero, debe ser capaz de generar pensamiento original y creativo y estar en condiciones de exponerlo con claridad. También deben existir condiciones que le permitan exponerlo libremente sin que por ello deba sufrir ningún tipo de represalia. Además debe estar capacitado para defender sus ideas con argumentos racionales. Todo esto solo puede suceder en un ambiente de libertad y de respeto escrupuloso de los derechos humanos, de todos los derechos humanos, tal como los definieron las Naciones Unidas, por unanimidad, en 1948. En un medio dogmático no hay posibilidades de creatividad científica o técnica, hay innumerables ejemplos de esto último y, un poco más adelante referiremos uno de ellos. Por ahora solo basta recordar los

sinsabores de Galileo Galilei o Giordano Bruno por intentar pensar y opinar libremente sobre en cuestiones científicas en un ámbito completamente dogmático.

### En qué tipo de Universidad estamos pensando

El concepto de Universidad en el que estamos pensando, tiene límites bastante amplios pero precisos, más allá de los cuales la institución de enseñanza deja de ser una Universidad -un universo de ideas en libre confrontación y debate- para transformarse en otra cosa. Por ejemplo en una Escuela Técnica destinada a la enseñanza de ciertos saberes y saber hacer específicos y su aplicación, lo que no es malo pues sigue siendo una organización destinada a la enseñanza aunque no de nivel universitario. O en una institución dogmática, destinada a la difusión de determinada forma de pensar o de determinada ideología, lo que sí es muy malo pues no se trata de un ámbito de educación propiamente dicho, sino en uno de adoctrinamiento. Religioso o político, tanto da.

El contexto que consideramos necesario para plantear la enseñanza de las ingenierías, debe ser uno donde se haga el esfuerzo de aprender estudiando, por parte de los alumnos, y se garantice, por parte de la institución universitaria, que este esfuerzo inevitable va a ser fructífero. En tal sentido, el único lugar en que se puede exigir esto son, por sus características globales, las Universidades públicas y a ellas nos referiremos. Esto no quita que alguna privada pueda adoptar el sistema si así lo desea, pero no está obligada a ello, cosa que si debe ocurrir en las públicas por el origen de su financiamiento. En consecuencia, el marco de referencia que estamos imaginando para que exista efectivamente una Universidad de este tipo, es el siguiente:

a) Debe estar abierta a todos quienes deseen aprender estudiando y debe ser gratuita en lo que hace a los estudios de grado y, en lo posible, a lo que en el presente planteo



naturalmente les sigue: la educación continúa durante toda la vida.

b) Con autonomía para decidir libremente los caminos más aptos para alcanzar los niveles de excelencia que la sociedad espera de ellas, Sin el esfuerzo continuado de todos los universitarios para alcanzar y sostener niveles de excelencia, la gratuidad puede dejar de tener sentido. Incluso puede dejar de tener sentido la propia existencia de la institución como órgano creado por la sociedad para mejorar su calidad de vida.

c) Debe enseñar a generar, en sus docentes y estudiantes, pensamiento original, crítico y creativo del más alto nivel.

d) Debe darle a todos el derecho a expresar libremente su pensamiento individual, sin coacciones ni represalias de ningún tipo. En otras palabras, una Universidad que enseñe a pensar libremente y a expresar dicho pensamiento sin restricciones.

e) Pero cuidado, de ninguna manera una Universidad debe pretender enseñar qué pensar, pues en este caso no se trataría de una Universidad sino de una Escuela Teológica, independientemente de que de lo que se trate sea de enseñar una verdad "revelada" o un pensamiento basado en determinada ideología, como ya dijimos. Este tipo de situaciones no tienen cabida en el marco de las presentes consideraciones.

Este conjunto de condiciones, y algunas otras que le son complementarias, es lo que entendemos por enseñanza laica.

Una aclaración necesaria. Lo anterior implica que en las Universidades, en todo tiempo, deben enseñar los mejores. Ello conduce a la necesidad de evaluar periódicamente las calidades y cualidades de los Profesores en actividad y de quienes aspiren legítimamente a serlo. Los concursos públicos de oposición y antecedentes parecieran ser el camino más apto para lograrlo, pero en tal

caso habrá que pensar una forma de realizarlos que impida las trampas y fraudes que en demasiados casos se realizan en la actualidad, incluso en muchas Universidades supuestamente "serias". El proceder propuesto presenta otro problema al que hay que dar solución: puede haber personas que pierdan su cargo. Habrá que buscar, en consecuencia, vías que garanticen a todos su estabilidad salarial, pero cuidado, se tiende a confundir, no siempre inocentemente, estabilidad salarial, que debiera ser un derecho de todos, con estabilidad laboral docente, que es algo totalmente diferente y que en cada caso deberá ganar el interesado con su esfuerzo intelectual.

#### **Enseñanza sin dogmas. La laicidad**

*"Crees en brujas, Garay, dije a mi viejo criado, no señor, porque es pecado, pero haberlas si las hay"*

#### **Sabiduría popular española.**

El plantear que la enseñanza debe ser laica, que no puede estar atada a dogma alguno, no es de ningún modo una postura ideológica, es todo lo contrario, es una conclusión a la que lleva la experiencia y que surge naturalmente del análisis de la realidad. En este caso un buen ejemplo vale más que mil palabras.

Los griegos disponían de observaciones astronómicas confiables y de buena factura y de un espíritu suficientemente libre como para concebir un sistema solar heliocéntrico y, por ejemplo, calcular con buena aproximación la distancia de la tierra al sol. Aristarco de Samos, nacido en el año 310 antes de nuestra era, describió correctamente el sistema solar ubicando al sol en el centro y a los planetas girando en órbitas a su alrededor. Por el contrario, la escuela de Alejan-

dría, bajo la pesada influencia de la filosofía de Platón y de la física aristotélica, ubicaron a la Tierra en el centro del universo e hicieron describir al sol y a los planetas órbitas geocéntricas. Peor aún, se obstinaron en suponer que estas órbitas debían ser circulares "porque el círculo es la figura ideal". Como las tablas de observaciones astronómicas de que disponían -el Almagesto de Ptolomeo- eran suficientemente precisas, se debió imaginar un sistema tremendamente complicado de cicloides<sup>5</sup> para representar el movimiento de los planetas en este sistema aberrante<sup>6</sup>. Poco importaba la complejidad de la explicación, lo esencial consistía en salvaguardar dogmáticamente al círculo. Por corrupción ideológica, por apego a los grandes relatos sin fundamento y/o por rechazo a la realidad experimental, la ciencia griega se paralizó y paralizó la técnica por cerca de veinte siglos. Copérnico estableció su sistema heliocéntrico en el siglo 16, pero recién se pudo publicar después de su muerte por miedo a las represalias. Galileo Galilei, a caballo de los siglos XVI y XVII, abrazó el sistema heliocéntrico copernicano, lo que casi le cuesta la vida, pero en la "universidad" seguía enseñando el de Ptolomeo, con ángeles y todo. Recién en el siglo XVII, la técnica comienza a liberar a la ciencia del yugo de cierta filosofía transformada en dogma religioso. Como complemento, no solo se ignoró la filosofía griega anterior a Platón sino que se destruyó toda su obra<sup>7</sup>. Hemos citado este ejemplo pues es innegable y se apoya en la pura realidad, pero podríamos haber puesto otros, en general más crueles y arbitrarios.

#### **Quién es el destinatario de la enseñanza**

Esta es una cuestión esencial pues, de la respuesta que se le dé van a surgir las hi-

pótesis básicas que orienten y fundamenten la construcción intelectual sobre la que reposa la enseñanza de las Ingenierías. Sobran ejemplos de teorías conceptualmente correctas pero aplicadas a un destinatario equivocado, a un ser inexistente, en lugar del humano, como lógicamente debiera ser. Esto, cuando ocurre, lo hace siempre debido a errores en las hipótesis de partida.

Hay que evitar los preconceptos sin apoyo fáctico, como el de la "tabla rasa" -la idea de que la mente humana carece de una estructura inherente y que consecuentemente se puede escribir en ella a voluntad-, que han fundamentado ciertos proyectos de ingeniería social tendientes a "remodelar" la humanidad, muchos de los cuales condujeron a algunas de las mayores atrocidades de la historia. Este supuesto vacío, postulado como "verdad revelada", fue aprovechado por los regímenes totalitarios para alcanzar sus objetivos: adoctrinar.

No puede existir aprendizaje si no se cuenta con un conjunto de circuitos cerebrales innatos que lo hagan posible, y los humanos, todos los humanos, la tienen. A esto es a lo que se designa como cultura, que puede pensarse como un fondo común de innovaciones tecnológicas y sociales que la humanidad ha ido acumulando a lo largo de la historia. Cosa que ha ocurrido con todos los humanos.

Pero "estas formas de conocer fueron adecuadas para el estilo de vida que tenían los humanos antes de la aparición de la escritura. Este estilo de vida se abandonó hace unos pocos miles de años, demasiado pocos para que la evolución haya podido hacer grandes cosas en nuestro cerebro, si es que ha hecho algo. No disponemos de herramientas mentales para comprender, intuitivamente, la nueva concepción del mundo que la ciencia y la tecnología han propicia-

<sup>5</sup> FIGURAS DESCRIPTAS POR UN PUNTO DE UN CÍRCULO QUE ROTA SOBRE OTRO CÍRCULO.

<sup>6</sup> EL SISTEMA CONSISTÍA EN 57 ESFERAS MOVIDAS POR 57 ÁNGELES.

<sup>7</sup> A NOSOTROS LO POCO QUE NOS HA LLEGADO SOBRE EL SISTEMA SOLAR DE LOS PRESOCRÁTICOS HA SIDO A TRAVÉS DE UN POEMA DEL EPICÚREO LUCRECIO, "SOBRE LA NATURALEZA", DEL SIGLO I ANTERIOR A NUESTRA ERA.

do. Las personas no muestran una comprensión intuitiva espontánea de la física moderna, la cosmología, las matemáticas, etc. Pese a ello el hombre está equipado con un conjunto de aptitudes que le permiten razonar y aprender de determinada forma y hay que enseñarle a emplear esos instrumentos para dominar problemas para los que no fueron diseñados<sup>8</sup>. Este último proceso es al que nos estamos refiriendo: la educación.

Finalmente hay que señalar algo esencial, no se deben confundir principios morales referidos a cómo hay que tratar a las personas, con hipótesis científicas sobre cómo son las personas. Son dos cosas completamente diferentes. Los humanos tienen una carga cultural que en general es distinta, mucho o poco, de uno a otro, esto no implica que unos sean mejores que otros, simplemente son diferentes, y esto debe tenerse en cuenta en todo proceso de enseñanza-aprendizaje a fin de garantizar la igualdad de oportunidades que todo ser merece tener. En tal sentido, la enseñanza debe ser global, a todos se les enseña lo mismo pero, si se pretende que todos aprendan lo mismo, el proceso de aprendizaje debe ser individual pues cada uno, según sus propias particularidades, posibilidades y deseos, necesita circunstancias diversas para alcanzar los mismos niveles de excelencia buscados.

### **Acerca del financiamiento de los estudios**

El modelo que consideramos más adecuado para encuadrar esta propuesta es el de una Universidad autónoma financiada por el tesoro nacional. Esto implica, como dijimos, gratuidad de la enseñanza “de grado” y, dentro de lo posible, del proceso de educación continua que la complementa. Esta gratuidad implica que el estudiante no debe pagar

por lo que se le enseña en la primera etapa de su aprendizaje, el grado, y en la actualización permanente de conocimientos a que la realidad actual obliga.

Esto lleva a algunas conclusiones evidentes: a) el proceso de enseñanza tiene un costo y si el estudiante no paga algún otro deberá hacerlo; b) en el esquema que se plantea, quien paga la enseñanza es el conjunto de la sociedad a través de los impuestos que abona; c) lo hace como una forma válida de generar recursos humanos que colaboren en el mejoramiento de la sociedad en la que vive y, a partir de esto, elevar la calidad de vida de todas las gentes que la integra. Si esto último no se cumple, la idea de gratuidad no tiene demasiado sentido social y no está justificada.

El derecho a la gratuidad de la enseñanza conlleva, para quien lo usufructúa, una obligación primaria inexcusable: debe hacer el esfuerzo necesario para aprender estudiando y, al aprende, mejorar intelectualmente. Pero hay, en paralelo, otra obligación que se asume y que no siempre se tiene demasiado en claro, el compromiso implícito de aplicar sus conocimientos para mejorar la calidad de vida de la sociedad en la que ha estudiado.

### **La irrupción de la informática**

Desde los últimos 50 años o muy poco más, está a disposición de los ingenieros en general una herramienta que ha trastocado radicalmente, y sigue haciéndolo, tanto el aprendizaje cuanto el ejercicio de la ingeniería. Se trata, sin duda, de una herramienta poderosa y, como tal, debe ser bien utilizada para que no se transforme en peligrosa. Pero no es esto de lo que vamos a hablar ahora. Nos ocuparemos de cómo incide en la ingeniería su presencia cada vez más invasiva y que, a todas luces, lo será cada vez

más en el futuro. Además no se puede ignorar la velocidad con que ha hecho su aparición y la aceleración con que evoluciona -los que estudiamos en la década de los 50 no disponíamos de computadora alguna, pues la primera de que dispuso la UNLP es de la década de los 60-, lo que dificulta poder evaluar ajustadamente su influencia, pues ella es cambiante a ritmo creciente.

Respecto a la informática en el ejercicio de la ingeniería, da la sensación que una evaluación holística y genérica es menos ardua. Para comenzar, hay que recordar que construcciones estáticamente audaces siempre las hubo<sup>9</sup>, pues siempre hubo ingenieros que comprendieron las bases del comportamiento estructural sin necesidad de recurrir a modelos matemáticos. Isidoro de Mileto construyó en Constantinopla la impresionante estructura de Agia Sofía en el 580. También vale la pena señalar, dentro de esta categoría y solo a título de ejemplos, la cúpula del Duomo de Florencia y muchas de las iglesias góticas y, en el siglo XX, yo incluiría en esta nómina, entre unos pocos, a Eduardo Torroja. Lo que ha logrado la informática a este respecto, es posibilitar que un gran número de ingenieros puedan sustituir el genio de los citados, del que carecen, con probada capacidad intelectual y el correcto manejo de complejos modelos matemáticos, democratizando la profesión en el sentido de ampliar de forma significativa el número de individuos capaces de materializar obras singulares. Es uno de los grandes logros de la informática, la que en estos casos resulta insustituible. Además, manejar correctamente complejos modelos matemáticos -en el sentido de entender, a través de ellos, el comportamiento resistente de una estructura- no es un logro menor.

Por otro lado, la informática presenta incon-

venientes evitables, pero no fáciles de evitar, sea por exceso, llevando la espectacularidad estructural que citábamos, al campo de lo superfluo o de lo ridículo, construyendo por ejemplo edificios en altura torsionados como tornillo, algo inútil, innecesario e innecesariamente costosos y, lo que es peor, más contaminantes que uno normal; sea por defecto, cuando herramientas de tal potencia son manejadas por ineptos, pues los programas informáticos siempre dan una respuesta pero si los datos de partida son erróneos también lo van a ser los resultados y, en estos casos, lo más común es que quien carga dato equivocados resulte incapaz de darse cuenta que el resultado obtenido no tiene ninguna lógica. Este es el origen de gastos innecesario e incluso de accidentes graves, y acá es donde entran la enseñanza y el aprendizaje.

La influencia de la computación en el proceso de enseñanza-aprendizaje es compleja, y esta complejidad queda reflejada en los siguientes hechos:

a) Los ingenieros deben saber cómo y cuándo emplear los programas de cálculo informático, lo que implica conocer sus posibilidades y campos de aplicación, incluso deben poder solicitar a quien corresponda, llegado el caso y en obras que así lo justifiquen, la confección de programas específicos “a medida”. Lo que no es necesario que sepan hacer es operarlos, pues para ello existe otro tipo de especialistas.

b) Deben saber hacer, teórica y prácticamente, lo que hacen los programas de cálculo que utiliza, aunque luego por razones operativas no lo pueda llevar a la práctica. Por ejemplo debe saber resolver estructuras hiperestáticas de cualquier tipo y saber qué tipo de solicitaciones originan en ellas una carga dada, de esta forma podrá controlar, al menos a grandes rasgos, los resultados

<sup>8</sup>VER STEVEN PINKER: “LA TABLA RASA”, EDITORIAL PAIDÓS, BARCELONA, 2018.

<sup>9</sup> ME VOY A REFERIR A UNA RAMA DE LA INGENIERÍA, LA ESTRUCTURAL, QUE ES LA QUE MEJOR DOMINO PERO CASOS SIMILARES SE PRESENTAN EN TODAS LAS OTRAS ESPECIALIDADES.



que los programas le faciliten.

c) Deben cobrar consciencia de que estas poderosísimas herramientas son falibles, sea por errores del operador, por errores de programación<sup>10</sup> e incluso, por errores de software como ya ha ocurrido, y no aceptar como buenas las respuestas que se obtengan sin un análisis razonado de la viabilidad de estos. Acá es donde entra lo dicho en el punto precedente.

### Advertencia final

Para cerrar este punto, debe quedar bien en claro que lo peor que le puede pasar a un proceso de enseñanza aprendizaje es que sea mentiroso, que termine certificando la posesión de conocimientos y saberes que en realidad no se tienen. Además de hipócrita y peligroso, en el escenario que planteamos un tal proceder es una estafa a quienes pagan la enseñanza, que no tienen control directo sobre los resultados de sus aportes. En una Universidad autónoma, el proceso de enseñanza-aprendizaje no puede ser más que un proceso de buena fe hacia la sociedad que la sostiene. Quienes no respeten esta condición esencial, no deberían tener cabida en una Universidad autónoma.

### CÓMO ENSEÑAR INGENIERÍA

A partir de los análisis efectuados precedentemente, surgen con nitidez algunas constata-

ciones básicas, las que van a actuar como condiciones de contorno en el planteo del esquema genérico de plan de estudio de la ingeniería que vamos a desarrollar.

La primera de ellas se refiere, naturalmente, al ejercicio de la ingeniería en sí, es decir, a la técnica y a la aceleración continua de su evolución. Este hecho produce dos situaciones insoslayables: los períodos de vigencia de una técnica se reducen progresivamente y, en paralelo, la acumulación de conocimientos crece en forma exponencial. La respuesta a ellas puede venir dada, en un plan de estudios, si se tienen en cuenta las siguientes realidades y constataciones esenciales:

1. Un ingeniero del siglo XXI solo puede aspirar a dominar y ejercer en áreas reducidas del amplio campo actual de la ingeniería y debe preparárselo para ello<sup>11</sup>.

2. El plan de estudios debe ser dúctil, para permitir que los conocimientos que se imparten en el "grado"<sup>12</sup> puedan ser adaptados sin dificultad y con el apoyo de adecuados estudios complementarios de "educación continua"<sup>13</sup>, a diversos escenarios futuros posibles.

3. Esto implica que, durante la vida profesional útil del graduado, este deberá actualizar continuamente sus conocimientos y, de ser necesario, incrementarlos en determinadas áreas de su interés particular<sup>14</sup>. Es lo que denominamos "educación continua durante toda la vida".

La segunda condición de borde de un plan

<sup>11</sup> LA DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS DE COMPETENCIA VARÍA CON EL TRANSCURSO DEL TIEMPO Y ESCAPA AL DESARROLLO DE ESTE ARTÍCULO.

<sup>12</sup> DENOMINAMOS "GRADO" A LOS ESTUDIOS FORMALES QUE CULMINAN CON UNA TITULACIÓN QUE GARANTIZA LA POSESIÓN, POR PARTE DEL "GRADUADO", DE DETERMINADOS CONOCIMIENTOS Y SABERES. EN ESTA ETAPA, CUYA DURACIÓN SE PUEDE ESTIMAR EN EL ORDEN DE CUATRO (4) AÑOS, A TODOS SE LES ENSEÑA LO MISMO -SEGÚN LA ESPECIALIDAD QUE HAYAN ELEGIDO- Y SE ESPERA QUE TODOS APRENDAN LO MISMO.

<sup>13</sup> ESTUDIOS QUE TODO INGENIERO DEBE REALIZAR, INDIVIDUALMENTE, DURANTE TODO EL PERÍODO DE SU ACTIVIDAD PROFESIONAL, ELEGIDOS EN FUNCIÓN DE NECESIDADES DE ACTUALIZACIÓN Y PROFUNDIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS EN EL ÁREA DE SU ESPECIALIZACIÓN LABORAL O, INCLUSO, DE AMPLIAR ESTA. ESTOS ESTUDIOS, SEGÚN LOS CASOS, VAN A APORTAR NUEVAS INCUMBENCIAS.

<sup>14</sup> A PARTIR DEL GRADO, EL CURRÍCULO DE CADA INGENIERO SE VA PERSONALIZANDO EN FUNCIÓN DE SUS NECESIDADES, APTITUDES Y DESEOS.

<sup>10</sup> FRENTE A LOS PROGRAMAS ACTUALES EL INGENIERO NO ESTÁ EN CONDICIONES DE JUZGAR SI SON CORRECTOS O NO, POR LO QUE LOS QUE UTILICE DEBERÁN ESTAR RESPALDADOS DE ALGUNA MANERA

de estudios de ingeniería actual, la marca la aparición de la informática, que constituye un condicionamiento distinto del anterior. El ingeniero no necesita saber diseñar programas de cálculo computacional, ello corresponde específicamente a otras áreas del conocimiento pero, indefectiblemente, debe saber para resolver qué tipo de problemas sirven, el fundamento teórico de lo que hacen y cuándo usarlas<sup>15</sup>. Es inevitable que quien emplea en ingeniería un programa informático, entienda lo que este hace, conozca los límites de su posible aplicación y, lo que resulta una capacidad imprescindible, pueda juzgar sobre la racionalidad de los resultados obtenidos.

### Qué formación se debe poseer para ejercer la ingeniería

El tipo de aplicación de la física en que consiste la técnica, se efectúa operando "modelos matemáticos"<sup>16</sup> que representen la realidad con aproximación adecuada. Naturalmente, antes de operar un modelo hay que crearlo, lo que también es un cometido del ingeniero. Surgen así los grandes temas formativos de los que nos ocuparemos en su momento, los que vamos a ordenar en tres categorías:

1. Conocimientos de amplio espectro tratados con profundidad suficiente de física -eventualmente de química y otras ciencias naturales- y matemática.

2. Conocimientos actualizados y tratados

con suficiente detalle de las realizaciones técnicas vigentes en su área de especialización.

3. Capacidad para generar con plena libertad pensamiento original, crítico y racionalmente fundado.

De acá vamos a extraer, llegado el caso, qué enseñar, cómo hacerlo, en qué secuencia y en qué contexto.

Todos los conocimientos que debe poseer un Ingeniero para cumplir adecuadamente con las tareas técnicas que se le puedan presentar durante su vida profesional activa, cambian con el tiempo, ello es obvio y no requiere mayores explicaciones, pero lo hacen a muy distinto ritmo. Algunos, a los que denominaremos saberes básicos, evolucionan en el tiempo con suficiente lentitud como para que, si se los aprende bien en los estudios "de grado" siguen siendo aplicables durante toda la "vida útil" del Ingeniero, a lo sumo el profesional, si quiere mantenerse actualizado, deberá asimilar algunos nuevos ítems que vayan apareciendo después de su graduación. Otros, por el contrario, se modifican y sustituye por nuevo conocimiento en lapsos muy inferiores al período de actividad de cualquier profesional, son conocimientos perecederos, por evolución o por sustitución, que deberán ser actualizados todas las veces que sea necesario durante el período de ejercicio de la profesión. Cuáles van a variar y en qué momento van a hacerlo, es algo imposible de saber con antelación, habrá que ocuparse de ellos en

<sup>15</sup> SERÍA IMPENSABLE, HOY EN DÍA, QUE UN INGENIERO IGNORASE PARA QUÉ Y CÓMO USAR LAS PODEROSAS HERRAMIENTAS QUE LE PROVEE LA INFORMÁTICA.

<sup>16</sup> ESTOS MODELOS DE LA REALIDAD TAMBIÉN PUEDEN SER ENCONTRADOS EMPÍRICAMENTE, PERO ENTONCES LOS PROCEDIMIENTOS PARA LLEGAR A ELLOS SON ALEATORIOS Y DEPENDIENTES DEL AZAR EN MUCHOS CASOS, POR LO QUE NO SON FÁCILES DE TIPIFICAR, COMO OCURRE CON LOS QUE EMPLEAN LA MATEMÁTICA COMO SOPORTE.

el momento que en cada caso corresponda. Esta división debe ser tenida muy en cuenta al planificar los procesos de enseñanza que conduzcan al aprendizaje de las Ingenierías.

### **Características de los conocimientos que requiere un ingeniero**

La enseñanza de la Ingeniería debe responder a un programa que contenga conocimientos de diferentes categorías, en principio: permanentes y transitorios; luego veremos cómo desagregar estos últimos. Vamos a definir como conocimientos permanentes a los que, se puede suponer razonablemente, no requerirán actualizaciones significativas durante la vida activa del Profesional. Son:

1. Conocimientos sólidos, profundos y suficientes sobre todas las áreas de la Física que hayan sido comprobadas experimentalmente, no para "hacer física" sino para imaginar sus posibles aplicaciones tecnológicas. Más allá de la diferente orientación señalada, la profundidad de los estudios teóricos debe ser la misma en ambos casos pero, según la rama de la ingeniería elegida, habrá áreas que deberán verse con más detalle, como sería la mecánica de fluidos en el caso de la ingeniería hidráulica,
2. Conocimientos sólidos, profundos y suficientes sobre todas las áreas de la Matemática relacionadas a la construcción y operación de los modelos de la Física.
3. En ciertas especialidades ocurrirá lo mismo con la Química u otra rama de las ciencias naturales.

Se trata, en resumen, de conocimientos destinados a la creación de sus propias aplicaciones prácticas, es decir, a la creación de hechos técnicos. Los trabajos prácticos referidos a estos conocimientos tendrán dos objetivos principales: por un lado, los clásicos trabajos prácticos destinados a una me-

yor comprensión de la teoría y, por otro, los destinados a la creación y operación de modelos matemáticos que representen hechos físicos -o de otras ciencias naturales- con vistas a su aplicación tecnológica.

Los conocimientos transitorios, por su parte, son conocimientos con plena vigencia durante el período de los estudios de grado, pero que probablemente vayan a modificarse, complementarse o ser sustituidos, durante la vida activa del ingeniero. Habrá que estudiarlos con la misma profundidad que los permanentes, pero con un enfoque distinto, el que surge de su hipotético carácter perecedero. Se trata del estudio de hechos técnicos vigentes y el enfoque particular de su análisis consiste en considerar a qué necesidades humanas dan respuesta y cómo se los podría modificar para que ella sea más eficiente en algún sentido. En otras palabras, se los estudiará en el marco de su evolución histórica, incluyendo las causas de su aparición y, en base a ello, imaginar posibles líneas de evolución o eventuales soluciones técnicas alternativas. Los trabajos prácticos referidos a conocimientos transitorios o perecederos, tendrán mucho más peso que los correspondientes a los permanentes y se orientarán, por un lado, a comprenderlos y operarlos con solvencia y, por otro, a explorar los límites de su validez actual tendiendo a imaginar su ampliación y/o su posible sustitución por modelos superadores.

### **Los conocimientos a impartir**

Debe tenerse en claro que siempre van a ser conocimientos "a aplicar" o que den soporte a aplicaciones del conocimiento.

Los conocimientos permanentes hay que aprenderlos de forma de tenerlos permanentemente presentes. En principio no deberían requerirse actualizaciones significa-

tivas, el grueso del conocimiento de estos temas, aprendidos durante los estudios de grado, debe alcanzar para cubrir la vida útil de cualquier Ingeniero. Esto significa que no es necesario que el profesional esté atento a los nuevos logros en el área, más allá de sus intereses personales. Estos conocimientos permanentes deberán ser suficientes como para permitir imaginar nuevas aplicaciones tecnológicas de ellos.

Los conocimientos transitorios son todos "de aplicación" directa. También se los debe aprender en detalle, al menos a los que sean paradigmáticos en sus respectivas áreas durante el período de aprendizaje formal. Pero se debe tener claro que van a perder actualidad a corto o largo plazo, cuando sean sustituidos por otros más acordes con las necesidades humanas en cada tiempo. Una vez en condiciones de realizar trabajos profesionales, el Ingeniero debe optar, no tiene alternativas, por el ejercicio profesional en algún área más o menos extensa de los conocimientos transitorios aprendidos. Ya instalado en el área del ejercicio profesional que, por algún motivo, ha elegido para desarrollar su actividad, debe prestar atención a la evolución de ella a fin de ir adquiriendo, durante el período de educación continua que indefectiblemente debe seguir a los estudios de grado, los conocimientos y saberes necesarios para mantenerse suficientemente actualizado en el desarrollo de su quehacer ingenieril. En estos estudios posteriores al grado, que naturalmente van a generar nuevas aptitudes laborales, está buena parte del problema de cómo fijar incumbencias planteado al inicio.

Finalmente, hay algo que en los estudios de grado resulta necesario: a todos se les enseña lo mismo y se busca que todos terminen este ciclo sabiendo lo mismo. Entre estos dos estadios, lo que se enseña al alumno y lo que este termina sabiendo, existe uno de

fundamental importancia que es el que determina los logros del proceso de enseñanza: el proceso de aprendizaje.

### **Acerca del aprendizaje**

Como ya dijimos, el de aprendizaje es un proceso puramente personal en lo que hace a las formas de llevarlo a cabo, depende de la calidad de los estudios previos realizados por el alumno, del interés por él puesto de manifiesto, y de las posibilidades de todo tipo de quien estudia, por un lado y, por otro, de la eficiencia de la forma de estudiar de cada uno y de lo fructífero que resulte el esfuerzo intelectual que se realiza. En otras palabras. De en qué medida el esfuerzo de estudiar -que suponemos se hace pues, de lo contrario, lo que estamos planteando no tendría sentido- conduce efectivamente al aprendizaje, a adquirir nuevos conocimientos. Pero no por lo dicho la Universidad debe desentenderse del problema, todo lo contrario, pues es aquí donde entran a jugar dos aspectos cruciales del proceso de enseñanza-aprendizaje: la libertad del alumno para decidir por sí mismo la metodología de su aprendizaje y la evaluación.

El estudiante debe tener suficiente libertad de acción como para determinar sus propios métodos y ritmo de aprendizaje. Métodos, pues solo él puede saber por qué vías logra que el esfuerzo que dedica a estudiar sea más eficaz. Ritmo, a fin de poder adoptar, dentro de plazos razonables, el que más se ajuste a sus particularidades y conveniencias. Por ejemplo debe tener la libertad de poder definir en qué momento del período de estudio de una asignatura, está en buenas condiciones de preparación para ser evaluado mediante un examen. O sea, que debería ser el alumno el que determine el momento de ser examinado<sup>17</sup>.

<sup>17</sup>ES UN CONTRASENTIDO QUE SEA EL PROFESOR, O PEOR AÚN UN BURÓCRATA DEL ÁREA DE GESTIÓN, QUIEN DETERMINE EN QUÉ MOMENTO SE RINDA UN EXAMEN, SIN TENER LA MENOR IDEA SI LOS ALUMNOS, TODOS Y CADA UNO DE ELLOS, TUVO TIEMPO SUFICIENTE PARA ESTUDIAR Y PARA QUE LO ESTUDIADO MADURE Y DECANTE.



Por otra parte se tiene la evaluación que confirme, o no, que el cometido educacional de la Universidad, para cuyo cumplimiento se la financia, efectivamente se cumple. Esta evaluación tiene, al menos, dos aspectos esenciales, hay que evaluar si el alumno, mediante el esfuerzo de estudiar, ha aprendido, y un buen camino para lograrlo es una prueba en la que pueda demostrar la calidad de su saber. Es decir, tomándole un examen que cubra una parte suficientemente amplia de los conocimientos correspondientes al área temática de que se trate.

“Pero esta evaluación solo va a ser válida si el examinador posee las condiciones y saberes que lo habiliten a hacerlo, lo que significa que hay que evaluar previamente a los evaluadores -los docentes- a lo que ya nos referimos en un punto anterior<sup>18</sup>.

Para concluir este punto vale la pena relatar una experiencia que me tocó vivir y que resulta tenebrosa. Una empresa constructora estaba montando una estructura metálica de grandes proporciones y el comitente hizo revisar los cálculos originales por un ingeniero joven que, aplicando un programa de cálculo computacional, dictaminó que había que reforzar una gran cantidad de elementos. La empresa constructora comenzó a hacerlo pero, ante el costo no previsto de estos refuerzos, pidió la opinión de un ingeniero experimentado, quien concluyó que el cálculo original era correcto y que se había utilizado mal el programa informático, por lo que los refuerzos eran innecesarios. Interpelado seriamente por el empresario, el ingeniero joven solo atinó a decir “es lo que me enseñaron en la Facultad”. Evidentemente “la Universidad” -no la institución sino sus integrantes- había estafado a este joven haciéndole creer, mediante la expedición de un “título habilitante”, que podía hacer cosas para las que no estaba capacitado. Evidentemente, la falla acá se encuentra en el nivel docente pues, o no se enseñó bien o no se

evaluaron bien los conocimientos adquiridos. Pero la víctima fue el estudiante. Estas cosas, más comunes de lo que se puede imaginar, no deben ocurrir en una Universidad pública.

### **Conclusiones**

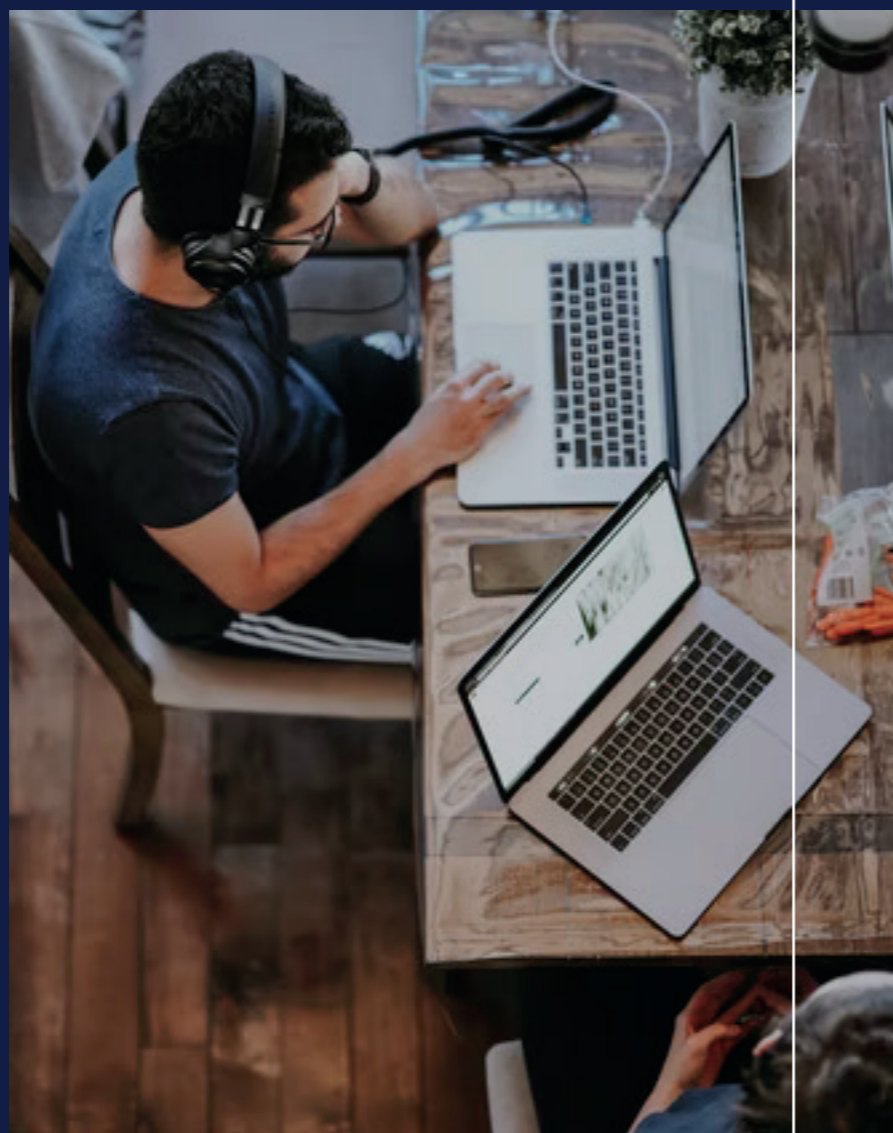
En resumen, estamos proponiendo: a) enseñanza laica; b) igual para todos y del mejor nivel posible; c) libertad del estudiante para definir las formas y tiempos de aprendizaje que le resulten más favorables y para determinar la fecha en que se lo evalúe de forma de optimizar los resultados de su esfuerzo; d) exigencia de niveles óptimos en los resultados del aprendizaje. Como trasfondo de todo esto, es imprescindible que los docentes estén en condiciones de orientar el aprendizaje del alumno y de evaluar los resultados de este aprendizaje.

<sup>18</sup>EN LA UNIVERSIDAD PÚBLICA SIEMPRE DEBEN ENSEÑAR Y EVALUAR LOS MEJORES

# TRANSICIÓN ENTRE LA ESCUELA SECUNDARIA Y LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA A TRAVÉS DE LA MATEMÁTICA

VICTORIO HERNANDEZ BALAT – ACADÉMICO TITULAR

ROSANNA DI DOMENICANTONIO – PROFESORA TITULAR DE MATEMÁTICA PI // UNLP



## RESUMEN

En este artículo se exponen las diferentes estrategias que se vienen realizando para facilitar la transición secundario-universidad de los alumnos que ingresan a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Plata. Desde la Matemática, herramienta fundamental en la formación del Ingeniero, se busca desarticular el prejuicio sobre la complejidad del aprendizaje universitario y que los alumnos ingresantes vean factible su internalización, uso e importancia para el estudio de una carrera científico-tecnológica. Se analizan asimismo indicadores y resultados de estudios comparativos y se realizan reflexiones sobre los mismos.

## INTRODUCCIÓN

En la Facultad de ingeniería de la UNLP (FI) se dictan trece carreras de grado, una de ellas compartida con la Facultad de Informática de la misma Universidad. Los alumnos provienen de diferentes escuelas secundarias, técnicas, públicas, privadas, dependientes de la misma Universidad y de diferentes ciudades de toda la Argentina como así también del exterior. Las carreras de Ingeniería requieren de una importante base matemática para su desarrollo, entre otras Ciencias Básicas. En este sentido “Matemática Para Ingeniería” (MatePi), que es una materia de matemática inicial que tiene entre sus objetivos no sólo que los alumnos adquieran los contenidos y conocimientos necesarios sino también que asuman que esta herramienta será necesaria para comprender, describir y cuantificar fenómenos que estudiarán durante su carrera universitaria. Para ello se diseñan estrategias de articulación con escuelas secundarias y se invita a los alumnos del último año interesados, curio-

sos y activos a informarse sobre las características de las trece carreras, sobre los mitos que existen sobre estudiar carreras de Ingeniería y a descubrir que la Matemática no es un obstáculo sino una herramienta.

La materia “Matemática Para Ingeniería” aborda los contenidos de Matemática que habitualmente los alumnos deberían traer adquiridos desde la escuela secundaria y, cuando ello no sucede, es necesario abordarlos, estudiarlos y apropiarlos para poder utilizarlos en las posteriores materias del plan de estudios.

Entre los contenidos abordados en la materia se puede mencionar un repaso de Geometría donde se reflexiona sobre perímetro, área y volumen de figuras y cuerpos más habituales para los alumnos del secundario. También se estudian los conjuntos numéricos, propiedades y operaciones, como así también resolución de ecuaciones y polinomios. En la segunda parte de la materia se estudian las rectas, cónicas y sistemas de ecuaciones como así también los conceptos de Trigonometría donde los alumnos resuelven triángulos rectángulos y no rectángulos. Todos los contenidos son desarrollados y abordados con el material confeccionado por la Cátedra, editado por EDULP<sup>1</sup> que se encuentra accesible para que los alumnos lo descarguen en formato digital.

En este sentido, y pensando en la motivación del alumnado, como así también en la articulación vertical con materias de Matemática que la continúan, se promueve en el alumno un estudio de los conceptos más aplicados a la resolución de problemas y hacia situaciones que deban interpretar, tales como aplicaciones a casos reales para que los estudiantes vean una matemática tangible y susceptible de aprender, pero sin restar exactitud ni rigurosidad matemática. De esta manera se promueve en los alumnos un es-

<sup>1</sup>MATEMÁTICA INICIAL PARA INGENIERÍA; ISBN: 978-987-8348-16-2



tudio de los conceptos donde se cuestionen situaciones no siempre repetitivas fomentando el pensamiento crítico, la aplicación de las herramientas estudiadas, fomentando la capacidad de modelizar matemáticamente distintas situaciones y la justificación de los procedimientos matemáticos.

En base a las pruebas diagnósticas que se realizaban en cada modalidad previo a la pandemia se concluyó que la formación promedio de los alumnos del secundario resultaba insuficiente para iniciar con éxito una carrera de Ingeniería. La materia fue concebida como un “puente” entre ambos niveles educativos, el secundario y el universitario.

### ESTRATEGIAS DESARROLLADAS

Uno de los principales objetivos de desarrollar acciones e implementar innovaciones en esta materia ha sido y es el de fortalecer la inclusión y la retención de futuros estudiantes a carreras científico-tecnológicas. Entre las diferentes acciones que se vienen desarrollando en los últimos años se mencionan:

- Modalidad anticipada para alumnos del colegio secundario (la asignatura MatePi puede cursarse en esta modalidad aun sin ser alumno de la Institución mientras el futuro ingresante está cursando el último semestre del secundario).
- Charlas sobre la materia y las carreras de Ingeniería durante el último año del colegio.
- Reuniones con Directivos de colegios secundarios
- Reuniones con los padres o tutores de los ingresantes
- Festival de Matemática para alumnos de los últimos años de colegios secundarios.
- Trabajo áulico con modalidad de aula-taller donde la enseñanza integra la teoría con la práctica.

- Modalidad a distancia para alumnos ingresantes de diferentes ciudades, provincias o países (previo a la pandemia de Covid-19) residiendo a más de 60 kilómetros de la Facultad, durante el último semestre del colegio secundario.

- Conformación de un cuerpo de docentes con características propicias para recibir ingresantes y facilitar el tránsito entre los niveles educativos.

- Desarrollo de material de estudio que favorece la metodología de enseñanza y promueve la participación de los estudiantes en el aprendizaje de la Matemática.

- Proyecto de extensión<sup>2</sup> “Mate FI se extiende a la secundaria” donde se articula con diferentes colegios secundarios a través de la Matemática.

Una importante estrategia que realizó en el año 2016 la Facultad de Ingeniería fue la de establecer la correlatividad de la materia “MatePi” con la materia que la sucede “Matemática A” en los planes de estudio. Esta situación fue votada por unanimidad en el Honorable Consejo Académico de la Facultad con lo que se cambió de nombre a la materia, antes llamada “Curso de Nivelación”, se hicieron algunos ajustes de contenidos, considerando la articulación vertical con la materia correlativa y se comenzó la confección del material de Cátedra acorde a los cambios realizados.

La materia tiene un régimen de promoción con dos evaluaciones parciales (una por cada módulo de la asignatura) y sus correspondientes recuperatorios además de una fecha flotante, al igual que la mayoría de las materias de la Facultad (Ord.27/2016). La materia considera que los alumnos son ingresantes y por ello deben aprender no sólo los contenidos matemáticos, sino también a formar hábitos de estudio, a comunicarse con docentes universitarios, el régimen

de evaluaciones y a interactuar con nuevos compañeros de estudio de diferentes ciudades con lo que enriquecen su incipiente vida de estudiantes universitarios.

La modalidad anticipada, donde se inscriben alumnos interesados en alguna carrera de Ingeniería aun sin ser todavía alumnos de la Facultad, viene creciendo en cantidad de interesados los últimos años (Tabla 1) donde la difusión de los mismos compañeros del colegio, amigos o familiares y la participación en actividades de extensión del proyecto de extensión que articula con escuelas secundarias han hecho valorar la oportunidad que brinda la Institución en poder nivelar sus conocimientos y preparación en Matemática en una instancia anticipada. En épocas previas al Covid-19 los alumnos que residían a más de 60 km de la Facultad tenían la posibilidad de realizar la materia con modalidad a distancia mientras terminaban el colegio secundario en sus lugares de origen. Esta estrategia dio importantes experiencias a docentes de la materia y a la coordinación que fueron utilizadas en el momento que en el que hubo que migrar en forma imprevista y forzada a la virtualidad por la pandemia Covid-19.

En relación con las charlas de carreras, éstas son organizadas por la Cátedra junto al Director de cada una de ellas con el fin de que los interesados puedan informarse de manera más específica sobre los alcances e incumbencias del título, las tareas que desa-

rolla un profesional de esa especialidad, las actividades de los docentes, de los investigadores en los grupos de Investigación y Desarrollo de la misma Facultad, entre otros. El fin es que los alumnos se informen sobre las posibles tareas que podrían desarrollar en su trayectoria como profesionales. Se considera que un alumno informado tomará mejores decisiones sobre su futuro profesional. Se organizan asimismo charlas sobre la propia materia y sobre la Facultad en las cuales además de explicar la metodología de trabajo en las aulas de “MatePi”, se explica el rol del Ingeniero en general y se introduce algún desafío matemático para mostrar a los alumnos que pueden resolver ejercicios que se están desarrollando en la Facultad y desarticular el mito sobre que la Matemática es imposible de estudiar o que es inentendible u otras “creencias populares”. Los alumnos se motivan en general y participan ya sea en visitas a colegios o en estos últimos dos años mediante charlas virtuales.

Cada año lectivo previo a la pandemia de Covid-19, se realizaron de manera sistemática reuniones con Directores de Colegios Secundarios que, siendo invitados a la Facultad, asistían muy interesados para llevarse información relevante a los alumnos del último año de su colegio. Durante las mismas se produjeron interesantes interacciones con las autoridades de la FI y de la Cátedra sobre los contenidos más relevantes de Matemática, la problemática del adolescente, la

	2° Trim 2015	2° Trim 2016	2° Trim 2017	2° Trim 2018	2° Trim 2019	2° Trim 2020 (virt)	2° Trim 2021 (virt)
Menos de 60 km	406	344	464	610	622	651	815
Más de 60 km		82	112	123	202		
<b>Total inscriptos</b>	<b>406</b>	<b>426</b>	<b>576</b>	<b>733</b>	<b>824</b>	<b>651</b>	<b>815</b>

Tabla 1. Alumnos de colegios secundarios inscriptos en la modalidad Anticipada.

<sup>2</sup>ACREDITADO POR LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



Figura 1. Imágenes presentadas en las charlas de las carreras a alumnos de colegios secundarios.

articulación entre ambos niveles educativos y otras cuestiones que surgieron de la misma reunión. Asimismo, en Febrero de cada año, mientras los alumnos ingresantes cursaban la modalidad intensiva del verano, se enviaba una invitación a los padres, tutores o familiar a cargo, para una reunión presencial donde se explicaba a los mismos la importancia del acompañamiento familiar en el estudio universitario. Se transmitía también información sobre becas, apuntes, comedor universitario, espacios disponibles en la FI como la biblioteca entre otros. Esta estrategia de contención familiar en una primera etapa de las carreras y más aún en familias donde no hubiera experiencia universitaria previa, se considera importante para favorecer la permanencia de los alumnos durante su trayecto académico. Se compartía con los asistentes, por ejemplo, la importancia de tener grupos de estudio, la cantidad de tiempo dedicado a la carrera, estar un fin de semana estudiando previo a una evaluación o que-

darse entre horas de clase compartiendo y estudiando en la FI, entre otros relatos. Cabe remarcar que se ha tenido la grata sorpresa de contar con numerosos asistentes de diferentes localidades no siempre cercanas a la Institución (Figura 2).

El festival de Matemática que se realizó en el patio Volta de la Facultad de Ingeniería en agosto de 2019, fue organizado por la Cátedra y participaron docentes de "MatePi" integrantes del Proyecto de extensión, como así también otros docentes de la materia y también algunos ingenieros que de manera planificada buscaron presentar ejemplos donde la Matemática da sustento a la interpretación y cuantificación de fenómenos de inmediata aplicación en Ingeniería y así comprender la importancia del estudio de la misma. El Festival fue creado con el objetivo de acercar a los alumnos de los últimos años del colegio secundario a la dinámica de trabajo utilizada en las materias de Matemática de la Facultad de Ingeniería de la



Figura 2. Imágenes de encuentros con familiares de ingresantes a la FI.

UNLP, invitando y motivando a los potenciales ingresantes a reflexionar y cuestionarse situaciones y conceptos matemáticos que alguna vez estudiaron, todo ello a través de juegos y desafíos en equipo. El objetivo principal de la propuesta fue articular la escuela secundaria y la Universidad a través de un festival de Matemática que involucrara tanto a docentes como a alumnos de ambos ámbitos educativos y donde la Matemática fuera abordada de una manera lúdica (Figura 3). La jornada tuvo un intenso intercambio entre alumnos y docentes, donde no sólo se logró despertar la curiosidad y el entusiasmo de los jóvenes por la Matemática, sino que también se pudo mostrar, a través de aplicaciones concretas, su rol fundamental en las distintas ramas de la Ingeniería. La jornada tuvo más de 800 asistentes entre alumnos, docentes y directivos de colegios públicos y privados, principalmente de aquellos colegios que más interactúan con el proyecto de extensión "Matemática FI se extiende a la secundaria". El festival estuvo compuesto por diez stands, uno vinculado a la vida universitaria, cinco de ellos relacionados con temas específicos de Matemática y cuatro de aplicaciones de ésta en la Ingeniería. Uno de los objetivos, alcanzados según la opinión de los alumnos en la realización de este festival fue el de minimizar el rechazo hacia la Matemática muy difundido entre los alumnos del secundario. De esta manera se intenta que los estudiantes no condicio-

nen la elección de una carrera universitaria pensando en elegir carreras que no tengan Matemática. Se planificó repetir la experiencia y mejorarla al año siguiente pero la pandemia obligó a retrasar esta estrategia.

De manera presencial la materia tiene una modalidad de aula-taller donde se enseña y se aprende haciendo y compartiendo entre alumnos y docentes el contenido, procedimientos y procesos que redunden en un mejor aprendizaje. La metodología de aula-taller fomenta la integración de la teoría con la práctica; según Ander-Egg la teoría surge como una necesidad para la práctica, tanto para interpretar la problemática a resolver como para orientar las estrategias que se llevarán a cabo para ello. Esta forma de aprender, a partir de la resolución de problemas, de una manera cooperativa y grupal (Figura 4) no es compatible con la enseñanza tradicional, sobre todo en cuanto a Matemática se refiere, con un profesor transmitiendo su conocimiento de manera expositiva y un grupo pasivo de alumnos. En esta modalidad el profesor es el coordinador y motivador de las actividades en el aula y el evaluador de los procesos de aprendizaje que va realizando cada estudiante y a su vez el alumno debe ser quien construye su propio conocimiento y esto dependerá de su actitud, voluntad para aprender, de los aportes propios y de sus compañeros y de la interacción entre los integrantes del grupo y con sus docentes.



Figura 3. Imágenes de la jornada en la Facultad de Ingeniería.





Figura 4. Imágenes de diferentes aulas y momentos de clases de matemática en la Facultad de Ingeniería

Durante los últimos años se promovieron concursos y registros de docentes con el fin de actualizar la planta de docentes que imparte la materia priorizando que fueran docentes de materias de los primeros años de la Facultad, además de que, en lo posible, hubieran trabajado o se adaptaran a la metodología de aula-taller y también se incluyeron estudiantes avanzados de carreras de Ingeniería para que en los equipos docentes hubiera, en lo posible, ayudantes de la especialidad propia del grupo de alumnos. De esta manera los alumnos ingresantes pudieron además de estudiar Matemática, tener referentes para consultar sobre la carrera que estaban iniciando y guías que a futuro pudieran encontrar en pasillos de la Institución o como docentes en materias más avanzadas. Al equipo de docentes que conforma la Cátedra se lo invitó oportunamente a integrar el Proyecto de Extensión para

estrechar lazos con alumnos y docentes de escuelas secundarias y articular contenidos y metodología cuando se organizara una actividad en un colegio. Todo esto redundó en un mayor conocimiento de la realidad con la que llegan a estudiar los alumnos ingresantes y fue más accesible entender su realidad y poder guiarlos en el trayecto inicial de la carrera. Con los integrantes del Proyecto se han realizado actividades (Figura 5) donde la Matemática fue el eje central y se idearon actividades con materiales didácticos preparados con ese fin.

Cabe destacar que el material de la Cátedra fue editado por la Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP) en el año 2019 pero se empezó a utilizar previamente en el año 2017 para ir ajustando detalles. El libro promueve un aprendizaje autónomo de los estudiantes ofreciendo ejercitación, ejemplos, ejercicios resueltos y problemas



Figura 5. Imágenes de una actividad realizada en un colegio secundario sobre perímetro, área y volumen.

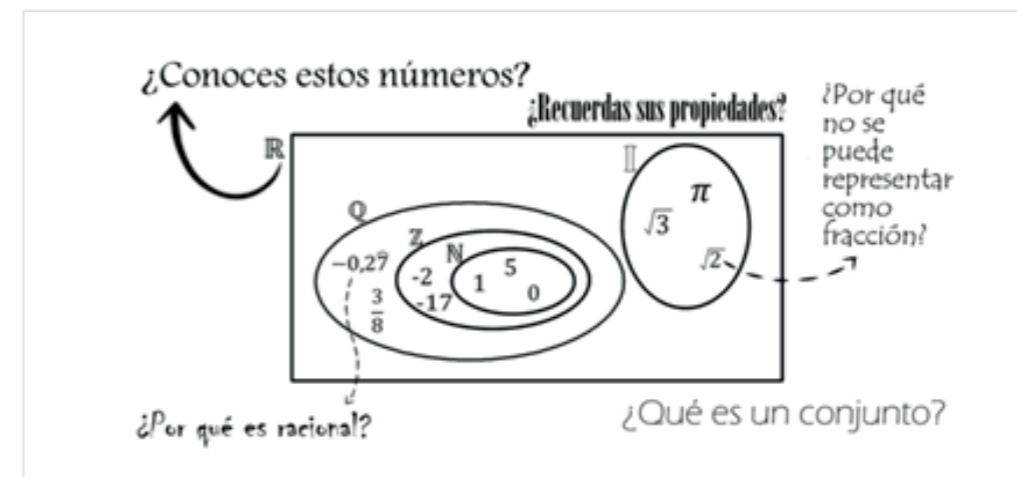


Figura 6. Imagen con que se inicia el capítulo 1: Conjuntos numéricos y elementos de geometría.

de aplicación del contenido con los que el alumno pueda profundizar la utilización de los conceptos. A su vez promueve el pensamiento crítico al formular preguntas o propiciar deducciones, por ejemplo, geométricas, para que el alumno deduzca y consulte entre pares y a los docentes.

El primer capítulo del material comienza, por ejemplo, con un diagrama sobre los conjuntos numéricos estudiados en el programa de la asignatura (Figura 6) y propone al alumno varios cuestionamientos antes de

iniciar con el tema. De esta manera se lo va introduciendo en ciertos conflictos cognitivos que lo hacen pensar sobre lo que va a estudiar.

Otro ejemplo donde se puede observar los ejercicios resueltos y los planteados al alumno se encuentra en la sección de Geometría (Figura 7) donde se explica cómo calcular el perímetro de una figura propuesta y luego se deja al alumno que deduzca una similar o levemente más compleja. El libro introduce a los alumnos en el lenguaje abs-

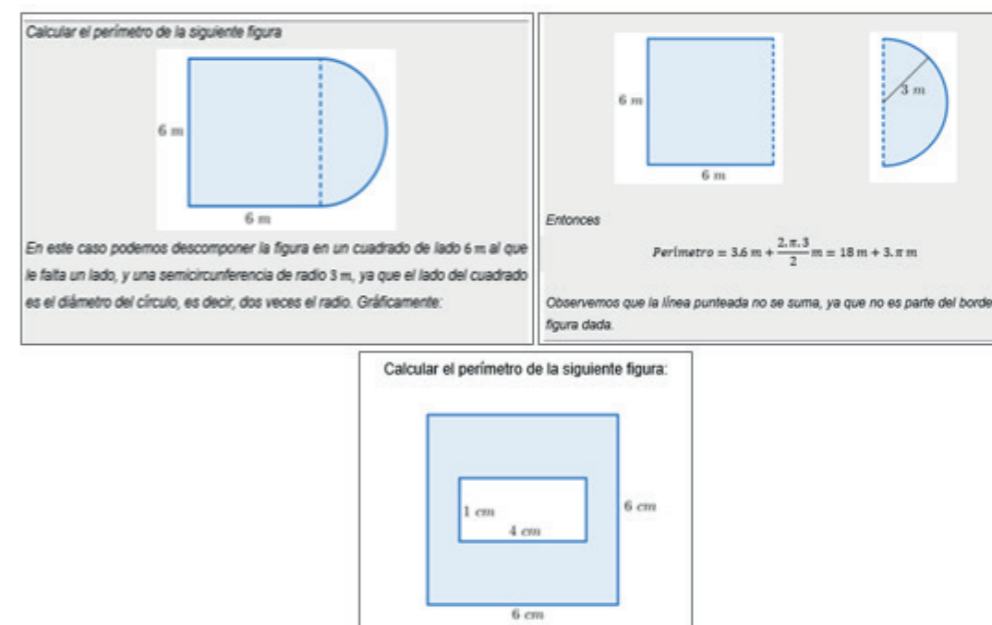


Figura 7. Ejemplo de cálculo del perímetro de una figura plana y actividad propuesta al alumno.

tracto y contenido matemático del programa de la asignatura, como así también en un aprendizaje activo, autónomo y crítico. Se espera que los estudiantes puedan realizar un recorrido profundizando conceptos y relacionarlos con aplicaciones a casos reales, con la representación gráfica cuando el tema lo requiere, realizando deducciones y relacionando temas con conceptos previos. Está diseñado para introducir un aprendizaje centrado en el estudiante, y como herramienta para los docentes que promueven el trabajo en grupo y colaborativo en las aulas de "MatePi".

## RESULTADOS

Analizando los resultados cuantitativos de los últimos años de la materia y considerando las modalidades "Anticipada" e "Intensiva" del verano surgen algunas observaciones y características (Tabla 2). Cabe destacar que la materia "MatePi" se dicta tres veces al año. La modalidad "Intensiva" que se desarrolla durante el verano, previo al inicio del 1° semestre, tiene lugar de lunes a viernes con clases de 4 horas cada una por el término de 4 semanas más las semanas correspondientes a las evaluaciones. Luego

durante el primer semestre del año lectivo tiene lugar una modalidad "Trimestral" para alumnos que deben rehacer la asignatura y por último en el segundo semestre de cada año una modalidad "Anticipada" que la realizan tanto los alumnos que repiten la materia como futuros ingresantes a las carreras de Ingeniería mientras cursan el último año del colegio secundario.

En la Tabla 2, según las cohortes de ingresantes, se puede observar que la cantidad de alumnos inscriptos a las trece carreras de la Facultad de Ingeniería (FI) se mantuvo en un constante crecimiento. Esto trajo aparejada la necesidad de aumentar la cantidad de comisiones y, consecuentemente, la necesidad del incremento en el número de docentes.

En la citada Tabla 2, se puede observar el aumento sostenido en la cantidad de alumnos que se inscriben para realizar la materia en la modalidad "Anticipada" que se inicia en agosto de cada año lectivo. El aumento de alumnos que promociona en esta modalidad da muestra que, cuando el alumno está interesado en estudiar e ingresar a la Facultad, puede dedicarse y esforzarse para lograrlo y, en general, son alumnos muy motivados que sienten que están realizando

Cohorte Ingresantes	Inscriptos a la FI	Comisiones Anticipada	Inscriptos Anticipada	Promoc. Anticipada	Inscriptos Intensiva	Comisiones Verano	Promoc. Intensiva
2016	1510	5	544	180	1215	15	605
2017	1609	7	604	246	1286	16	516
2018	1644	8	667	276	1364	15	461
2019	1658	9	767	362	1350	16	471
2020	1800	12	1084	356	1515	15	524
2021	1613 <sup>3</sup>	10	1043	406	1066	15	299

<sup>3</sup>CANTIDAD REGISTRADA A DICIEMBRE DE 2020, QUE FUE EL PRIMER AÑO QUE SE REALIZÓ LA INSCRIPCIÓN A CARRERAS DE MANERA VIRTUAL Y LUEGO SE EXTENDIÓ LA ENTREGA DE DOCUMENTACIÓN REQUERIDA Y SE FUERON CONFIRMANDO LAS INSCRIPCIONES PENDIENTES

Tabla 2. Resultados de las últimas cohortes de alumnos ingresantes a Carreras de Ingeniería.

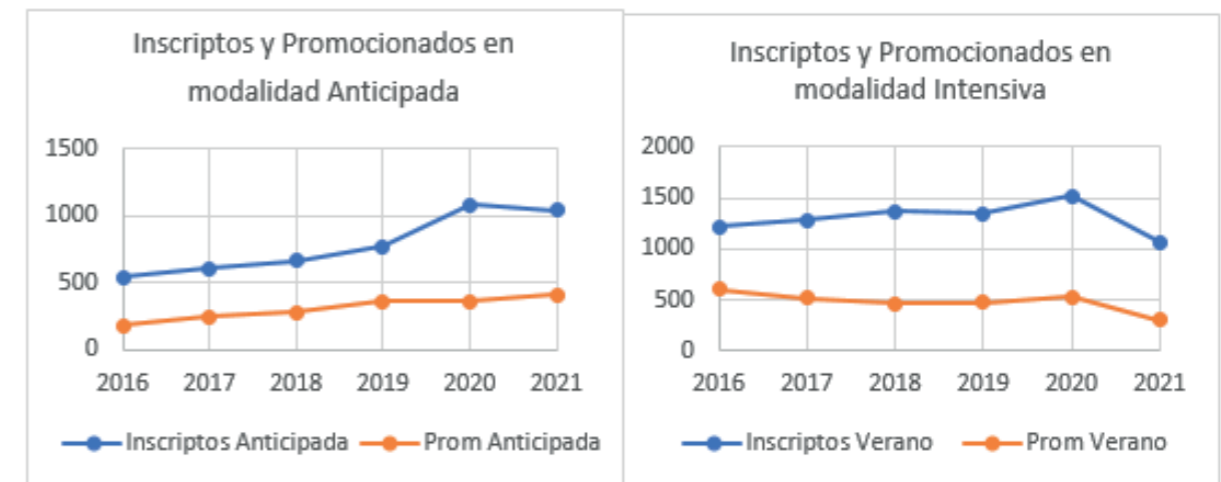


Figura 8. Cuadros comparativos de rendimiento académico en ambas modalidades según la cohorte de alumnos.

una materia universitaria aun siendo alumnos del colegio secundario (Figura 8). Muchos colegios acompañan a los estudiantes que realizan la modalidad "Anticipada" en la FI y le dan el beneficio de poder cursar la materia aun en horario de colegio, con el correspondiente certificado de asistencia otorgado por la Cátedra, y hasta los docentes de Matemática del colegio colaboran con ellos en su preparación.

Si se analiza en los cuadros de Figura 8 el rendimiento académico en la modalidad "Intensiva" del verano realizada tanto por los alumnos que no aprobaron la materia en la modalidad "Anticipada" como por aquellos alumnos que por alguna razón no hicieron la "Anticipada" y también por los que repiten la materia más de una vez, se puede observar que se venía manteniendo la cantidad de alumnos que llegaban a promocionarla, sin embargo es muy notorio que posterior al primer año de la pandemia, el decaimiento fue muy importante. Las causas pueden ser multivariantes, pero se observó que los alumnos no contaban con la misma preparación del colegio secundario que años anteriores y que, además, un curso tan intensivo de manera virtual es más dificultoso para alumnos ingresantes.

En la siguiente tabla se presentan con mayor detalle los resultados cuantitativos en los mismos años de la materia de la moda-

lidad "Intensiva" del verano (Tabla 3), considerando que quienes no promocionan la materia, es porque desaprueban, o sea ocupan todas las instancias ofrecidas sin llegar a cumplir los objetivos de alcanzar el promedio de nota 6 o más; los que abandonan son los alumnos que no ocupan todas las instancias posibles y deciden dejar la materia y los ausentes que son aquellos alumnos que no rindieron ningún parcial, aun asistiendo a algunas clases.

Se puede observar que a medida que transcurren los años, a los alumnos ingresantes a carreras de Ingeniería les resulta más dificultoso un curso intensivo, donde se espera que dediquen varias horas a su formación además de las horas de clase. Los estudiantes carecen últimamente de hábitos de estudio, tienen una tendencia a la poca profundización de los contenidos y además la dificultad en la comprensión lectora es cada vez más notoria. Estas características se profundizan cuando en la materia deben manejar representaciones abstractas, iniciarse en la modelización matemática y en la resolución de problemas. A pesar de ello, aquellos alumnos que realizan la materia por segunda vez, cuando en la primera instancia no logran el objetivo de promocionarla por la razón que fuera (dedicación en horas al estudio, diversidad de preparación matemática que traen del colegio secundario, contenidos nuevos



Verano	Inscriptos	Promocionados	Desaprobados	Abandonaron	Ausentes
2016	1215	605	262	189	159
2017	1286	516	326	271	173
2018	1364	461	360	310	233
2019	1350	471	296	286	297
2020	1515	524	276	399	316
2021	1066	299	258	268	241

Tabla 3. Resultados de la modalidad Intensiva del Verano.

en algunos casos, u otras) es muy alto el porcentaje de alumnos que lo logra. Si observamos de manera porcentual el rendimiento académico de los alumnos que hacen la materia en la modalidad Intensiva, podemos observar en la Figura 9 que el porcentaje de promocionados respecto de los alumnos que se inscriben en la modalidad va teniendo un descenso notorio y que aumenta el porcentaje relativo de los alumnos que en esta modalidad abandonan la materia o no se presentan a las evaluaciones.

Si realizamos una comparación porcentual entre los alumnos que promocionan respecto de los inscriptos cada año en ambas modalidades podemos observar que la modalidad "Anticipada" ha tenido un rendimiento mejor respecto a la modalidad "Intensiva" (Figura 10). Es importante destacar que desde marzo de 2020 a la actualidad hemos transitado una virtualidad impuesta por las razones sanitarias de la pandemia Covid-19.

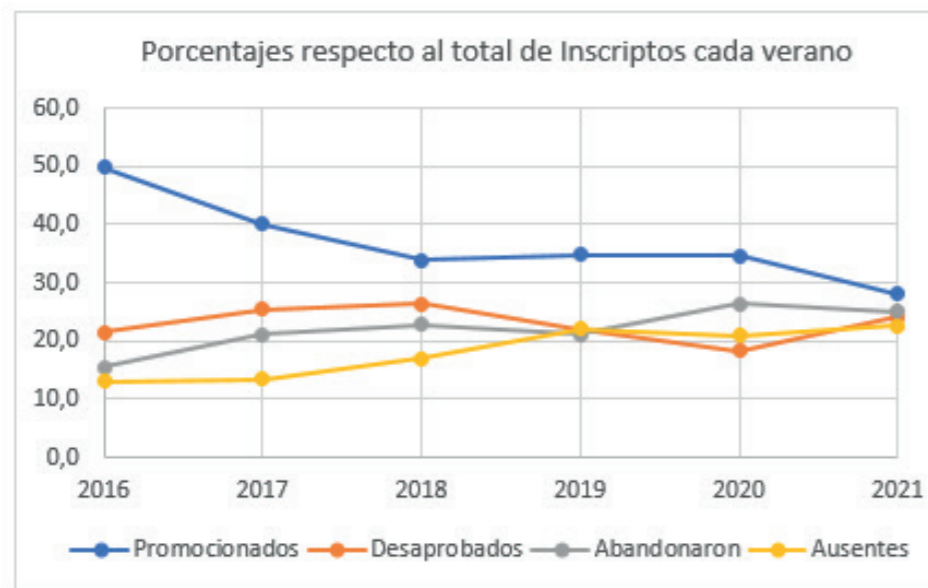


Figura 9. Cuadro comparativo porcentual del rendimiento académico en la modalidad Intensiva del Verano.

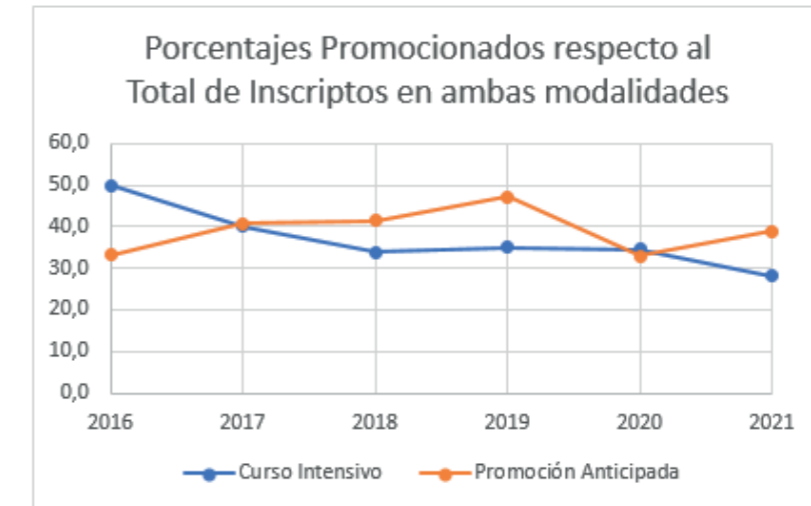


Figura 10. Cuadro comparativo porcentual de alumnos que promocionan en ambas modalidades.

## REFLEXIONES FINALES

La experiencia muestra que resulta cada vez más necesario reforzar la preparación en Matemática de los alumnos que ingresan a carreras científico-tecnológicas de modo de beneficiar el inicio de su trayectoria universitaria con una base sólida en Matemática que el colegio secundario hoy no provee. Como dice M. Maggio "No parece haber urgencia educativa más importante que alcanzar a estos estudiantes con propuestas intensificadas que les permitan tener esas experiencias que no tuvieron y aprender lo que no aprendieron" en referencia a los alumnos que transitaron la pandemia.

Según lo expuesto en los apartados anteriores tanto en las estrategias diseñadas e implementadas por la Cátedra durante los últimos años, como por los resultados obtenidos, se concluye que, especialmente para los ingresantes a la Institución, resulta muy importante poder retomar las instancias presenciales con el fin de poder completar y nivelar no solo la preparación matemática sino también poder vivenciar el sentido de pertenencia con la Institución que eligieron para sus estudios universitarios, poder trabajar en grupo en las aulas de la Facultad concebidas para el trabajo en la modalidad aula-taller y poder fortalecer el vínculo entre pares y con los docentes reforzando lo

que cada alumno pudiera necesitar y así transitar este "puente" entre ambos niveles de manera "suave" y provechosa tanto en lo académico como en su nuevo rol de estudiantes universitarios.

# ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA

## INSTITUTO DE EDUCACIÓN EN LA INGENIERÍA



José L. Roces es Ingeniero Industrial (UBA-1968) y ha realizado un Posgrado “fulltime” en Ciencias de la Dirección en el Oxford Center for Management Sciences, Templeton College de Gran Bretaña (1981).

Tiene experiencia directiva de 40 años desarrollada en empresas argentinas e internacionales industriales y de servicios y más de cincuenta en la profesión .

Profesor titular de Dirección y Organización en las universidades ITBA, UBA, UdeSA y UADE (1970-2020).

El Ing. Roces integra la Mesa Directiva de la Academia Nacional de Ingeniería y Coordina el Instituto de Educación en la Ingeniería de dicha institución.

El Instituto de Educación en la Ingeniería (IdEI) de la Academia Nacional de la Ingeniería (ANI) ha publicado recientemente el documento “Valores y Perfil Profesional del Ingeniero”, que nos interesa destacar en este número dedicado a la Formación de Ingenieros.

El documento completo está en

<https://acading.org.ar/wp-content/uploads/2021/07/IdEI-ANI-N1-Valores-y-perfil-profesional-del-ingeniero.pdf>

Al respecto de este trabajo:

En el documento del IdEI-ANI se indica “La ética sería la correcta y equilibrada integración de esos valores frente a cada situación. No se piensa en una disciplina más de una carrera, sino una componente integrada en toda la enseñanza”. Ud. como Director del IdEI-ANI ¿Cómo cree que debe reflejarse este concepto en los planes de estudio de las carreras de Ingeniería?

Nuestra primera reflexión es que en el mundo de hoy hay una prioridad en educar por valores. Los problemas técnicos reclaman para su solución cada vez más una interpretación ética: la contaminación ambiental, el cambio climático, la transición energética, son sólo algunos ejemplos que exigen una visión profesional con mayor moralidad en las decisiones. La ingeniería se repotencia frente a la complejidad si se transforma en una transdisciplina de la transformación tecnológica, social, económica y política. Para ello, en la formación de ingenieros, la cuestión metodológica es clave. Se trata, en los planes de estudio, de trabajar en forma integrada en cada una de las disciplinas los conocimientos y las habilidades, junto a los valores que se expresan en los comportamientos y actitudes que requiere un profesional con sentido ético. Esto se manifiesta a través de casos, diálogos y actividades participativas con los alumnos, donde las experiencias sean fuente de aprendizaje y de motivación.

Requiere de las unidades académicas que en la selección y el desarrollo de su cuerpo docente estas vivencias, fruto de la experiencia profesional sean consideradas como fuente de ejemplaridad. Los concursos se deben nutrir de mayores antecedentes que los exclusivamente técnicos, y las evaluaciones de desempeño deben considerar como los valores se traducen en el respeto a los alumnos, los colegas y la comunidad. Estamos pensando en lo efectivo de lo conversacional, sobre lo meramente expositivo unidireccional. Para ello el entrenamiento docente en estas capacidades es imprescindible.

Asimismo se indica que el foco de actuación del Instituto de Educación dentro de la Academia Nacional de Ingeniería se orienta a lo que requiere un ingeniero, como desarrollo permanente a lo largo de su vida profesional, luego de graduarse. ¿Cómo se concreta este objetivo? ¿Ud. entiende que requiere articular con las Universidades y fortalecer su vinculación con los graduados?

La misión del Instituto de Educación, está orientada a dos acciones: una fomentar las vocaciones tecnológicas para incrementar el número de estudiantes de ingeniería en el país y otra para servir de guía a los graduados en un ejercicio profesional ético y efectivo. Para su logro es indispensable la vinculación con la comunidad de la ingeniería. Las instituciones reguladoras de la enseñanza (Ministerio de Educación, CO-NEAU, CONFEDI entre otras), las unidades académicas que enseñan ingeniería (facultades, institutos, escuelas de postgrado). Las entidades que agrupan a los graduados de acuerdo a sus especialidades (Consejos profesionales, Centros) y las empresas u organizaciones que demandan profesionales de ingenierías. No buscamos prescribir acciones, sino generar una reflexión conjunta que promueva un análisis en el ejercicio de la profesión para mantener su reputación y prestigio.



**En el trabajo se detallan 6 valores que sintetizan el comportamiento de un Ingeniero, complementando sus competencias técnicas. ¿Ud. le daría un orden de importancia a estos valores? ¿Cuál o cuáles considera que deben reforzarse en los programas de formación de profesionales en las Universidades de Argentina?**

Estos valores surgieron de la visión compartida de los miembros del Instituto, en base a sus años de experiencia. Además de la consulta de documentación de otras academias en el mundo, que llevan años en el tema y finalmente se realizó un debate en el Plenario de la Academia, donde se aprobó esta propuesta.

No hay una priorización de esos valores, se los considera en forma conjunta como comportamientos que deben caracterizar a un profesional de la ingeniería. El respeto, la integridad, la objetividad, la responsabilidad, el sentido de servicio y el liderazgo como agente de cambio, son virtudes propias de la profesión y desde la Academia Nacional de Ingeniería se desean resaltar para que sean incorporadas dentro de las competencias en que se forman los profesionales en las distintas universidades del país.

**En general en la formación de Ingenieros se discute sobre un conjunto de competencias que debiera alcanzar el egresado. Estas competencias suelen relacionarse con capacidades técnicas y también con habilidades "blandas" tales como el trabajo en equipo o la responsabilidad con el medio ambiente. ¿Ud. cree que los programas de estudio de Ingeniería deben focalizarse en competencias y en su evaluación a lo largo de la carrera? ¿Qué opina del enfoque diferente (por ejemplo de los europeos) que hablan de "resultados de aprendizaje" como alternativa/complemento a las competencias? ¿Cuál cree que es el paradigma más adecuado en la actualización de los planes de estudio de Ingeniería en Argentina?**

Esto encierra un dilema que requiere mucho conocimiento pedagógico y adecuada experimentación. Hace años que se plantea este debate y con respuestas nunca definitivas.

En mi preferencia tiendo a ver en los "resultados de aprendizaje" (Outcomes) como una posibilidad más objetiva de diseño y evaluación de aprendizajes, que en la colección de competencias que muchas veces son difíciles de interpretar y articular.

Es un debate abierto, pues en la actual situación de la educación en la Argentina, hay habilidades básicas que son debilidades de la escuela inicial y secundaria, tales como: leer textos y comprenderlos, resolver problemas en forma independiente, expresar ideas en forma clara y simple, saber discernir y elegir entre alternativas diferentes, identificar causas relacionadas con los cambios y la capacidad de sintetizar o generalizar. Todas ellas condicionan los aprendizajes universitarios. Por todo ello, rescato la función docente en la ingeniería como esencial para promover con el ejemplo y la disciplina, la motivación superadora de los estudiantes para adquirir hábitos y capacidades que están en la base de las llamadas competencias o resultados de aprendizaje. Creo que las experiencias con registros, mediciones e investigaciones en las unidades académicas nos deberían dar mejores indicios sobre cuál es la respuesta a este dilema.

# DESDE NUESTRA ORGANIZACIÓN GENERAMOS PROPUESTAS PARA QUE LAS MUJERES TAMBIÉN PUEDAN EXPERIMENTAR QUÉ SIGNIFICA DESARROLLAR CIENCIA Y TECNOLOGÍA DESDE TEMPRANA EDAD PARA TOMAR DECISIONES ACERTADAS



**Melina Masnatta, es Magister en Tecnología educativa. Desde los espacios en los que participa busca generar innovación social en temas de educación y tecnología, con un enfoque sistémico e inclusivo**

**Usted, una de las fundadoras de la organización sin fines de lucro “Chicas en Tecnología”, como también una de las impulsoras de “Mujeres Argentinas en STEAM”. ¿Por qué y para qué son importantes este tipo de espacios y de iniciativas?**

En principio porque es real eso que dice que no se elige lo que no se ve, y sobre todo en ciertas poblaciones que pertenecen a las minorías y que no encuentran representaciones. El tema del campo de steam, tiene grandes sesgos y estereotipos, sobre todo también porque formamos parte de un país y de una región que por lo general no produce tecnología o un tipo de ciencia, y eso hace que sea vea como lejano la capacidad o la posibilidad de desarrollarnos, en especial para una mujer, que pertenece a una minoría, que está terminando la escuela secundaria y que tiene que decidir sobre su futuro, dónde y cómo estudiar, saber quiénes son las personas que se forman en estas disciplinas. Todo esto genera ciertas barreras. Estas son cuestiones claves a considerar. Por eso cuando desarrollamos “Mujeres Argentinas en STEAM” hicimos una asociación y una alianza con el CONICET, en especial con el área VocArg, que es el espacio que trabaja en vocaciones, donde trabajamos con una base de datos de mujeres que estuvieron desarrollando ciencia, sobre todo con el cruce de datos de tecnología, como data science y demás. Uno de los puntos que tenemos en cuenta en este sentido, es que las mujeres pertenezcan a diferentes provincias, que puedan comunicarse a través de audios para escuchar las tonadas, los acentos y de esa manera que sea representativo de todo el país.

Entonces tiene que ver con esa visibilización de esas mujeres y también con la visibilización de los desafíos con los que se van a encontrar por ser minorías. Además, otro de los ejes, que también va concatenado con los otros, es que no se elige algo que no se experimenta.

Desde la organización, como desde otras iniciativas, se generan propuestas para que

las mujeres también puedan experimentar qué significa desarrollar ciencia y tecnología desde temprana edad para tomar decisiones acertadas. Sobre todo porque en este campo, la experimentación y el aprendizaje a través del error, es vital. Hay diferentes habilidades que se van desarrollando en ese camino, que son claves y estratégicas para poder tomar decisiones en este campo. Además otro de los puntos que hacemos en estas tres concatenaciones, es que por suerte y también producto de acuerdos y cuestiones a niveles gubernamentales, hay muchísimas becas para que haya más mujeres en estos espacios, sin que la cuestión económica sea un impedimento.

**¿Todavía existen carreras estereotipadas, “carreras que son para hombres y otras para mujeres”?**

La realidad es que sí, incluso hay varios temas vinculados a los títulos que se otorgan, donde aún hoy te encontrás con que sos “ingeniero”, ni siquiera se cambió la denominación y se sigue asociando ese sexo con esa carrera. Hay una reacción grande en la que es necesario trabajar y desarrollar, sobre todo en el campo de las universidades donde todavía para inscribirse en una carrera es necesario completar la sección de acuerdo al sexo y no al género. Todo esto va en cascada con ese perfilamiento e imaginario que se va construyendo socialmente sobre cuáles son los perfiles vinculados a este tipo de carreras. A su vez, es importante aclarar que las carreras vinculadas a la ciencia y a la tecnología históricamente no siempre fueron así. En los años '70, como en varios momentos históricos, las mujeres eran mayoría, fueron precursoras e innovadoras de todos estos ámbitos y conceptos que hoy conocemos. Con respecto al campo de la ciencia, las mujeres son mayoría, pero con la particularidad de que son minoría ocupando espacios en las cátedras, en los liderazgos y en todos aquellos espacios de toma de decisiones. Por lo tanto, hay un desconocimiento de los datos reales, un preconceito, pero hay cier-





tas normas y reglas que hay que revisar porque van acompañando y perpetuando ese imaginario, que termina siendo muy potente al momento de tomar esa decisión, no sólo para esa joven que es minoría sino también para la mirada que le devuelven de su alrededor, posibilitadora o no de estas elecciones.

**En este sentido, qué pasa en otros países -que a veces la Argentina pretende tomar como referencia- tales como algunos de Europa o Estados Unidos, con respecto al género y la decisión de elegir carreras como algunas de las ingenierías?**

Comparativamente, incluso países como Japón, que es una meca del desarrollo tecnológico, tampoco están mucho mejor en estos temas. Sí, es cierto que la diferencia quizá es un impulso en donde el sector público, el privado y el tercer sector trabaja muy articuladamente para cambiar esta realidad y generar incentivos y propuestas que están articuladas desde la promoción de las carreras y el otorgamiento de becas; todo muy estimulado y acompañado desde las fuerzas de los tres sectores. Además, como siempre, uno de los puntos estratégicos, es garantizar la continuidad en el largo plazo, porque estas transformaciones necesitan tiempo y no pueden vincularse con una tendencia o con una agenda de mediano o corto plazo. La diferencia es que probablemente en unos años la brecha se vaya extendiendo más entre los países, porque este enfoque está muy trabajado con expectativa y acciones de cambio, con alianzas estratégicas para lograrlo, que van más allá de los lineamientos que en nuestro país o región, están más atados a la coyuntura. Pero hoy no hay mucha diferencia entre los diferentes países. Por ejemplo, en la industria sólo entre 16 y el 23% de los espacios de liderazgos son ocupados por mujeres.

**¿De qué manera se podría “motivar” para que más mujeres elijan estudiar carreras vinculadas a la tecnología? ¿Cree que el rol de las escuelas es un eslabón importante?**

La convergencia entre, no sólo mostrar sino también articular iniciativas y generar una campaña de visibilización en las escuelas, es fundamental. La escuela es el lugar donde se tamiza y articular todo esto, con la particularidad que la gran mayoría de las personas que educa, son mujeres, casi el 77%. Esto les permite dar cuenta de los desafíos y barreras al momento de elegir por este tipo de carreras. Puede motivar para que más minorías se acerquen a ellas, porque además cualquier sea la carrera que se elija va a estar atravesada por la tecnología y por habilidades muy vinculadas a la ciencia. Sin ir muy lejos, en una etapa de pospandemia, la sociedad misma está hablando en términos científicos, aprende a leer datos. Por lo tanto es importante acercar experiencias concretas, factibles.

Por otro lado hay microacciones que se pueden incorporar a la curricula sin que se requiera de una reforma educativa. En las experiencias que hemos tenido en los años anteriores, a la hora de hacer charlas abiertas o talleres, nos encontrábamos con que la mayoría de las personas que educan, por primera vez que tenían un acercamiento al conocimiento de la brecha de género en esta temática.

**En la pandemia se ha visto una cierta crisis por el acceso a la tecnología, en particular en ámbitos familiares y laborales. ¿Ud. considera que este acceso es igualitario para mujeres y hombres? ¿En particular para niñas y niños? ¿Esto significará un impacto desigual “pos pandemia”?**

Uno de los puntos es el acceso, entendiendo el acceso a la herramienta, a internet y hacerlo criteriosa y críticamente. Entendemos que hay una gran polaridad y desafío a la hora de pensar qué significa el término de acceso digital. Sin embargo, es importante referenciarlo con datos: antes de la pandemia, latinoamérica en general no tenía tanta diferencia de acceso entre hombres y mujeres; sí cuando se analizan los estratos sociales y culturales; en este caso es desigual por

igual, tanto hombres como mujeres no accedían a la tecnología. Pero si lo comparamos con otras regiones, como puede ser Medio Oriente, se ve aún más la distinción entre el acceso de hombres y mujeres, sobre todo por temas culturales.

Con respecto a la pandemia, sí se agravaron e incrementaron los desafíos de acceso, en estos gradientes, pero el impacto fue mayor en las mujeres, que es el grupo que tuvo que hacerse cargo de los cuidados domésticos; muchas veces tareas invisibilizadas que llevan a que abandonen sus estudios y no se acerquen a la tecnología de forma criteriosa. En cambios los hombres acceden incluso, con el objetivo de potenciar sus carreras, o comunicarse para obtener determinada información.

Por eso es importante no sólo recargar la mirada de la tecnología desde un punto de vista digital, como el uso del celular o la computadora, sino entender el ecosistema tecnológico como también el acceso a manuales y libros, que son tecnologías. Las experiencias a nivel mundial que mejor funcionaron fueron las híbridas, las que pudieron acercar en el ámbito educativo diferentes soluciones a las personas que no tenían clases presenciales. Se generaron unas multiplicidades de formas de acceder al conocimiento, tanto en formato digital como en papel.

Ojalá me equivoque, pero en unos años sí va a ver diferencias a la hora de pensar el impacto de todo esto. Como país, uno de los desafíos que tenemos es el sostener una medición de impacto, no con la mirada de que la medición es coercitiva, sino con la mirada de saber qué es lo que nos permite tomar decisiones.

Es importante volver a considerar a los datos como facilitadores de acción y aliados estratégicos a la hora de aunar esfuerzos en estos contextos para poder reducir las brechas digitales, de género, como todas las otras que están surgiendo es estos escenarios que aún también los estamos construyendo.

# CONFERENCIAS Y PANELES

## CONFERENCIAS BRINDADAS EN SESIONES PÚBLICAS

### TECNOLOGÍAS PARA IOT: LORA Y/O NB-IOT - PERSPECTIVAS DESDE EL PROCESAMIENTO DE SEÑALES

Fecha: 11 de agosto de 2021

Disertante: **PhD. Ing. JUAN COUSSEAU**

Se graduó de Ing. Electricista (UNS, 1983), MSc. y PhD. in Electrical Engineering en COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, en 1989 y 1993, respectivamente. Actualmente es Profesor Titular (desde 2006) en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras, Universidad Nacional del Sur e Investigador Principal del CONICET. Ha sido Profesor Visitante en Universidad de Vigo (1997), University of California, Irvine (1999), y Helsinki University of Technology (2004, 2006, 2008 y 2010). Fue Vicepresidente para la Región Latinoamericana de la IEEE Circuits and Systems Society (2000-2001) y Conferencista Distinguido de la IEEE Signal Processing Society. Es actualmente Director del Instituto de Investigaciones en Ingeniería Eléctrica "Alfredo Desages", UNS - CONICET. Sus temas de interés están asociados al procesamiento estadístico de señales con aplicaciones comunicaciones inalámbricas de última generación (WCDMA, LTE, WIFI, IoT), tanto en aspectos de estimación, detección y sincronización como en reducción de imperfecciones de radiofrecuencias.

Conferencia publicada en:

[https://www.youtube.com/watch?v=dPcuWP3xmiA&ab\\_channel=AcademiadelalIngenier%C3%ADa-PBA](https://www.youtube.com/watch?v=dPcuWP3xmiA&ab_channel=AcademiadelalIngenier%C3%ADa-PBA)



PhD. Ing. Juan Cousseau

#### Resumen:

Respecto de la conferencia, las tecnologías asociadas a diferentes variantes de internet de las cosas han evolucionado rápidamente en los últimos años. El objetivo de la charla es introducir aspectos básicos de dos de esas tecnologías que destacan: LoRa y NB-IoT. El objetivo también es poner en evidencia que son tecnologías complementarias (antes que suplementarias) desde la perspectiva de las aplicaciones. Ambas representan diferentes filosofías de diseño y proveen alternativas interesantes de consumo, cobertura, complejidad y seguridad. Se pondrá énfasis en el diseño de la capa física y aspectos relacionados con sincronización y acceso múltiple, los cuales son distintivos de cada tecnología.

### FUSIÓN NUCLEAR CONTROLADA, ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS

Fecha: 9 de septiembre de 2021

Disertante: **Dr. RICARDO FARENGO**

El Dr. Ricardo Farengo es Doctor en Física de la UBA (1984). Actualmente es Investigador en el Centro Atómico Bariloche, Jefe de la Sección Fusión Nuclear y Física de Plasmas, Gerencia de Física y Profesor del Instituto Balseiro, Universidad de Cuyo, Bariloche. Ha participado en el "Spring College on Plasma Physics", International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italia, ha sido "Research Assistant Professor", y "Post Doc Research Associate" en el Departamento de Ingeniería Nuclear, Universidad de, Universidad de Washington, Seattle, EEUU. Ha sido docente del Curso Latinoamericano de Procesamiento de Materiales por Plasma, Centro Atómico Constituyentes, Argentina. Ha dirigido numerosos proyectos como ser: "Fusión nuclear controlada". CNEA, Centro Atómico Bariloche, "Non inductive current drive and beam-plasma interaction in compact toroids". Parte del "Coordinated Research Project on Comparison of Compact Toroid Configurations". International Atomic Energy Agency (IAEA), Universidad de Washington (Seattle, EEUU), 2003. Ha sido responsable de numerosos estudios teóricos y prácticos sobre plasma y fusión en el país, en Estados Unidos y Francia.

Conferencia publicada en:

[https://www.youtube.com/watch?v=9tT-Qxfd-VE&ab\\_channel=AcademiadelalIngenier%C3%ADa-PBA](https://www.youtube.com/watch?v=9tT-Qxfd-VE&ab_channel=AcademiadelalIngenier%C3%ADa-PBA)



Dr. Ricardo Farengo

#### Resumen:

La fusión nuclear es la fuente de energía fundamental de la naturaleza ya que produce la energía liberada en las estrellas, incluyendo nuestro sol. Si el proceso pudiera ser reproducido en forma controlada a escala terrestre resolvería gran parte de los problemas asociados al cambio climático. La fusión tiene una serie de ventajas importantes cuando se la compara con la fisión nuclear, actualmente utilizada en los reactores en operación, como Atucha y Embalse. Se presentaron las condiciones necesarias para el funcionamiento de un reactor de fusión por confinamiento magnético, el estado de avance de las investigaciones (en particular del proyecto ITER) y las perspectivas futuras.



## COMUNICACIONES INTERNAS BRINDADAS POR LOS ACADÉMICOS EN SESIONES PRIVADAS

---

Al finalizar las sesiones plenarias privadas de la Academia, las cuales se desarrollan mensualmente, diversos académicos han brindado conferencias de temas de común interés para los integrantes de la Academia. Las disertaciones han sido:

- “Educación y Tecnología post-pandemia”, realizada por el Académico Vicepresidente Ing. Armando De Giusti, el día 7 de abril de 2021.
- “Sector energético: Impacto del COVID y perspectivas futuras”, dictada por la Académica Presidente Ing. Patricia Arnera, el día 5 de mayo de 2021.
- “Las Estructuras de Hormigón y la reacción álcali sílice”, brindada por el Académico Ing. Alberto Giovambattista el día 2 de junio de 2021.
- “Más de medio siglo de éxitos y fracasos en hidráulica experimental”, presentada por el Académico Ing. Raúl Lopardo el día 7 de julio de 2021.
- “Hormigón para pisos y pavimentos industriales”, realizada por el Académico Ing. Raúl Zerbino el día 1° de septiembre de 2021.

# LA IMPORTANCIA DE LAS ACTIVIDADES "EXTRACURRICULARES" EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS



**Marcos Actis es Doctor en Ingeniería. Fue Decano de la Facultad de Ingeniería de la UNLP. Actualmente se desempeña como Vicepresidente Institucional de la Universidad Nacional de La Plata.**

**Este número de la Revista de la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires se enfoca en la Formación de Ingenieros, en particular en Argentina.**

**Dada su experiencia como Decano de la Facultad de Ingeniería y Vicepresidente Institucional de la UNLP, nos interesa su opinión respecto de algunos puntos que hacen a la formación de calidad de los Ingenieros en nuestro país.**

**¿Cuál es el rol que Ud. entiende tiene el desarrollo de Prácticas Profesionales Supervisadas para los alumnos de Ingeniería? ¿Considera que la implementación de estas PPS logra suficiente coordinación con empresas/organismos que demandan futuros egresados? ¿Cree que la carga horaria y modalidad de evaluación de las mismas es adecuada?**

En principio, cuando las Prácticas Profesionales Supervisadas (PPS) fueron incluidas en los planes de estudio mediante las resoluciones ministeriales, creímos que nos traería un problema poder implementarlas, ya que la situación del sistema productivo era complejo. Sin embargo, con el correr del tiempo vimos que la participación de los alumnos y alumnas en distintos proyectos, tanto en compañías como en laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la UNLP -donde se realizan trabajos encargados por empresas públicas y privadas-, las PPS se pudieron llevar adelante. Nuestra experiencia es que los estudiantes adquieren capacidades profesionales gradualmente, mientras realizan en paralelo las actividades de estudio, siendo esto más favorable que concentrarlas en una sola actividad al final de la carrera.

La inclusión de las PPS es favorable para acercar a los alumnos a la futura vida profesional. Es importante brindar capacidades profesionales que muchas veces no se ven en la enseñanza de grado y que puedan llevarse adelante progresivamente, interrelacionándose con la formación que se da a los

estudiantes a lo largo de la carrera. Respecto a la forma de evaluación, muchas veces los encargados de aprobar estas actividades las relacionan con un trabajo final o el informe de una práctica. No coincido con esto. Creo que debería considerarse de manera equivalente a una actividad profesional, como la evaluación de un empleado en una organización pública o privada por parte de su empleador.

**En muchas oportunidades los alumnos de las carreras de Ingeniería realizan actividades de iniciación a la Investigación en diferentes Unidades de I+D+I (Laboratorios, Centros, Institutos) y en algunos casos también participan de proyectos específicos de Investigación/Desarrollo/Transferencia. ¿Cuál es su valoración de estas actividades? ¿Contribuyen a la formación profesional de calidad?**

La participación de los alumnos en los laboratorios, centros o institutos - independientemente de si es para investigación, transferencia o talleres de docencia- es importante. No es lo mismo un estudiante que se recibe sin haber hecho nada más que cursar las materias, que aquel que pasó por una experiencia de este tipo. No es una apreciación personal, sino una realidad constante que nos devuelven quienes requieren de nuestros profesionales.

Cuando hablamos de PPS es imprescindible que se cumpla con la reglamentación. Es decir, que la experiencia profesional que realice el alumno por pedido de un tercero sea para solucionar un problema o una tarea íntimamente relacionada con el quehacer profesional.

**A nivel nacional e internacional la valoración de las "competencias transversales" en la formación de Ingenieros ha sido creciente en los últimos años. Esto se refleja también en las llamadas "actividades complementarias o contenidos complementarios" dentro de la currícula. ¿Cuál es su opinión respecto de los mecanismos académicos para con-**



**solidar estas competencias transversales y los mecanismos para su evaluación? ¿Qué actividades/contenidos complementarios cree Ud. que son fundamentales para un Ingeniero en formación?**

Este es un tema realmente preocupante, sobre todo en la estructura de las carreras de ingeniería que se tiene en Argentina, dado que la incumbencia profesional o alcances del título los da la Universidad, con aprobación del Ministerio de Educación. Por esto, hay que ser muy estricto con el desarrollo del plan de estudio, para cumplir todas las tareas que podría llevar adelante un ingeniero, aunque en su actividad diaria el egresado tenga que desarrollar solo algunos de los ítems de los alcances y no el conjunto de estos.

Si bien es adecuado incorporar competencias complementarias en la formación del ingeniero -como ya es la estructura de nuestros planes de estudio actuales-, hay que ser cuidadosos para que no se transformen en más actividades académicas, ya que seguimos incorporando contenidos sin un estudio de revisión integral de los planes, los cuales tienen una variable que son los alcances que se deben cumplir.

Por eso, cuando uno quiere compararse con otros países es muy difícil. En la mayoría se está hablando de acortar las carreras y aumentar competencias haciendo que los alumnos tengan un ida y vuelta no sólo con la enseñanza en la Facultad sino también con la actividad profesional a lo largo de su carrera. De hecho, hay planes de estudio que plantean realizar trabajos en laboratorios externos, fábricas, institutos y hasta la posibilidad de intercambio entre otras universidades del país o del exterior, con lo cual los estudiantes incorporan actividades complementarias.

Pero es muy difícil ante la estructura de planes de estudio que tiene Argentina seguir agregando contenidos o competencias si hay que cumplir con una matriz de alcances que es rígida. En ese sentido, nos debemos una discusión con todos los sectores, ya

que, de por sí, las carreras son largas, y lo único que estamos haciendo es aumentar el tiempo de graduación.

En la Facultad de Ingeniería de la UNLP incorporamos, con los nuevos planes de estudio, lo que llamamos Actividad de Formación Complementaria (AFC). Se trata de actividades que el alumno realiza, pero no con las características de una materia o con los requisitos de aprobación de esta, sino que es algo similar a las PPS en su flexibilidad. La finalidad es que les otorgue a los estudiantes una visión del mundo exterior, del trabajo, de la gestión de empresas o la gestión política, sin la necesidad de una mirada técnica o de cursar y rendir un parcial. El objetivo es que no represente una carga adicional a la que ya tiene con el plan de estudio para cumplir con los alcances del título.

Esto se está implementando, pero a mi entender no se ha entendido el concepto de lo que es una AFC. Corremos el riesgo, al igual que ocurría con las PPS en un principio, de que solo signifique para el alumno cumplir con un casillero más del plan de estudio. Con el tiempo estas cosas se van a ir ajustando. Lo importante es haber dado la oportunidad de implementar las actividades de formación complementaria. Requiere de organización poder llevarlas adelante y que el objetivo sea ampliar la visión de nuestros egresados en un contexto social e histórico, contemplando las problemáticas medioambientales y la necesidad de incentivar las actitudes emprendedoras e innovadoras en una economía productiva socialmente sustentable.

**¿Cuál es su opinión sobre la evolución de las propuestas curriculares para las Ingenierías en Argentina en los últimos años y la importancia (ventajas y desventajas) de mantener un conjunto de conocimientos comunes a todas las Ingenierías, más allá del perfil del egresado y su campo de actividad laboral? ¿Como ve este esquema con el crecimiento de carreras interdisciplinarias que incluyen a las Ingenierías (por ej. con Medicina / Ciencias del Ambiente o Informática)?**

Insisto en que, cuando se quiere agregar nuevos alcances o conocimientos a un plan de estudios, este se hace cada vez más complejo y terminamos teniendo egresados que tardan entre 7 u 8 años de cursada en promedio. Por supuesto que no se puede hacer un análisis de los planes de estudio sin tener en cuenta el entorno y el contexto social en el cual los alumnos tienen que afrontar sus carreras. No es lo mismo plantear un plan de estudio de dedicación prácticamente exclusiva para un alumno que esté en un campus universitario, donde de lo único que tiene que ocuparse es de su estudio, que alguien que deba además llevar adelante otras actividades.

Además de los alcances, que ya he explicado más arriba, el Ministerio de Educación, a través de las Universidades, reconoce los alcances de los títulos que son tomados por los colegios profesionales para hacer cumplir las leyes o la firma de las distintas actividades que el profesional lleva adelante. Podríamos mencionar otras formas de certificación de una actividad profesional, como ocurre en otros países donde, en un lapso de 7 u 8 años, que es lo que tarda en promedio en graduarse un ingeniero en Argentina, están egresando ingenieros con títulos de máster.

Entonces podríamos tener un ingeniero de 7 u 8 años con reconocimiento al egreso, como ahora, o un ingeniero graduado en menos años que deba certificar sus alcances en los colegios o con un máster o con trayectoria profesional después de recibirse. Son todas variables que se deben tener en cuenta al momento de discutir las carreras de ingeniería.

**Claramente hay una demanda creciente de Ingenieros en Argentina y en el mundo, en particular con el foco en la transformación digital acelerada que ha disparado la pandemia y también por la importancia creciente del "conocimiento" y la competencia por recursos humanos formados que se da en todo el mundo. En este contexto, ¿Cuáles son las áreas temáticas que Ud. considera**

**deben potenciarse en la formación de Ingenieros? ¿Cree Ud. que es necesario actualizar el modelo pedagógico de formación de Ingenieros considerando la transformación digital?**

No cabe duda de que la demanda de ingenieros en el mundo es alta y que hay un déficit en la cantidad de alumnos que eligen carreras científicas tecnológicas. En este sentido, creo que la transformación digital debería ser aprovechada para que se asocien estas temáticas a las carreras, sobre todo de la ingeniería. Es necesario un cambio en el modo de enseñanza de las ingenierías, en particular en las cuestiones pedagógicas.

Transitar esta pandemia nos abre posibilidades de aprovechar las herramientas que están siendo utilizadas para llevar adelante nuevas estrategias en la enseñanza pedagógica de la ingeniería.

Vivimos una transformación donde muy pronto la virtualidad y la inteligencia artificial permitirán implementar el aprender haciendo, ya que se podrán simular procesos en 3D manipulando elementos en forma virtual. Estas nuevas herramientas informáticas permiten un sinnúmero de cuestiones que antes eran impensables. Podríamos comparar esta transformación con lo que fue el pasaje de la regla de cálculo a la computadora.

Hoy en día tenemos un debate sobre lo que enseñamos en carreras de ingeniería. ¿El alumno debe saber desarrollar todas las herramientas que necesita utilizar en la solución del problema o debe saber cómo implementar esas herramientas disponibles en la red para la solución del problema sin saber cómo desarrollar la herramienta? Un ejemplo concreto sería si debe saber calcular el momento de inercia de cualquier sección para calcular un estado tensional o buscar el valor del momento de esa sección en una tabla para calcular las tensiones.

Nos debemos un debate sobre estas cuestiones, saber qué es lo que vamos a reforzar en la enseñanza. Obviamente, no podemos pensar que un alumno va a saber hacer todo

lo que hacía antes cuando no estaban las herramientas informáticas y se requerían reglas de cálculo o ábacos. Es evidente que la evolución del conocimiento y el desarrollo de las tecnologías hacen que pensemos si debemos seguir formando a nuestros ingenieros de la misma forma que lo venimos haciendo.

Se viene un gran debate sobre cómo se enseñan las carreras de ingeniería, pero sobre todo qué es lo que esperamos de la formación de un ingeniero. Esto es similar a la transformación surgida en las carreras de ingeniería. Inicialmente solo había ingenieros civiles y militares que se ocupaban de todo. Basta con ver un manual de inicios del siglo XX donde un ingeniero podía resolver o encarar problemas de todo tipo relacionados con carreteras, puentes, automóviles o hasta de un avión. Estamos en una revolución de las carreras y la interdisciplinariedad hace que cada vez sea más difícil poder delimitar dónde están los alcances de cada una.

Nos debemos una readecuación de los planes de estudio que sea dinámica y no estática, como es actualmente. Hasta la concepción de los planes de estudios debería ser distinta. Obviamente, son desafíos que para alguien que ingresó en los '80 a la Universidad son casi impensables, porque uno puede enseñar o hablar de lo que tuvo experiencia. Es como un camino que vamos construyendo al andar, como cuando pasamos de la presencialidad a la virtualidad total. Los cambios son vertiginosos y no sabemos dónde podemos terminar con el desarrollo de la tecnología. Lo que era ciencia ficción hace un año en algunas cosas ya no lo es, no hay que esperar décadas para verla transformada en realidad.



# ENTREVISTA A LA MAG. DANYA TAVELA

VICERRECTORA DE LA  
UNNOBA Y MIEMBRO DEL  
DIRECTORIO DE LA CONEAU.



**Este número de la Revista de la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires se enfoca en la Formación de Ingenieros, en particular en Argentina.**

**Dada su experiencia como Vicerrectora de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires- UNNOBA y como miembro del Directorio de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria – CONEAU, nos interesa su opinión respecto de algunos puntos que hacen a la formación de calidad para las Ingenierías en Argentina.**

**¿Cuál es el rol que Ud. entiende tiene CONEAU en la búsqueda de formar mejores profesionales en el país?**

La CONEAU a través de los procesos de acreditación realiza un aporte fundamental para la mejora constante en la gestión académica y administrativa de una carrera. La evaluación a la cual se someten las universidades y carreras para obtener dicha acreditación implica la realización de un análisis exhaustivo de las mismas, permitiendo, promoviendo y generando adecuaciones necesarias a los estándares establecidos para el logro de una mejor calidad de la educación superior, la cual impacta tanto en las instituciones, sus carreras, como en los estudiantes.

**¿Cómo ve la articulación entre CONEAU y las Universidades (de gestión pública y pri-**

**vada) que otorgan titulaciones de Ingeniero en el país?**

La CONEAU articula con las Universidades a través de los distintos instrumentos que la misma ofrece para llevar a cabo las instancias del proceso de acreditación, brindando además el asesoramiento requerido para tal fin, cada vez que las instituciones lo requieren y considerando los estándares aprobados por el Consejo de Universidades, en el cual participan para su elaboración, tanto las universidades públicas como privadas.

**¿Tiene alguna sugerencia al respecto?**

Las Universidades que otorgan titulaciones de ingeniería, han desarrollado un importante trabajo a través del CONFEDI, que tiene más de 30 años de existencia y cuyos trabajos han sido de gran utilidad, tanto para las decisiones tomadas por el Consejo de Universidades, al momento de aprobar los estándares de las distintas carreras de ingeniería, como para la propia CONEAU. Es en este sentido que se destaca y sugiere la permanencia de estos vínculos entre los distintos actores para el logro de mejores titulaciones de ingeniero, siendo éste el objetivo del trabajo mancomunado, y en el marco del respeto por las distintas instancias de las cuales cada uno forma parte, actúa y propone.

**CONEAU tiene una activa participación en acreditaciones internacionales tales como el Sistema ARCUSUR, así como en la Red Internacional de Agencias de Acreditación de la Calidad de la Educación Superior (IN-QAAHE). ¿Cuál es la evolución de estas acreditaciones en carreras de Ingeniería en Argentina?**

El Sistema de Acreditación de Carreras Universitarias del MERCOSUR (Sistema ARCU-SUR), como su nombre lo dice, es un sistema de acreditación regional que ofrece garantía pública del nivel académico y científico entre los países de la región con la finali-

dad de facilitar el reconocimiento mutuo de títulos o diplomas de grado universitario. Pero el ARCU-SUR no crea una agencia de acreditación regional sino una red de agencias nacionales, que funcionan a través de cada Agencia Nacional de Acreditación (ANA) que actúa en los países parte realizando la acreditación. Es decir, las ANAs son las responsables por los procedimientos desde el lanzamiento de las convocatorias de acreditación hasta la emisión final de la resolución que concede o deniega la misma. En nuestro caso, esa agencia es la CONEAU y aquí se entiende la participación de la misma.

Anteriormente a este sistema debemos tener en cuenta al "Memorandum de Entendimiento sobre la Implementación de Títulos de Grado Universitarios en los países del MERCOSUR" (MEXA) que fue el primer paso para el reconocimiento mutuo de los títulos académicos de la región y del cual también la CONEAU fue su ANA.

El proceso MEXA inició con carreras de grado cuyo título es indispensable para el ejercicio profesional, empezando por las carreras de Agronomía, siguiendo con Ingeniería y posteriormente Medicina, y dio un resultado de 62 carreras acreditadas: 19 de Agronomía, 29 de Ingeniería y 14 de Medicina (MERCOSUR, 2008). Mientras que la acreditación en el Sistema ARCU-SUR tuvo dos ciclos. El primero desde 2008 hasta 2014, en el que participaron las carreras que ya estaban en el MEXA (Ingeniería, Medicina y Agronomía) con la inclusión de Arquitectura, Enfermería, Odontología y Veterinaria. En este proceso, en total, se acreditaron 238 carreras: 46 de Agronomía, 31 de Arquitectura, 24 de Enfermería, 78 de Ingeniería, 21 de Medicina, 11 de Odontología y 27 de Veterinaria, siendo la mayoría de las carreras de Argentina y Brasil, cuyos sistemas nacionales de evaluación se encuentran más desarrollados.

Estos números nos demuestran la preponderancia en la acreditación de carreras de ingeniería, y siguiendo este análisis, algunos estudios han constatado que en la experiencia de acreditación nacional y regional de carreras de Ingeniería de universidades ar-

gentinas, la ventaja de estar acreditados en el MERCOSUR se entiende como una cuestión de prestigio, que la acreditación regional le brinda un valor simbólico al título y a la acreditación nacional y abre posibilidades para acceder al programa de Movilidad Académica Regional para las Carreras Acreditadas del MERCOSUR (MARCA), siendo lo más valorado positivamente.

**¿Ud. considera que son mecanismos que conviene potenciar?**

Sin duda que éstos procesos deben potenciarse, y afortunadamente, así ha sido desde 1998, con la creación del MEXA y diez años más tarde del ARCU-SUR, años en los cuales la acreditación de carreras de grado del nivel superior ha sido una de las acciones más desarrolladas.

**En las carreras de Ingeniería hay diversas certificaciones internacionales de calidad que son reconocidas, tales como el sello EUR-ACE europeo o la certificación ABET en Estados Unidos. ¿Qué beneficios puede tener para las titulaciones de Ingeniería de Argentina obtener alguno de estos sellos? ¿Incrementaría la competitividad de nuestros graduados? ¿Puede CONEAU contribuir en estos procesos de certificación?**

Las certificaciones internacionales tienen dentro de sus beneficios favorecer un escenario de intercambio, de movilidad y entendimiento entre países e instituciones con intereses similares, además de brindar un escenario en el cual se someten a evaluación internacional sus programas con el propósito de medir el aseguramiento de su calidad, mediante la cultura institucional de mejoramiento continuo, validando si está siendo o no pertinente con respecto a las tendencias mundiales y generando la formación de profesionales que se adapten a los nuevos paradigmas de la ciencia y la ingeniería, y, asegurando que sus programas cumplan con las competencias que requiere un profesional de esta disciplina para desempeñarse en condiciones óptimas en el mundo del trabajo.

Esto, unido al hecho de que la ingeniería es una profesión internacional y que cada día es más frecuentemente que el ingeniero deba desplazarse alrededor del mundo para ejercer su profesión, y que la acreditación internacionalmente de la carrera, como dijimos, significa que recibe reconocimiento internacional de su calidad, promueve las mejores prácticas en educación, involucra directamente a profesores y administrativos en procesos de autoevaluación y mejora continua, pero además, permite a la entidad universitaria fortalecer su reconocimiento mundial, continuar su liderazgo en la educación superior e incorporar mejoras a sus programas académicos y en todos los servicios que presta. Lo expresado nos permite asegurar que las certificaciones internacionales de calidad son una herramienta cada vez más necesaria y que favorecen tanto al posicionamiento de las instituciones como a la competitividad de sus graduados.

**¿Puede CONEAU contribuir en estos procesos de certificación?**

La CONEAU, a través de su importante participación en el bloque MERCOSUR como así también por haber resultado de gran utilidad en el Mexa, acreditando carreras para Bolivia a través de un acuerdo y colaborando con el aporte de técnicos y especialistas en la creación de la agencia acreditadora en Paraguay, denota su capacidad de actuar en procesos de evaluación internacionales. En este sentido, no se pone en duda su contribución en estos procesos, más allá del MERCOSUR, si la misma fuese requerida, teniendo en cuenta, además, que la ingeniería es una profesión internacional y que cada día es más frecuentemente que el ingeniero deba desplazarse alrededor del mundo para ejercer su profesión.

**Evidentemente el proceso de transformación digital se ha acelerado con la pandemia y las Ingenierías contribuirán en todo el mundo a su concreción. ¿Cómo ve el tema desde nuestras Universidades? ¿Hay posibilidades de fortalecer la formación para contribuir a**

**este proceso de digitalización que abarca toda la sociedad?**

Como han expresado, el cambio respecto de la virtualización y digitalización de los procesos de enseñanza era un tema ya incorporado en los debates de la educación superior, y esta pandemia y sus medidas preventivas y sanitarias, no hicieron más que adelantar ese proceso. Este contexto, en el cual se vieron inmersas las instituciones educativas, expuso debilidades y fortalezas de cada una, implicó la digitalización y virtualización de contenidos, el desarrollo de mecanismos didácticos, pedagógicos y estrategias de evaluación con mediación tecnológica, demostrando la capacidad de adaptación del sistema al mismo tiempo que expuso las desigualdades en el acceso a bienes y servicios por parte de los docentes y estudiantes, dejando enseñanzas que serán el pilar para el desarrollo de estrategias que permitan garantizar la calidad y la inclusión en la educación. Esto implica que, en el caso de nuestras universidades, si bien la adaptación no fue equitativa en todas las instituciones, se logró sentar las bases de una educación remota, y todas en mayor o menor medida, y, en general, dependiendo del nivel de desarrollo previo con el que contaban, pudieron continuar con los trayectos formativos de los estudiantes. Además, esta capacidad que demostraron las universidades implican un potencial que excede sus límites a demás estructuras económicas y sociales de nuestra sociedad, pudiéndose ayudar a transformar el mundo productivo y los actores del mismo. Por lo tanto, ese potencial permitirá una vez más, posicionarse para el fortalecimiento de la formación y sin duda continuar contribuyendo en este proceso de digitalización, en el cual las ingenierías ocuparán un lugar necesario.

**¿Ud. entiende que esto requerirá cambios curriculares y metodológicos, en particular en carreras como las Ingenierías?**

Sin duda, no sólo en las carreras de ingeniería, las metodologías serán otras, y los cambios

curriculares estarán marcados por una mayor flexibilidad, en nuevos e innovadores planes de estudios centrados en el estudiante y en el desarrollo de competencias, que le aseguren cumplir con las actividades reservadas de sus carreras, y que puedan ser comparables internacionalmente y estén alineados al nuevo perfil profesional del Ingeniero que se requiere en éstos tiempos.

**Por último, nos interesa una reflexión suya sobre el impacto que ha tenido el proceso de "virtualización forzada" de los estudios universitarios (en particular en las Ingenierías) y la formación de profesionales de calidad en el país.**

Si bien no estamos en condiciones actualmente de precisar los resultados en términos de rendimiento académico, suficiencia en competencias docentes y de gestión, el impacto de este obligado proceso de virtualización total durante más de un ciclo lectivo debería constituirse en un aprendizaje, porque sin duda, se ha acelerado una entrada hacia una nueva era del aprendizaje la cual precisa, además, de la tecnología, de personas con capacidades y habilidades adecuadas. Indudablemente, algo se ha movilizado en docentes y estudiantes y ello debe constituirse en una oportunidad para repensar y rediseñar los procesos de enseñanza y aprendizaje, donde la ingeniería no escapa a estos cambios y se encuentra en la enseñanza de su disciplina con tiempos de profunda transformación, demandando así nuevos conocimientos y procesos.

La experiencia adquirida debe capitalizarse para un rediseño de estos procesos, al tiempo que obtener mayor partido de las tecnologías. Es de esperar, en este sentido, que sean muchas las Instituciones universitarias que emprendan el camino de una necesaria renovación pedagógica que favorezca tanto la calidad como la equidad.

Habremos perdido una gran oportunidad si no se realiza una profunda reflexión, acerca de las lecciones aprendidas éstos meses.





## RELACIONES INSTITUCIONALES DE LA ACADEMIA

# LA ACADEMIA DE LA INGENIERÍA DE LA PROVINCIA FIRMÓ CONVENIOS MARCO DE COOPERACIÓN CON UNIVERSIDADES NACIONALES

La Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires, firmó una serie de convenios con universidades nacionales con el objetivo de establecer acciones de cooperación. Los acuerdos se firmaron con la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM) y con la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ). Estos entendimientos tienen por objetivo impulsar actividades conjuntas y programas de trabajo para la generación, difusión y aplicación de conocimiento científico y tecnológico a los sectores productivos y sociales, así como también propone la difusión y promoción de las carreras de Ingeniería en diversos ámbitos y el desarrollo de actividades de valor formativo para estudiantes y graduados de las carreras involucradas.

El magíster Jorge Eterovic, Decano del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM), y Patricia Arnera, Presidente de la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires (AcaIngpBA), rubricaron un acuerdo de cooperación y asistencia técnica entre ambas instituciones.

“Para la Universidad es muy importante este acuerdo porque nos permite fomentar la vinculación académica, investigativa y de extensión, al mismo tiempo que nos abre la posibilidad de contactarnos con entidades de la Provincia, como la Academia”, valoró Eterovic.

Por su parte, Arnera resaltó la importancia del acuerdo para la capacitación de estudiantes e investigadores de esta Casa de Altos Estudios. “Consideramos estratégica la firma de este convenio para manifestar la voluntad que tenemos las instituciones para

interactuar y potenciar la formación de los futuros ingenieros”, puntualizó.

En su primera visita a la UNLaM tras asumir la presidencia de la Academia, Arnera, acompañada por una comitiva del Departamento, recorrió el campus y las instalaciones de la Universidad en la que destacaron la importancia del desarrollo del Polo Tecnológico en el Distrito.

Respecto al convenio con la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, el mismo fue rubricado por el Sr. Rector de dicha institución el Dr. Diego Alejandro Molea y por la Ing. Patricia Arnera. A partir de este acuerdo, la UNLZ y la AcaIngpBA desarrollarán programas de trabajo para la generación, difusión y aplicación de conocimiento científico y tecnológico a los sectores productivos y sociales.

La Facultad de Ingeniería de la UNLZ será el área responsable de llevar adelante el proyecto, donde además se realizará la difusión y promoción de las carreras de Ingeniería en diversos ámbitos, y el desarrollo de la cooperación de actividades de valor formativo para estudiantes, graduados y graduadas.

# INCORPORACIONES DE NUEVOS INTEGRANTES DE LA ACADEMIA



## ACADÉMICO TITULAR PABLO LORENZO RINGEGNI

El Ing. Pablo Ringegni, es Ingeniero Aeronáutico en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (1992). En el año 2005 obtiene el título de Especialista en Tecnología Aeroespacial (UTN-FRH). Desde el año 2017 accede al cargo de Profesor Titular Ordinario, con Dedicación Exclusiva en la FI-UNLP, para dictar las materias Mecanismos y Sistemas de Aeronaves (del Departamento de Aeronáutica), Mecanismos y Elementos de Máquinas (del Departamento de Mecánica) y Mecánica y Mecanismos (para Ingeniería Industrial, Departamento de Producción). , Actualmente es Coordinador de la Unidad de Investigación y Desarrollo "Grupo de Ensayos Mecánicos Aplicados" (UID GEMA) donde desde el año 1994 se realizan actividades de Investigación, Desarrollo, Transferencia de Tecnología y Ensayos para diferentes industrias como la Aeronáutica, Aeroespacial, Automotriz, Metalmeccánica, entre otras. Es miembro del

**Conferencia de incorporación:**  
21 de abril de 2021

**Título:**  
Satélites Argentinos. Ensayos mecánicos para la calificación y aceptación.

**Publicada en:**  
[https://www.youtube.com/watch?v=ULwInMfQjk&ab\\_channel=AcademiadelalIngenier%C3%ADa-PBA](https://www.youtube.com/watch?v=ULwInMfQjk&ab_channel=AcademiadelalIngenier%C3%ADa-PBA)

**Resumen:**  
En el marco global de la actividad de I+D desarrollada en la Argentina en el tema satelital, se realizó una exposición de referencia sobre los diferentes ensayos ambientales que se contemplan para la calificación y aceptación de los satélites y sus componentes o sistemas, enfocando particularmente en los ensayos mecánicos, para los cuales se describieron el propósito de su realización, sus características, desarrollo y consideraciones generales.

Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA) de la UNLP a través de la participación de la UID GEMA como integrante del CTA. Es integrante del Consejo Tecnológico para el Desarrollo Satelital (CTSAt) creado por el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva de la Nación para atender temas vinculados con el Plan Nacional Espacial Argentino, donde es miembro suplente a partir del año 2015. Ha sido Miembro Titular de la Comisión Asesora de la Dirección General de Planificación para la Defensa, designado por el Ministerio de Defensa de la Nación para el Proyecto del vehículo ligero todo terreno VLEGA "Gaucha" (2008-2015).





## ACADÉMICA CORRESPONDIENTE MARÍA DEL CARMEN ANDRADE PERDRIX.

M<sup>a</sup> del Carmen Andrade Perdrix es Dr. en Química Industrial y ha sido Profesor de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja" del CSIC del que fue Directora durante 13 años. En la actualidad es Profesor Visitante en el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE) de la Universidad Politécnica de Cataluña. Su especialidad es la corrosión de la armadura y la durabilidad del hormigón. Es Doctor Honoris Causa por las universidades de Trondheim (Noruega) y de Alicante (España) y es Profesor Titular 2021 de la Catedra "Construindo a Amanha" de la Universidad de San Paulo. Ha recibido diversos Premios internacionales. Ha sido Presidente de organizaciones internacionales como UEAtc, RILEM, WFTAO y Comité de Liaison. Es Fellow del fib y de la Rilem de la que además es Miembro Honorario. Ha sido Directora General de Política Tecnológica del Ministerio de Educación y Ciencia de España y Asesora del Secretario de Estado de Universidades en el Ministerio de Ciencia e Innovación. En la actualidad es Presidente de ALCONPAT, y Vicepresidente de la AEAC.

**Conferencia de incorporación:**  
15 de junio de 2021

**Título:**  
A la sostenibilidad por la durabilidad del hormigón estructural

**Publicada en:**  
[https://www.youtube.com/watch?v=daBJLP1Umd8&t=2098s&ab\\_channel=AcademiadelalIngenier%C3%A1-Da-PBA](https://www.youtube.com/watch?v=daBJLP1Umd8&t=2098s&ab_channel=AcademiadelalIngenier%C3%A1-Da-PBA)

**Resumen:**  
Mientras el siglo XX comenzó con el desarrollo del hormigón estructural material que ha sido básico en el desarrollo de las sociedades industriales, el siglo XXI amanece indicándonos la importancia del desarrollo sustentable para no agotar los recursos del planeta ni llevarlo a extremos climáticos. Este es el reto de los ingenieros en los años presentes: hacer posible un nivel de vida confortable a toda la humanidad con el máximo respeto a las leyes de la naturaleza. En el caso del cemento y del hormigón, es especialmente importante reducir la huella de carbono además de hacer las construcciones lo más durables posibles y por tanto lo menos vulnerables al efecto del ambiente. Son muchas las áreas donde se puede incidir sin necesidad de revoluciones tecnológicas, de las que se comentarán algunas: reducir el contenido de Clinker de los cementos, uso de recursos naturales locales ahorrando transporte y energía, elegir diseños robustos contra el ambiente, optimizar la composición del hormigón para una larga vida útil y finalmente su reparación y reciclado. Se exponen métodos avanzados de vida útil y de resistividad eléctrica del hormigón como una solución de diseño de durabilidad práctica y económica.

SUMATE A  
NUESTRO CANAL DE  YouTube



Contenidos, conferencias, actividades y más

<https://www.youtube.com/channel/UC2FJw5sdRmucAuKRbrpMqA>

# LA ACADEMIA DE LA INGENIERÍA DE LA PBA ENTREGÓ EL “PREMIO CONSAGRACIÓN”

## ENTREVISTA AL ING. GUILLERMO BARRETO.

La Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires entregó el “Premio consagración Ing. Félix J. Lilli” al Ing. Guillermo Barreto. que se otorga cada tres años para reconocer la labor de aquellos ingenieros que hayan desarrollado en el país, en el más alto nivel, una destacada en el campo profesional, en las ciencias y la tecnología o en la docencia universitaria.

Barreto es Ingeniero Químico por la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) –título que obtuvo en 1973– y Doctor of Philosophy por la Universidad de Londres, Inglaterra (1984). Investigador del CONICET desde 1979, actualmente es investigador superior Principal ad honorem y Profesor Emérito. Su especialidad es la ingeniería química y las reacciones químicas. Desempeña sus tareas en el Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas “Dr. Jorge J. Ronco” (CINDECA, CONICET-UNLP-CICPBA).

En una entrevista con In-Genium, el Ing Barreto repasó parte de su extenso recorrido por el ámbito de la docencia y la investigación. También se refirió a la importancia de la educación continua y acerca de cómo se originó su interés por estudiar Ingeniería Química en la Universidad platense.



### Link a la conferencia

[https://www.youtube.com/watch?v=w8zbNjWNW-vI&ab\\_channel=Academiadelaingenier%C3%ADa-PBA](https://www.youtube.com/watch?v=w8zbNjWNW-vI&ab_channel=Academiadelaingenier%C3%ADa-PBA)

Ud. se ha formado como Ingeniero en la Universidad Nacional de La Plata y posteriormente hizo sus estudios de Doctorado en Inglaterra. Podría darnos una reflexión sobre sus estudios en Argentina y en el exterior y comentarnos si esta combinación favorece la formación para la Investigación científica y tecnológica.

En la época de mi estadía en el exterior, principios de los años ochenta, era muy importante contar con esta posibilidad, dado que existía una importante brecha en la diversidad de los temas de investigación y también en los recursos, sobre todo en lo que respecta a instrumental y a equipamiento. Por otro lado, es importante remarcar que ni en nuestra Facultad, como en casi en ninguna de las facultades de ingeniería del país había la posibilidad de realizar una carrera de posgrado. En ese momento, fines de los '70, principios de los '80, la diferencia en volumen de las actividades que se realizaban en la Argentina en relación al exterior era muy dispar. Actualmente, quizás es menos importante. Pero definitivamente creo que la estadía en otro centro de investigación y enseñanza siempre será muy positiva para ampliar el horizonte de conocimiento y perspectivas. Yo le recomiendo a todo el que tenga la posibilidad de hacerlo, que lo haga.

En su trayectoria académica se destaca su labor como docente. En este número de nuestra Revista, dedicado a la Formación de Ingenieros, sería de interés una reflexión suya como docente en el área de Ingeniería Química y sobre qué aspectos cree que deben evolucionar/mejorar hacia el futuro.

Como estudiante, y posteriormente como docente investigador no puedo señalar deficiencias relevantes en la enseñanza de la especialidad de Ingeniería Química. Ha habido mejoras en la infraestructura y en la adecuación de los planes de estudios y en los contenidos de las asignaturas para incluir los progresos de la especialidad y enfatizar aspectos como seguridad en el diseño, operación de plantas químicas y preservación del medioambiente. Cabe señalar que en los últimos 20 años se han actualizado tres veces los planes de estudios en nuestra Facultad de Ingeniería.

Otro aspecto altamente significativo fue la apertura de carreras de posgrado en Ingeniería -doctorado y magister- a partir de fines de los ochenta. Hasta la actualidad, egresaron más de doscientos Doctores en Ingeniería. Sin dudas se podrían mencionar aspectos puntuales para mejorar en el futuro. Por ejemplo, creo importante profundizar la gestión de recursos para renovar y facilitar el mantenimiento del equipamiento para las actividades prácticas de laboratorio.



**Ud. se desempeña en una de las Unidades de I+D+I más reconocidas en la Universidad, tal como es el Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas "Dr. Jorge J. Ronco" (CINDECA, CONICET-FCE UNLP-CI-CPBA). ¿Podría darnos un panorama de los temas que abarca el mencionado Centro y en particular aquéllos en los que Ud. participa directamente?**

Una parte sustancial de las actividades del Centro está orientada al desarrollo de catalizadores sólidos, lo cual implica su preparación y caracterización. Este último aspecto incluye la evaluación de la performance de los materiales para promover las reacciones deseadas. La motivación de estas actividades obedece a distintos aspectos. Como ejemplos:

- Para determinadas aplicaciones, desarrollar materiales más eficientes, sea para mejorar la rentabilidad del procesos o minimizar la cantidad de desechos o los contaminantes en los mismos.

- Emplear nuevos materiales para la preparación del catalizador, sea a partir de fuentes naturales no aprovechadas o extracción de componentes valiosos de materiales de deshecho.

- Desarrollar materiales aptos para la transformación catalítica de materias primas no convencionales, como ser la biomasa o el reciclado de desechos, por ejemplo materiales plásticos.

Las aplicaciones para los materiales catalíticos desarrollados en el Centro son muy variadas. En líneas generales puede mencionarse la obtención de productos valiosos (sustancias químicas para una gran variedad de usos o combustibles), procesos de purificación para aumentar el valor de los productos o eliminar compuestos indeseables, como por ejemplo eliminar nitratos del agua potable, o también la descontaminación de efluentes gaseosos o líquidos.

Otras actividades incluyen:

- el desarrollo de materiales adsorbentes para retener ciertas sustancias selectivamente, con el propósito de purificación o

descontaminación, como la adsorción de CO<sub>2</sub> de gases de combustión.

- la simulación computacional a nivel molecular de las interacciones de los reactivos con la superficie catalítica, que redundan en la mejor comprensión de las mismas.

- el desarrollo de la síntesis de productos orgánicos.

Finalmente, las actividades de nuestro grupo de trabajo está orientado al estudio de los reactores químicos, principalmente catalíticos y de aplicación industrial.

Vale aclarar que un reactor químico es básicamente un recipiente en cuyo interior se llevará a cabo la transformación química de ciertos reactivos en productos más valiosos o menos nocivos. El reactor, aparte de contener la mezcla reaccionante y frecuentemente un catalizador sólido, incluye la presencia de dispositivos auxiliares. Siempre deberán existir puertos de entrada de los reactivos y de salida de los productos, podrá existir un agitador mecánico para uniformar la mezcla reaccionante o un dispositivo para controlar la temperatura de la operación.

La ingeniería de reactores tiene como objeto el diseño de los reactores (sujeto a requerimientos de producción, factores económicos, de seguridad y preservación medioambiental) y la especificación del tipo y cantidad de la materia prima a emplear y la definición de condiciones de operación (temperatura y presión). Por otro lado, una vez instalado el reactor, se podrá optimizar las condiciones operativas para alcanzar mayor producción, menores costos operativos o mayor calidad de los productos.

La ingeniería de reactores es asistida actualmente de manera significativa por el modelado matemático de las interacciones de la mezcla reactiva con el catalizador sólido y demás dispositivos presentes en el reactor. En definitiva, la integración de tales modelos permitirá simular el comportamiento del reactor. A tal fin, el enfoque utilizado en el desarrollo de modelos es que los mismos presenten la mayor generalidad posible y puedan, en consecuencia aplicarse a una vasta cantidad de reacciones de interés.

Una importante línea de actividad del grupo de trabajo ha sido y es el desarrollo o mejora de algunos de esos modelos matemáticos.

Otra línea de trabajo es la determinación experimental y modelado matemático de la cinética de reacciones catalíticas específicas, como por ejemplo procesos denominados de hidrogenación selectiva y eliminación de compuestos orgánicos en efluentes gaseosos. También se han volcado esfuerzo para el diseño y optimización conceptual de reactores químicos (o sistemas de reacción incluyendo otras operaciones) para procesos específicos, por ejemplo los mencionados previamente. El grupo de trabajo también ha ejercido una cantidad de trabajos de asistencia a empresas de producción, muy especialmente con YPF, en temas relacionados con reactores químicos. Finalmente, en forma puntual debo mencionar un proyecto reciente tendiente a mejorar la eficiencia de calefactores de tiro balanceado (que en esencia es un "reactor" cuyo propósito es generar calor), con resultados promisorios. En el CINDECA los equipos de trabajo están conformado en su mayoría por Licenciados y Doctores en Química y por Ingenieros.

**En la Conferencia que Ud. dio al recibir el premio Consagración de la Academia, se refirió a "Reactores catalíticos heterogéneos. Tendencias en los últimos 50 años". ¿Podría darnos algunos conceptos fundamentales sobre el tema?**

El propósito principal de la presentación fue ejemplificar como la aparición de nuevas necesidades o demandas de la sociedad impulsan el desarrollo de respuestas tecnológicas innovadoras. Específicamente se consideró la aparición de regulaciones en la pasada década de los 70 para reducir los contaminantes en los gases de vehículos de combustión interna. Dichas regulaciones pudieron satisfacerse con el desarrollo de un nuevo concepto de reactores catalíticos, denominados "monolíticos". Se explicó su aplicación ulterior a otros procesos y el incentivo generado para el desarrollo de una

familia de reactores catalíticos que incorporan ventajas adicionales.

**Sin dudas usted es un investigador y docente muy destacado de la UNLP. Nos interesaría una reflexión sobre aquellos aspectos de su formación como Ingeniero que fueron más significativos para el desarrollo de su brillante carrera como Investigador Científico y Tecnológico.**

Como estudiante de Ingeniería Química me resultaron especialmente interesante dos aspectos: el curso de reactores químicos y la introducción a la programación por computadora para resolver modelos matemáticos. Estos dos aspectos, consciente o inconscientemente marcaron la mayor parte de las decisiones posteriores. También puedo mencionar circunstancias significativas que hicieron que desarrolle mi carrera en el campo académico. Como fue el ofrecimiento, luego de mi graduación, para colaborar en la cátedra de reactores químicos y participar en un proyecto de investigación sobre el tema y la posterior posibilidad de realizar un doctorado en el exterior. Las realizaciones a lo largo de la carrera fueron posibles por el apoyo económico de las instituciones nacionales, por contar con excelentes colegas y colaboradores y, personalmente, una importante dedicación, realizada con gusto, pero con la desatención de ciertos aspectos personales.

**Finalmente, nos interesa conocer, ¿Cómo surgió su inquietud por estudiar Ingeniería Química?**

En ese momento tenía un desconocimiento total sobre la carrera. Sí tenía una gran afinidad en la escuela secundaria con Matemática y Química. A partir de ese interés, pensé que la carrera podía llegar a concertar estos aspectos. También tuve la influencia de un amigo mío, que en ese momento estudiaba Ingeniería Química en San Juan. Yo vivía en Mendoza y allí no se dictaba la carrera. También se podía cursar en Santa Fe y en La Plata que es por la Universidad que opté.

# EL PROCESO FORMATIVO DE LOS INGENIEROS, MÁS ALLÁ DE LA TITULACIÓN DE GRADO

- CECILIA ELSNER
- PATRICIA ARNERA
- CARLOS MURAVCHIK
- LUIS TRAVERSA

Este número de la Revista de la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires se enfoca en la Formación de Ingenieros, en particular en Argentina. En este contexto nos interesa analizar la importancia de las actividades de formación que siguen a la titulación de grado: ciclos de actualización profesional, titulaciones de postgrado y procesos de perfeccionamiento técnico personal que hacen a lo que se denomina “aprendizaje continuo” y que potencian la calidad de los recursos humanos formados, tanto para las actividades de I+D+I como para el trabajo profesional de los Ingenieros.

CECILIA  
ELSNER



¿Ud. Entiende que el proceso formativo y de actualización de las Ingenierías se extiende más allá de la obtención del título de Grado e incluso de alguna titulación de postgrado? ¿Cuál cree que es el rol que puede cumplir el área de Postgrado de las Universidades en este tema?

La actualización del proceso formativo de las carreras de ingeniería requiere la reformulación de los contenidos del currículo de grado y la reevaluación o reformulación de los procesos de enseñanza-aprendizaje. En este contexto, para dar respuesta a las necesidades emergentes de estos cambios es prioritario que las Unidades Académicas cuenten con áreas de postgrado con capacidad para complementar o fortalecer áreas específicas de conocimiento que permitan formar RRHH altamente capacitados en áreas determinadas dentro del campo socio-productivo actual. Dentro de este contexto en el país y en el mundo es cada vez más amplia la oferta de carreras de Especialización, Maestría y Doctorado, cada una de ellas con objetivos y alcances bien definidos. El amplio espectro de la oferta de carreras estructuradas de Especialización y Maestría está orientado a profundizar, en el dominio de una temática específica, la capacitación profesional en aspectos teóricos, metodológicos y técnicos, generando RRHH altamente competentes para desempeñarse en el ámbito profesional. Por su parte, las carreras de Maestría y Doctorado personalizadas tienen por finalidad profundizar en el desarrollo teórico y/o tecnológico-profesional con orientación a la actividad académica.

En Argentina (y en el mundo) se trabaja sobre una diferenciación de carreras de postgrado “académicas” y “profesionalistas”, con diferencias en el modo de exponer en la Tesis de Maestría y Doctorado. También existe un enfoque que propone un modelo más unificado, entendiendo que la formación y la adquisición/generación de conocimientos propios de un postgrado no tienen necesariamente estos perfiles “contrapuestos”. ¿Cuáles son sus ideas al respecto?



En mi opinión la diferenciación entre carreras de postgrado “académicas” y “profesionistas” se basa, fundamentalmente, en el objetivo a alcanzar. El trayecto formativo, así como la profundidad con que debe abordarse la temática en estudio serían equivalentes. En su gran mayoría, las carreras “profesionistas” son estructuradas y, en muchos casos multidisciplinares, con un currículo definido en base a las competencias que se pretenden aportar, están relacionadas con un objetivo específico y un ámbito de aplicación más concreto. Por su parte, las carreras “académicas” son personalizadas y apuntan a la generación de capacidades y conocimientos con un espectro más amplio. En lo personal, no considero que los perfiles sean contrapuestos sino complementarios y su coexistencia en el sistema universitario permite formar profesionales altamente capacitados para desempeñarse tanto en el sistema científico como en el ámbito profesional.

## CARLOS MURAVCHIK



**En los trabajos “del futuro” se insiste en la importancia del aprendizaje orientado a las tareas creativas y la innovación. ¿Ud. cree que se puede orientar la formación para despertar la capacidad de “innovación” en los alumnos, desde etapas tempranas en la Escuela y la Universidad? ¿De qué modo se puede contribuir a este enfoque? ¿Qué acciones/actividades sugeriría?**

La respuesta es sí. Así como es tan definitiva la respuesta, es de difícil la acción. En primer lugar pienso que hay que ser consciente de que es natural que no todas las personas posean el mismo potencial para desarrollar tareas creativas y de innovación. Existe una diversidad de capacidades muy deseables en la formación de quienes trabajarán con tecnología, como ingenieros e informáticos, y la de creatividad/innovación es sólo una de ellas. Sin embargo, por esto mismo es un bien escaso y se torna muy importante fomentarlas en quien las posee o en todo caso incentivarlas, y más importante es no atenuarlas o aún aniquilarlas. Esta última frase sugiere que en el estado actual, voluntaria o involuntariamente, directa o indirectamente se implementan acciones que van en su detrimento. Desarrollar plenamente esta idea es muy largo y seguramente no sea yo la persona adecuada para hacerlo con justeza. Queda dicho entonces, que deben ser impulsadas. En mi experiencia personal, pienso que es muy ineficiente relegarlas al último período de la enseñanza formal en la Universidad. Tampoco se trata de conocimientos que puedan ser impartidos a partir de un curso, libro u otra unidad educativa (un error en el que incurrimos muy frecuentemente: todo debe ser motivo de una unidad educativa diseñada para un propósito). Por esto mismo, sería mucho más conducente al “dar” clases tanto en escuelas y colegios como en universidades, el ir incorporando acciones orientadas a estimular la poca o mucha capacidad innata en el estudiante. Es decir, parece lógico suponer que un proceso natural de incorporación de estímulos sea el

camino a aplicar; más que esperar que repentinamente “salte la liebre” en la Universidad, por lo que es una obviedad que resulta preferible pensar en estimular la creatividad e innovación desde temprano.

Cabe recordar que en muchos lugares especializados e incluso corrientes educacionales, nacionales y extranjeras, se estimula desde antes del ciclo escolar este tipo de actividades. Planteada la necesidad de hacerlo, viene lo más importante: ¿cómo hacerlo? Nuevamente, por razones de espacio, sólo esbozaré unas pocas ideas. En mi opinión uno de los puntos clave es el aprender y entrenarse en “inferir” y adquirir la capacidad para describir los resultados. Esto puede comenzar con un experimento tan simple como con la maestra de primer grado mostrando un lápiz y pidiendo a los alumnos que digan qué propiedades tiene, cómo es. Por supuesto se trata de insistir con ejercicios diarios, continuos y de intensidad creciente y recurrente (cada tanto retroceder para reforzar lo visto, captar a quienes hayan quedado atrás, etc). Siempre se trata de mantener un balance entre lo inductivo y lo deductivo; especialmente a través de experimentos simples más allá de los “kits educacionales preparados”. En la Escuela, basta con clavar un clavo con un martillo en madera y hacer las preguntas correctas ¿por qué? ¿para qué? ¿cómo?. Hay que ir más allá de la rutina preparada, meramente informativa, que se lee en libros y manuales (el lumbricario, el “ecosistema: la laguna”, etc). Sin embargo, aclaro que esto lo digo a la luz de cierta experiencia personal, tratando de introducir sentido común (que no siempre es común ni tiene sentido). En el ámbito universitario, la formación o preparación para la inferencia se basa en (i) Hacer, construir, desarrollar, probar proyectos simples. Esto se puede hacer de modo distribuido en varias asignaturas, desde los primeros años: involucra típicamente matemáticas, física y química. (ii) Experimentación guiada. Estas son las clásicas clases de laboratorio, de las que suele haber demasiado pocas; usualmente atribuibles a la cantidad y tipo de

equipamiento disponibles. Habría que “condimentarlas” con reportes escritos y que incluyan una importante sección de “Trabajo Futuro”. Para que el alumno (él, no el docente) vislumbre lo que puede hacer con el ejercicio. (iii) Cuantificación guiada (incluye estadística mínima). De modo somero, se trata de rever la ejercitación práctica. Se ha instaurado que como los ingenieros e informáticos no serán matemáticos, físicos o químicos, les basta resolver problemas ilustrativos simples que involucren usar una “receta” ejemplificada por un problema modelo de la sección que se estudia y otros que no implican más que “ponerse a dar vuelta la manivela”. Para mí es un craso error y aunque cuesten trabajo, propugno plantearse (a) pequeñas demostraciones (y demostrar algunos teoremas en clase) que son importantes no para proveer información, sino para favorecer la capacidad analítica. (b) cambiar la naturaleza de ciertos “problemas”, hacerlos integradores y/o desafiantes incorporando la modelización de alguna situación realística como fuente de datos. (c) los laboratorios (de física, química, electrotecnia, materiales, programación, etc) deben tener un reporte (no IRAM) que contenga un poco de trabajo personal sobre cómo medir de otro modo, analizar los errores del método, cómo evaluar la corrección de los resultados, qué otras cosas se podrían medir con dispositivos similares. Eventualmente, también ejercicios prácticos derivados del laboratorio y sus datos.

Quiero apuntar que muchas de estas ideas se han usado más o menos imperfectamente en décadas anteriores, pero se ven dejadas de lado por la aparición de otros “saberes” e intereses de los alumnos, que compiten por tiempo de currícula. Puedo aportar, nuevamente de modo ostensiblemente auto-referencial, que varios ejercicios prácticos como los citados, en asignaturas dictadas a comienzos de los '90, hoy no podrían ser resueltos por un buen número de alumnos actuales a menos que se los guiara paso por paso. Esto no es sólo un problema de la etapa universitaria, viene de más lejos.

Quiero destacar que lo dicho para nada implica olvidarnos de un alumno más empiricista: el que arma un experimento para demostrar o validar algo o quien hace un programa o algoritmo con ese objeto. Bienvenido! Posiblemente sean personas menos analíticas, pero de ningún modo deben ser dejados de lado; por el contrario, las exigencias para aprobar deberían fácilmente contemplar alternativas de este tipo.

Finalmente, lo ya expresado es fuertemente dependiente del entusiasmo y dedicación docente, de su compromiso y responsabilidad. Y aquí también me siento en deuda.

**El desarrollo de la Investigación Científica históricamente ha marcado una diferenciación de Investigación “teórica” y “aplicada”. Incluso en los últimos tiempos también se menciona la “Investigación tecnológica”. ¿Cómo es este tema en las Ingenierías? Incluso considerando el amplio espectro del conocimiento que abarcan “las Ingenierías”. En este contexto, ¿Ud. considera que la incorporación de alumnos en actividades de Investigación durante el desarrollo de sus carreras es positivo?**

Estos conceptos vienen discutiéndose desde hace mucho tiempo pero procuraré dar mi limitada visión de aficionado. Seguramente el llamado “Manual de Frascati” (OCDE, 2015) tiene una versión más amplia, correcta y precisa de lo que diré.

Investigación Básica es investigación con el propósito de obtener nuevo o mejorar el conocimiento. Investigación Aplicada es estudio científico e investigación en busca de soluciones a problemas prácticos. Tecnología es el conocimiento de los artefactos, enfatizando en su construcción. Investigación tecnológica es investigación con el propósito de producir nuevos y mejores artefactos. Las actividades de innovación tecnológica son el conjunto de etapas científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales, incluyendo inversiones en nuevos conocimientos, tendientes a la implementación de productos y de procesos nuevos

o mejorados. La investigación y desarrollo (I+D) no es más que una de estas actividades y puede ser llevada a cabo en diferentes fases del proceso de innovación, siendo utilizado no sólo como la fuente de ideas creadoras sino también para resolver los problemas que pueden surgir en cualquier fase hasta su culminación. Recientemente se ha puesto en boga hablar de “I+D+i” (I+D + innovación). Cansados de las definiciones, digamos que parece claro que IB e IA son la base de la IT y que las tres son el sustento de la I+D+i. Estas relaciones, sean basadas en las definiciones formales como meramente en lenguaje coloquial, parecen resumir lo que entendemos por investigación en Ingeniería. Debería notarse que se trata de un proceso cuyas partes interactúan profundamente y que parece difícil poder prescindir de o comprar alguna de ellas. La producción de bienes y servicios requiere un recurso humano especializado que difiere de la del científico que está en el laboratorio.

Hace bastantes años solíamos tratar de ilustrar con una metáfora estos mecanismos, necesariamente incompleta por ser tan simplista. La investigación básica es como una parra que crece entrelazándose en una glorieta alta y produce uvas en tentadores racimos que nos quedan fuera del alcance de la mano. Pero la investigación aplicada genera la escalera y la cesta con las cuales los tecnólogos se suben y recogen las uvas, que luego llevan al piso para quedar a disposición de quienes deseen usufructuarlas (tecnólogos, ingenieros e informáticos).

Y claro, a la luz de lo antedicho, incorporar alumnos en las actividades de investigación es sumamente positivo. ¿Por qué razones? Ya sin detenerme a aburrir con explicaciones, van algunas: (a) Como incentivo/estímulo a quien tiene ese interés. (b) Como colaboración con el equipo de investigación. (c) Como campo de prueba –para el equipo y para el alumno- del entorno de investigación. (d) Para probar ideas provenientes de resultados de investigación en la formulación de problemas de ejercitación y laboratorios de asignaturas.



La universidad es una institución educativa y con ese punto de vista debe ofrecer a cada tipo de alumno, ya en una de sus últimas etapas formativas estructuradas, una vía que favorezca su desarrollo personal e impulse sus capacidades. Cuando el Confedi (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería) trata de encuadrar a todos los estudiantes en Trabajos de Final de Carrera (TF) y Práctica Profesional Supervisada (PPS) para que tengan una “experiencia industrial”, entiendo que deben tener objetivos más amplios y flexibles que como han sido planteados. Tampoco se trata de forzar a que todos los alumnos participen en la investigación; sino que lo haga quien así lo desea y con la orientación con la que se sienta confortable; compatible con los recursos disponibles. Sólo en ese sentido mi respuesta a la participación en tareas de investigación es SI!. Y resulta muy alentadora la señera y precursora acción de la CIC (Pcia de BsAs) con sus Becas de Entrenamiento y una variedad de becas y estímulos que han ido surgiendo a través de ciertas facultades, y más recientemente a través de las UUNNs y el CIN. En la metáfora de la parra, las uvas, y la escalera, el estudiante del que hablamos es un “aprendiz de fabricante de escaleras” y por el momento, por su agilidad, se entrena subiéndose a ellas, ayudando a cosechar y bajar las uvas.

## LUIS TRAVERSA



**La actualización profesional (en particular en las áreas vinculadas al cambio tecnológico) es un requerimiento continuo y cambiante en cuanto a los temas. Esto refuerza la idea de tener más actividades tales como “ciclos de cursos” o Especializaciones orientadas a una temática específica, dejando las Maestrías y en particular el Doctorado para los temas de mayor alcance o permanencia en el tiempo. ¿Ud. cree que incrementar estas actividades de actualización en todas las áreas de la Ingeniería es necesario? ¿Cómo ve la posibilidad de autoaprendizaje o aprendizaje a distancia mediado por tecnología en estos casos? ¿Pueden potenciarse estos mecanismos desde la Universidad y en particular desde los Centros de Investigación y Desarrollo universitarios?**

Se considera que resulta necesario incrementar las actividades de actualización, fundamentalmente mediante cursos de especialización temáticos en todas las áreas de la ingeniería, dependiendo de las necesidades que surjan de un análisis en conjunto con los sectores productivos.

Los Centros de Investigación y Desarrollo tienen una amplia experiencia en la realización de estas actividades con participación activa de las universidades y del sector productivo. Puede indicarse como antecedente significativo los Cursos de Posgrado en Tecnología Avanzada del Hormigón que programó la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CICPBA) en el Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario de Investigación Tecnológica (LEMIT) desde 1982, con la participación de la Universidades Nacional de La Plata (UNLP), del Centro de la provincia de Buenos Aires (UNCPBA) y del Sur (UNS), con el Sector empresarial vinculado a la temática quienes participaron en la organización y selección curricular. Los alumnos que aprobaron la totalidad de las evaluaciones, de acuerdo al convenio marco firmado oportunamente, recibieron un diploma de Espe-

cialización en Tecnología Avanzada del Hormigón otorgado por la U.N.L.P.

Debe mencionarse que los alumnos que fueron seleccionados de acuerdo a su perfil y procedencia, gozaron de una beca otorgada por la CICIPBA ya que los cursos se dictaron con una duración de 8 meses en las instalaciones del LEMIT en la ciudad de La Plata. En los cursos participaron como alumnos regulares profesionales del sistema científico y profesionales externos argentinos y latinoamericanos que desarrollaban sus actividades en el ámbito universitario o productivo, público o privado.

El plantel de docentes estuvo integrado por destacados profesores nacionales y profesores extranjeros seleccionados de acuerdo a sus actividades académicas y de investigación, tratando de invitar a aquellos que estaban desarrollando temas de vacancia en la temática en la Argentina a fin de elevar el nivel de la especialidad. Entre los profesores extranjeros invitados puede mencionarse al Ingeniero Adam M. Neville, el Ingeniero V. M. Malhotra y el Profesor Folker H. Wittmann. Miembros de la Academia de la Ingeniería de la provincia de Buenos Aires participaron en la organización de estos cursos y en el dictado de los módulos, contando con un Comité Académico y un Comité Empresarial. El Ingeniero Alberto Giovambattista se desempeñó como director del mismo y, entre los docentes, puede mencionarse al Ingeniero José Fermín Colina y al Ingeniero Luis Julián Lima.

Este curso tuvo continuidad en el tiempo ya que se dictó en años sucesivos adoptándose con posterioridad como un curso de Posgrado de la Universidad del Centro, pasando entonces a ser un curso de dicha universidad, destinado fundamentalmente a la obtención de los grados académicos de Magister o Doctorado, perdiendo la cooperación activa del sector empresarial.

Este esquema fue replicado años más tarde en el Curso Avanzado de Especialización en Restauración y Conservación de Construcciones y Bienes de Valor Patrimonial, que se

dictó con modalidad teórico-práctica desde el año 2008, con la participación especialistas argentinos y españoles del Instituto Andaluz del Patrimonio mediante un acuerdo de colaboración con el LEMIT. Esta idea fue también empleada en los cursos que actualmente se dictan sobre Restauración y Conservación del Patrimonio Construido con participación fundamental de personal con amplia experiencia en la ejecución de trabajos en obra (ornamentación edilicia, documentación, pinturas murales, maderas, vitrales, etc.).

Se considera que dadas las características de la actividad de Posgrado teórico-práctica con utilización y realización de experiencias en laboratorio resulta imposible de realizar la misma de modo virtual. En este caso reviste fundamental importancia la participación en la ejecución de estos cursos en los Centros de Investigación y Desarrollo especializados en la temática, los cuales disponen del equipamiento como así también de los recursos humanos y de la experiencia práctica.

**¿Ud. entiende que el proceso formativo orientado al autoaprendizaje y a desarrollar la capacidad de “resolver problemas” debe comenzar en etapas tempranas de la niñez, para encontrar su punto de maduración en la Universidad? ¿Cuáles son los ejes formativos en los que Ud. insistiría desde la Escuela primaria y secundaria para reforzar este concepto de “formación continua”?**

Se considera, de acuerdo a nuestra experiencia, que es importante reforzar en todos los niveles de la educación el concepto de formación continua. Este concepto se ha implementado desde los Centros de Investigación y Desarrollo con actividades, fundamentalmente destinadas a alumnos secundarios de escuelas técnicas. Resulta necesaria la actualización del equipamiento disponible en las mismas, no solamente equipamiento informático, el cual es fundamental, sino también el equipamiento tecno-

lógico (microscopios, equipos y dispositivos para ensayos de caracterización físico-químicas de materiales, etc.).

Debe recordarse una experiencia interesante de participación de alumnos de colegios industriales en actividades de investigación y desarrollo bajo la supervisión de investigadores en centros específicos que se ha desarrollado en distintos centros de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CICIPBA). Esta modalidad ha sido aplicada por ejemplo en el LEMIT con alumnos de la especialidad construcciones quienes desarrollan una pasantía de una duración de un año académico en un tema específico de interés del alumno. También las visitas a Centros de Investigación y Desarrollo pueden resultar de interés en la formación de los alumnos ya que durante las mismas, pueden tomar contacto con los últimos desarrollos tecnológicos. Esta modalidad puede ser implementada también mediante un programa de divulgación de la ciencia para los distintos niveles con una participación activa de investigadores y becarios divulgando sus últimos desarrollos. La experiencia acumulada en los últimos años indica un involucramiento máximo de los alumnos desde los niveles pre-escolares, escolares y secundarios. El LEMIT, conjuntamente con otros Centros de Investigación y Desarrollo ha participado en llevar al público en general esta experiencia con resultados ampliamente satisfactorios, no solamente en los ámbitos escolares sino también en predios feriales organizados por distintos organismos del Estado.

Para reforzar esta idea debe plantearse que para la formación continua la misma debe iniciarse desde los niveles iniciales de la educación, haciendo fundamental hincapié en la importancia del rol de la ciencia y la tecnología en el desarrollo, no solo personal, sino fundamentalmente, en el rol de la comunidad que las genera.



# PATRICIA ARNERA

**Claramente hay una demanda creciente de Ingenieros en Argentina y en el mundo, en particular con el foco en la importancia creciente del “conocimiento” y la competencia por recursos humanos formados que se da en todo el mundo. Por otro lado hay una valoración importante de la “innovación” como una posibilidad de agregar valor al trabajo profesional, tanto en productos como en servicios. ¿Ud cree que es posible “formar para la innovación” en Ingeniería? ¿Qué sugerencias curriculares/metodológicas propone?**

Es indiscutible la relevancia que la ingeniería tiene para el desarrollo cotidiano de la vida en la sociedad moderna. La tecnología nos ha permitido acceder a un estándar de vida el cual deseamos mejorar constantemente. Las innovaciones en la ingeniería, aún aquellas que ya son más que centenarias (como, por ejemplo: la máquina de vapor, la electrificación, las comunicaciones, el automóvil, etc.), han revolucionado por completo nuestro planeta y nuestro sistema social y continuarán haciéndolo a futuro con mayores desafíos a vencer. Hemos observado que la calidad de vida de los países, están estrechamente relacionadas con su capacidad para introducir con éxito innovaciones tecnológicas. La capacidad de innovación es un factor decisivo en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0. Cuando la innovación es exitosa, las consecuencias en la economía y la sociedad son considerables.

Reconocemos como importantes cambios que hemos vivido, los desarrollos científicos y tecnológicos, la manera de comunicarse, el acceso a la información, al uso de las tecnologías y el conocimiento.

Actualmente la palabra “innovación” es enunciada y proclamada desde diversos sectores, ya sea desde el ámbito académico, empresarial e incluso desde entidades gubernamentales.

El término innovar, etimológicamente proviene del latín innovare, que quiere decir “cambiar o alterar las cosas introduciendo

novedades”. La OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) manifiesta que la innovación es: “introducción de un nuevo, o significativamente mejorado producto (bien o servicio), de un proceso, de un método nuevo de comercialización (mercadotecnia) o de un nuevo método organizativo en las prácticas internas de una empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores”.

En una sociedad en permanente cambio, el “introducir novedades” ya sea en productos, como en servicios, o procesos, o métodos organizativos, requiere de una importante familiarización con lo existente y con aquello que eventualmente resulte necesario para la sociedad y que a su vez esta esté dispuesta a adoptar. Resulta indispensable actuar sobre la manera en que el sistema educativo asume este reto y contribuye a formar personas preparadas para afrontarlo.

El “formar para la innovación” no correspondería que sea una responsabilidad exclusiva para el ámbito universitario, debería establecerse en todo el proceso de formación y educación que poseen los jóvenes. Aún desde la más temprana edad (pre-escolar) se puede incentivar para tratar de hacer ver más allá de lo obvio y despertar el interés por buscar otras soluciones, a simples problemas que se presenten. Considero que esta etapa inicial es estratégica para la definición de las características o tipo de persona/estudiante que llegará a la universidad.

Respecto al ámbito universitario, y en particular en las facultades de ingeniería, su papel tradicional ha sido formar personas generadoras de conocimiento tecnológico y solucionadoras de problemas con base en la ciencia y la tecnología. Sin embargo, en el siglo XXI se requieren profesionales de la ingeniería que además de resolver temas que se le presenten, como parte de una organización, deberán solucionar problemas a los que se enfrenta la sociedad, siendo el ser humano el actor principal de la misma.

A su vez se debe contemplar que, en general, los problemas que deberán resolver a lo largo de su vida profesional, aún no existen

y son desconocidos durante su etapa de formación universitaria. Esto demanda que los egresados sean cada vez más innovadores, conocedores de la situación local y global, proponentes de soluciones creativas, con valor agregado a los usuarios, con responsabilidad social, económica y ambiental.

En relación a posibles sugerencias curriculares/metodológicas, ya se han dado varios cambios en los programas de las carreras de ingeniería. Es una tendencia internacional en el diseño de los planes de estudio, el uso de las competencias como horizonte formativo, a su vez se considera la formación centrada en el alumno. Se plantean espacios de “aprendizaje activo” basados en proyectos desde los primeros años, siendo importante el trabajo en equipo, por proyectos, la estimación del impacto de las soluciones de ingeniería, la colaboración con actores externos (otras disciplinas e instituciones) y la exposición y comunicación de los resultados. A su vez se debe incentivar la participación de los estudiantes en actividades extracurriculares que les permita interactuar en otros ámbitos diversos a los que normalmente se desempeña (participación en congresos, certámenes de innovación, asistencia a conferencias destacadas, etc.). Se deben generar mayores ámbitos de autoformación de los alumnos.

Durante estos dos últimos años en los cuales debimos distanciarnos por efecto de la pandemia originada por COVID-19, hemos tenido que adaptarnos, abruptamente, a realizar toda la actividad académica de manera a distancia, transformando actividades esencialmente presenciales a un formato que pueda ser asequible para los alumnos. El haberse familiarizado con esta nueva metodología de enseñanza/aprendizaje ha permitido romper ciertas barreras que impedían poder contar con este tipo de docencia en el ámbito universitario formal. Habiendo quebrado el prejuicio que toda la educación debe ser en formato presencial, es oportuno aprovechar las ventajas que brinda el “blended learning”, donde el alumno tiene un rol más activo. Dado que hemos traspasado el



límite físico de las paredes del aula, debemos aprovechar estas instancias para generar mayores y mejores ámbitos donde los alumnos interactúen con otros estímulos, participen en debates y consultas, analicen situaciones en otros ámbitos, evalúen que está ocurriendo en otros países y realicen trabajos colaborativos.

Se requiere formar ingenieros capaces de dialogar con otras disciplinas, con el entorno y las personas.

En dicho sentido, en mayo de este año fueron emitidas por el Ministerio de Educación, las resoluciones que contemplan los estándares de segunda generación para la acreditación de las carreras de ingeniería que se encuentran incluidas en el artículo 43 de la ley de educación superior.

Además de indicar contenidos mínimos, carga horaria, se indican las competencias mínimas e indispensables para el correcto ejercicio de las actividades reservadas al título. El plan de estudios debe incluir contenidos de ciencias sociales y humanidades orientado a formar ingenieros conscientes de sus responsabilidades sociales y del impacto de sus intervenciones. A su vez, de manera transversal se deberá desarrollar la formación relacionada con diversos ejes, entre los que se destacan: Identificación, formulación y resolución de problemas de la especialidad; Concepción, diseño y desarrollo de proyectos; Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas; Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo, para una actuación profesional ética y responsable, para evaluar y actuar en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local, para el aprendizaje continuo y para el desarrollo de una actitud profesional emprendedora.

Los programas de estudio en las universidades, deben contemplar la posibilidad de adecuarse, para atender a los requerimientos cada día más exigentes, de este mundo globalizado que demanda más de formaciones integrales y pensadas en las personas.

**Siempre que hablamos de I+D+I el foco está puesto en Unidades de Investigación y Desarrollo que potencialmente pueden desarrollar acciones de transferencia (de conocimiento, de tecnología, de soluciones a problemas específicos). ¿Cuáles son los ejes que Ud. ve para que esta coordinación sea positiva y sustentable? ¿Ud. considera que la interacción Universidad-Empresa es útil para una mejor formación y actualización de profesionales de Ingeniería?**

Efectivamente, considero que es fundamental la interacción Universidad-Empresa para mejorar la formación y actualización de profesionales de ingeniería. Este concepto se encuentra significativamente afianzado en los países desarrollados, los cuales fortalecen estas relaciones ya que la consideran una herramienta estratégica para el desarrollo de actividades de I+D+I.

La interacción con empresas permite la constante actualización de los docentes, acercándolos a las temáticas de interés del sector productivo. A su vez dicho contacto se vuelca hacia los alumnos, quienes van conociendo la realidad laboral a la cual accederán luego de su graduación. Paralelamente se suele dar la interacción entre profesionales de las empresas, los docentes y los alumnos, generando talleres o espacios comunes en los que todos participan. A su vez, al momento de egresar suelen incorporarse a la empresa quienes estuvieron participando como alumnos en estos proyectos. La formación de recursos humanos es uno de los mayores logros que se establece en esta relación.

La vinculación universidad-empresa, y con ella la transferencia de conocimiento, no es un fenómeno nuevo, ha ido adquiriendo gran relevancia, hasta convertirse en un tema importante en las agendas de la mayoría de las universidades, así como de los planes de desarrollo de diferentes países y estados.

A su vez, hay sectores que plantean que esta vinculación puede significar una pérdida de "libertad" por restricciones en la difusión

abierta del conocimiento que se genera en el ámbito universitario.

Sin embargo, considerando que es importante la generación de conocimiento, resulta fundamental la transferencia de ese conocimiento para concretar su implementación y lograr el avance o mejora esperado en la temática en la que se haya desarrollado.

Un claro ejemplo de la necesidad de esta interrelación, la hemos visto en el último año en lo que ha significado la lucha contra el COVID-19. A partir de la investigación básica fue factible definir tipos de vacunas o kits de diagnóstico a desarrollar o la definición de tratamientos a implementar, pero fue el sector empresarial quien permitió la fabricación en escala para luego realizar el transporte y la distribución a nivel mundial.

Y aquí vemos una nueva interacción que cada vez toma mayor importancia, la "co-creación del conocimiento", la producción conjunta de innovación entre la industria, la investigación y posiblemente otras partes interesadas, como la sociedad civil. En esta interacción, indudablemente las políticas públicas tienen un importante rol.

Este concepto ha modificado la relación tradicional entre Universidad-Empresa, la cual se realizaba tradicionalmente en una única dirección, desde la universidad hacia la empresa, donde la creación del conocimiento era exclusiva de la primera y donde la evaluación de los investigadores se basa fundamentalmente en la métrica de las publicaciones de artículos en revistas especializadas.

En este concepto de "cocreación", se encuentra presente un tercer actor de manera que la relación es Universidad-Empresa-Sociedad entendiendo como "Sociedad" tanto los requerimientos espontáneos que surgen de ella (aparición de una pandemia) como los gobiernos que deben velar por el bienestar de la población y desde donde se pueden establecer las políticas públicas que afiancen esta relación.

Considero que esta relación tri-partita es superadora a la dada exclusivamente como

universidad-empresa, y será necesario fortalecerla y afianzarla para que cada una de las tres partes resulte beneficiada con esta integración.





# LA INTERDISCIPLINA EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

En la Sociedad del Conocimiento que estamos viviendo, hay una importancia creciente del trabajo colaborativo y coordinado de más de una disciplina para generar nuevo conocimiento y en particular lo que llamamos “conocimiento interdisciplinario”.

En este contexto podemos acercarnos la definición de multidisciplinaria, interdisciplinaria y transdisciplinaria:

## **Multidisciplinaria**

Esta forma de concurrencia disciplinaria implica la participación colaborativa de más de dos disciplinas en una investigación o estudio, sin perder cada una su caracterización o abandonar su metodología propia.

Las experiencias multidisciplinarias se han dado a través del tiempo, vinculando diferentes ciencias, por ejemplo Filosofía e Historia / Arqueología e Historia / Física, Química y Biología / Antropología y Arqueología / Economía y Ciencia Política, etc. Incluso tenemos problemas complejos, como el funcionamiento del cerebro humano en el que se requiere estudiar procesos químicos, fisiológicos y biológicos combinados o el tema ciudades inteligentes en el que se combina la ingeniería, la arquitectura, la informática y también componentes sociales que hacen a la educación de los ciudadanos.

Incluso tenemos asignaturas en nuestros planes de estudio de Ingeniería que tienen un contenido multidisciplinario, tal como las que se relacionan con el derecho, la economía o el impacto ambiental.

Lo que resulta claro es que cada disciplina genera un aporte al conocimiento conjunto, desde su conocimiento, su metodología y sus instrumentos para los procesos de enseñanza y aprendizaje.

## **Interdisciplinaria**

Si bien en muchos casos se emplean los términos “multidisciplinaria” e “interdisciplinaria” como conceptos equivalentes ya que expresan formas de colaboración disciplinaria, es útil distinguir ambos conceptos.

La interdisciplinaria es algo más complejo ya que no es la “sumatoria” de disciplinas para el estudio de un área del conocimiento, sino que exige una integración de conceptos teóricos y/o aplicados de varias disciplinas. Esta integración, requiere a su vez el diseño de una metodología común, que utilizan coordinadamente docentes e investigadores formados en disciplinas distintas.

Es decir, la interdisciplinaria exige abandonar la mirada de cada disciplina, diseñando una visión más compleja desde una plataforma teórica y metodológica compartida. Ejemplos que nos ofrece la ciencia son la Físico-Química, la Astrofísica, la Bioinformática o la Bioética.

## **Transdisciplinaria**

Esta estrategia consiste en recorrer a través de varias disciplinas un campo de conocimiento que se visualiza como un ecosistema en el que los subsistemas pertenecen a diferentes ámbitos. Por ejemplo lo que se menciona como “Ciencia, Tecnología y Sociedad”. Algunos autores insisten en que la combinación de Ciencias con Tecnología es un componente inherente a la transdisciplinaria. La idea de la transdisciplinaria implica que los expertos conozcan los límites de sus propias disciplinas y que superen los límites de cada una de ellas. Avanzar en el conocimiento requiere incorporar nuevas visiones, propias de otras disciplinas.

La transdisciplinaria se trata de mostrar no sólo como una mejor posibilidad del conocimiento, sino como una opción ética, que se propone mejorar al ser humano, conduciendo el desarrollo hacia una condición sustentable de la vida y en especial de la vida humana. Esta concepción del desarrollo humano requiere comprender los contextos económicos, psicológicos, sociales y culturales y constituye una fortaleza de la transdisciplinaria. Volviendo a nuestro concepto inicial, relacionado con la Formación de Ingenieros, resulta claro que los equipos de trabajo “interdisciplinarios” se dan naturalmente en la Investigación Científica y Tecnológica y hay

una evolución que promueve la formulación de carreras que contemplan la integración de conocimientos disciplinares, para obtener una formación específica.

Por otro lado, un "Ingeniero" es esencialmente alguien formado para "resolver problemas del mundo real" utilizando sus conocimientos, más allá del área del problema planteado por lo cual hay un rol de interacción con otros profesionales y otras ciencias para el cual debe estar preparado. (ejemplos como el desarrollo de semiconductores, de computadoras, de generación de energía, de explotación de recursos naturales, de industrias de todo tipo, de vehículos terrestres, aéreos, navales, espaciales, son casos en los que se ve la tarea interdisciplinaria de los Ingenieros). A modo de ejemplo se muestran cuatro casos de titulaciones de Ingeniería en nuestro país y tres carreras de postgrado que resultan de una coordinación interinstitucional, integrando conocimientos de dos o más disciplinas.

### INGENIERÍA BIOMÉDICA

<https://fcefyn.unc.edu.ar/facultad/secretarias/academica/escuelas/ingenieria-biomedica/ingenieria-biomedica/>

La carrera de Ingeniería Biomédica de la Universidad Nacional de Córdoba, se cursa en Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y en la Facultad de Ciencias Médicas. El graduado/a de esta carrera, será capaz de: Diseñar y utilizar instrumental de alta complejidad tecnológica en el campo de la biología en general y de la medicina en particular, así como asesorar sobre la necesidad de su utilización. Aplicar la metodología de investigación científica a la realización de estudios en el ámbito de su competencia. Intervenir en la creación de condiciones de asepsia y seguridad mediante la aplicación de equipos de medición y radiación. Obtener datos necesarios para el diagnóstico de sistemas biológicos mediante procedimientos electrónicos, mecánicos, acústicos y ópticos. Desarrollar, construir y evaluar dispositivos de ayuda a discapacidades. Estudiar sistemas biológicos a los fines de desarrollar aplicaciones tecnológicas.

### INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

<https://www.info.unlp.edu.ar/ingenieria-en-computacion/>

Ingeniería en Computación, es una carrera dictada de forma conjunta por Facultades de Ingeniería e Informática de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

El perfil del Ingeniero en Computación es el de un graduado con sólidos conocimientos de electrónica, diseño de sistemas digitales, y formación básica en programación de software de base y de aplicación. La orientación principal está en las temáticas que integran hardware y software como procesamiento de señales, control industrial, robótica, comunicaciones, redes y sistemas distribuidos, con el fin de favorecer la posibilidad de que el país alcance competitividad en el corto y mediano plazo. Se propone una currícula flexible que incluye un número de asignaturas optativas a fin de favorecer las opciones que el alumno puede tomar dentro de las líneas tecnológicas propias de la disciplina.

### INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA

<https://www.unrn.edu.ar/carreras/Ingenieria-en-Biotecnologia-2>

La formación de Ingeniería Biotecnológica de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), forma parte de la rama de la ingeniería que se ocupa del procesamiento industrial de materias primas para obtener productos de mayor valor a través de la acción de catalizadores biológicos (microorganismos, células animales o vegetales, enzimas y otros componentes subcelulares).

La biotecnología es un conjunto de herramientas que en manos de profesionales capacitadas/os sirve de base para el desarrollo tecnológico y encuentra aplicaciones en diversos sectores productivos, permitiendo un aumento de su productividad y competitividad.

### INGENIERÍA DE ALIMENTOS

<https://fi.uba.ar/grado/carreras/ingenieria-de-alimentos>

La carrera de Ingeniería de Alimentos dictada por la Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA), se propone formar profesionales, con sólida base científico – tecnológica, y con capacidad para analizar, diseñar, operar y evaluar procesos tecnológicos en el campo de la industria alimentaria, actuando con solvencia técnica y compromiso social. Los profesionales graduados de la carrera se caracterizan por tener una sólida formación científica-tecnológica que les permite desempeñarse con solvencia y compromiso social en el área de la ingeniería de los alimentos. Son capaces de ofrecer soluciones creativas a los problemas que se les plantean mediante procesos tecnológicos industriales seguros e integrales, considerando los principios de la ingeniería, las normativas vigentes y la ética profesional. Son profesionales capaces de investigar y desarrollar nuevas técnicas de fabricación, transformación y/o fraccionamiento y envasado de alimentos, destinadas al mejor aprovechamiento de los recursos naturales y materias primas.

### MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA E HIGIENE DE LOS ALIMENTOS

<https://alimentos.biol.unlp.edu.ar/>

La Maestría en Tecnología e Higiene de Alimentos reúne las capacidades de cuatro Unidades Académicas de la Universidad Nacional de La Plata, todas ellas con antecedentes en la formación de recursos humanos y en la realización de tareas específicas de investigación y desarrollo, en el área de alimentos. Las Unidades Académicas son: Facultad de Ciencias Exactas, Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias Veterinarias y Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. El Magister en Tecnología e Higiene de los Alimentos es un postgraduado universitario con una sólida formación interdisciplinaria que brinda conocimientos específicos sobre composición, propiedades, métodos de conservación, y

procesamientos de alimentos, aspectos sanitarios y de control de calidad.

### MAESTRÍA EN ECOHIDROLOGÍA

<https://ecohidrologia.ing.unlp.edu.ar/>

La Maestría en Ecohidrología proviene de una iniciativa conjunta de las Facultades de Ciencias Naturales y Museo e Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). La misma tiene como objetivo brindar información superior en el área interdisciplinaria de la Hidrología y Ecología, profundizándola en el desarrollo teórico, tecnológico, profesional, para la investigación, el estudio y adiestramiento en los temas involucrados.

Los futuros Magister tendrán un campo de aplicación sumamente vasto, tanto en la actividad pública como privada o en el campo de la investigación científica. La formación multidisciplinaria que se pretende impartir va a favorecer la posibilidad de que puedan abordar con preparación suficiente, los aspectos ambientales que participan de los estudios, evaluación, desarrollo y protección de los recursos hídricos.

### MAESTRÍA EN GEOMÁTICA

<https://maestriageomaticau.wixsite.com/geomatica-unlp>

La Maestría en Geomática de la Universidad Nacional de La Plata, se dicta en forma conjunta entre la Facultad de Ingeniería y la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas. Tiene como objetivo principal formar profesionales especializados en todas las actividades relacionadas con la adquisición, producción, manejo y aplicaciones de la información geográfica informatizada.

La Geomática es un conjunto de ciencias que se integran para estudiar la superficie terrestre a través de diferentes técnicas como: la generación de información por medio de sensoramiento remoto (teledetección), la generación de datos e información precisa por relevamientos terrestres (posicionamiento satelital global) y la compaginación, elaboración procesamiento y análisis en un único sistema de información geográfica (SIG).



# HOMENAJE A UNA PERSONALIDAD DESTACADA DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA ARGENTINA

## EL ING. ANTONIO A. QUIJANO



Por  
Ing. Carlos Muravchik  
Ing. Hugo Lorente  
Ing. Armando De Giusti

*Cuando los miembros de nuestra Academia propusieron una nota recordatoria del Ing. Antonio Quijano, haciendo coincidir la misma con el número dedicado a la Formación de Ingenieros, nos pareció un reconocimiento muy merecido y oportuno.*

*Con Carlos Muravchik y Hugo Lorente decidimos ordenar algunas notas biográficas que reflejarán (seguramente en forma parcial y limitada) aspectos de la muy destacada trayectoria del Ing. Quijano. Es imposible abarcar la dimensión humana y técnica de alguien cuyo impulso como docente e investigador ayudó a la transformación de la Electrónica ( y la formación de los Ingenieros Electrónicos) en el país y también contribuyó fuertemente al desarrollo de la Informática en la Universidad Nacional de La Plata.*

*Ing. Armando De Giusti*



El Ing. Antonio Adrián Quijano nació el 6 de Agosto de 1931 en Mercedes, provincia de Buenos Aires, donde creció e hizo sus primeros estudios. Desde pequeño se destacó por su facilidad para aprender y el gusto por el estudio, completando la escuela primaria rindiendo el último grado como "libre".

Sus padres fueron Antonio Pedro Quijano, presidente de la Suprema Corte de Justicia de la Provincia de Buenos Aires y Dora Laffitte, quienes orientaron su formación desde niño, con sólidos principios éticos y morales. Al trasladarse sus padres a La Plata, ingresó al Colegio Nacional "Rafael Hernandez" donde se recibió de Bachiller en 1949, siendo distinguido como el mejor egresado del Colegio en dicho año.

Sus estudios universitarios los realizó en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, graduándose como Ingeniero Mecánico y Electricista.

Ni bien obtuvo el título superior viajó a Francia, con una Beca del gobierno francés y la UNESCO especializándose en la Universidad de París en "Electrónica Superior Sección Tratamiento de la Información"

La experiencia en el país europeo la volcó, a su regreso a La Plata, en la creación del Centro de Técnicas Analógico Digitales -CeTAD- en el departamento de Electrotecnia de la Facultad de Ingeniería, en 1971. La formación de investigadores en el CeTAD fue una actividad permanente para Quijano, que la combinó con su pasión por la enseñanza, en particular de los Circuitos Digitales que estaban transformando la electrónica de los 70. El CeTAD y la Facultad de Ingeniería, en particular el Departamento de Electrotecnia fueron su "segundo hogar" durante toda su vida profesional.

Desde el CeTAD impulsó el desarrollo de la Microelectrónica en Argentina, así como el

estudio y empleo de microprocesadores que permitían reemplazar la “electrónica digital clásica” por las nuevas tecnologías, propias de la computación, en las que el “hardware” se podía programar y re-configurar en su funcionalidad empleando programación (“software”).

Quijano lidera la formación de nuevos Ingenieros orientados a las aplicaciones actuales de los sistemas digitales programables e incorpora los conceptos de “Tecnologías de la Información y la Comunicación” (TICs) que eran novedosos en ese momento.

Al tiempo que nacen las computadoras de escritorio el CeTAD lidera múltiples desarrollos para la industria con el empleo de microprocesadores, transfiriendo tecnología y también capacitación desde la Facultad de Ingeniería para empresas públicas y privadas como TECHINT, ALUAR, HIDRONOR, DEBA, CITEFA, FATE ELECTRONICA, ASCENSORES ACELCO, SIDERAR y muchas otras. En ese esfuerzo moviliza en la Facultad de Ingeniería la actividad de transferencia tecnológica que da un valor agregado a la Investigación científica.

Simultáneamente trabaja en proyectos nacionales e internacionales relacionados con las líneas de I+D+I del CeTAD, en particular los proyectos de microelectrónica relacionados con IBERCHIP, el desarrollo de circuitos integrados en CITEFA y las primeras computadoras de fabricación nacional en FATE Electrónica. En este recorrido incorpora al trabajo en el CeTAD a jóvenes egresados de la Facultad de Ingeniería, muchos de los cuales se perfeccionan en el exterior y vuelcan sus conocimientos en diferentes Universidades y empresas a su regreso al país.

Conforma un equipo de desarrollo de software y lo integra con los Ingenieros Electrónicos en un paso muy importante para la UNLP, que dio lugar en el tiempo a la creación de la Facultad de Informática y también de una carrera de Ingeniero en Computación que integra la disciplina Electrónica con la Informática.



En este recorrido va conformando su familia, siempre acompañado por su esposa, la Profesora María Lydia Hurtado y sus hijas: María Josefina y María Victoria quienes completan esta nota con algunas reflexiones familiares:

*"Éramos muy chicas cuando a Papá le ocurrió una de las cosas más importantes de su vida profesional. Había ganado una Beca de la UNESCO para estudiar y perfeccionarse en Francia. Mi Mamá, mi hermana y yo lo acompañamos con mucha expectativa al Aeropuerto. Aparecen aquí las imágenes, de haber subido a las terrazas de Ezeiza a ver despegar el avión. Recordamos aquellos días de la infancia, en que por este motivo quedamos solas las "Tres Marías" (como él nos llamaba).*

*Nuestra corta edad no nos permitía comprender el por qué de esa ausencia. Fue más de un largo año. Hacía muy poquito que nos habíamos mudado a la nueva casa de Tolosa. El barrio estaba casi desierto. Cada vez que escuchábamos pasar los aviones, salíamos corriendo con mi hermana mayor al gran jardín del fondo, sin otro pensamiento que saludarlos, muchas veces paradas descalzas sobre el pasto verde y húmedo. Se sentía tan lindo! Pensábamos que papá estaba en uno de ellos, y que por magia del momento, por un instante íbamos a poder verlo. Vendría a conversar bonito como siempre lo hacía y traernos juguetes. Lo veríamos aparecer con su traje impecable, su corbata y seguramente también su portafolios.*

*Tiempo después, con la madurez que traen los años, comprendimos que ese sacrificio que él y toda la familia hizo, daría sus frutos. A su regreso al país supo traer esos conocimientos que sembraron las bases de la Electrónica en la Argentina. Ya después hubieron más viajes, pero fueron más cortos. Era tan lindo verlo abrir entusiasmado los bolsos y valijas y sacar las muñecas que traía para sus hijas como un tesoro. Y nosotras esperábamos ansiosas el reencuentro. ¡Cuánta felicidad!*

*Si tengo que evocar esa infancia, la adolescencia y la vida toda junto a él, constantemente aparecen los más hermosos recuerdos: las reuniones familiares donde siempre estaba en todos los detalles. Ese esmero que a todo le*

*ponía para que las cosas fueran perfectas. Así, sin pensarlo, espontáneamente, por la sencilla razón de tener un corazón lleno de amor, humilde y bondadoso. La rosas amarillas para Mamá, tenían un significado especial. Los chocolates para sus hijas y sus yernos, las golosinas para sus nietas. Los lindísimos veranos en la playa, nadando en el mar que tanto le gustaba. Las canciones francesas que sonaban en el estéreo del auto y cantábamos felices todos a la par. Las idas a pasear a Buenos Aires, las funciones de ópera y ballet en el Teatro Argentino y el Colón. Lo recordamos estudiando por las noches. La mesa del comedor repleta de libros y papeles, preparando sus clases hasta muy tarde. Y por la mañana otra vez impecable rumbo a la Facultad, su otra Casa, después de dejarnos en el colegio. Tuve la dicha de trabajar muchos años junto a él, codo a codo en el CeTAD del Departamento de Electrotecnia de la Facultad de Ingeniería, el Centro que creó a su regreso a la Argentina. Muchos jóvenes profesionales se formaron allí. Y otros tantos egresados y becarios iniciaron sus estudios de posgrado en un ambiente ameno y cordial, guiados por sus consejos y la sabiduría de sus conocimientos. Todos lo vieron como un modelo a seguir, como un padre a quien escuchar. Recuerdo oír sus voces llamándolo "Profesor!". Y él siempre dispuesto a ayudar y aconsejar. Hoy, cuando me cruzo con alguno de ellos, me suelen decir: "El Ing. Quijano fue dejando su corazón en cada uno de quienes tuvimos la dicha de ser sus alumnos, sus discípulos.". Él les daba la "brújula" para saber hacia dónde ir, cómo orientarse. Lo recuerdo fuerte como un roble. Cuando algo se proponía, hacia allá iba. No había obstáculo insalvable, ni siquiera el transcurso del tiempo. Los proyectos, las becas, las tesis, las publicaciones, siempre se presentaban, por más dificultades que surgieran. Toda una vida dedicada a la profesión, a acrecentar sus conocimientos, a investigar, a continuar estudiando, porque siempre surgía algo novedoso para aportar. La Docencia y la formación de recursos humanos fueron los pilares en los que supo apoyarse con temple y perseverancia. Premios y distinciones honraron su trayectoria y enorgullecieron a toda la familia. Siempre supo estar presente con esa actitud meticulosa*



*y correcta, incentivando a los jóvenes a no bajar los brazos jamás. A perfeccionarse e investigar y apostar así por el desarrollo y el crecimiento de la Ingeniería en nuestro país. Creo que el legado más maravilloso de su paso por esta vida ha sido dejarle a nuestra Universidad es precisamente esa enseñanza de seguir, de progresar, de aceptar los desafíos, de sacrificarse para consolidar esa Carrera que tanto amó y a la que supo valorar y honrar. Su aporte al desarrollo de la Electrónica en el país no ha sido en vano. Sus metas fueron cumplidas. Los frutos que él supo sembrar fueron cosechados. Hoy nos enorgullecen a mí y a mi familia entera que se lo reconocen con tanto afecto. Y sé que si estuviera aquí y ahora, sin duda alguna le diría: No tenemos que estar tristes porque ya no estás físicamente con nosotros. Tenemos que estar felices por todo lo que te tuvimos y nos dejaste.*

*Con todo mi corazón...*

*María Victoria Quijano*

Es difícil sintetizar la trayectoria académica y científica del Ing. Quijano, así como los múltiples reconocimientos que alcanzó por sus aportes a la Ingeniería y a la Educación en general. A modo de ejemplo:

- Se ha desempeñado en todas las categorías docentes desde 1955, en las Facultades de Ingeniería, Ciencias Exactas e Informática de la UNLP.
- Desde 1994 Profesor Titular Ordinario con Dedicación Exclusiva en la Facultad de Ingeniería y también Profesor Titular Ordinario con Dedicación Simple en la Facultad de Informática, dictando asignaturas relacionadas con Sistemas Digitales, Microprocesadores y Arquitectura de Computadoras.
- También se desempeñó como Profesor Titular en la Escuela Politécnica Naval y el ITBA. Precisamente en el ITBA desde 1992 a 2003 organizó y dirigió el Grupo de Investigación en Procesamiento Paralelo (GIPP).
- Ha dictado cursos y seminarios especiales (de grado y postgrado) en Universidades, Institutos de I/D y Empresas.
- Colaboró en la organización del Doctorado

en Ciencias Informáticas de la Facultad de Informática y fue su Director desde los inicios del mismo hasta 2010.

- Fue declarado Graduado Ilustre de la UNLP, Profesor Extraordinario con categoría de Emérito de la UNLP y Profesor Consulto del ITBA.
- Académico Titular de la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires.
- Recibió el Premio “Juan Manuel Barcala” en Ingeniería Electrónica de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Ha dictado más de 50 Conferencias en Universidades, institutos de I/D, Academias, Empresas y Entidades del sector público y privado, del país y del exterior.
- Es autor, coautor o director de más de 150 publicaciones relacionadas con su área de investigación en Congresos y Revistas de la especialidad.
- Ha producido numerosos Informes Técnicos (fundamentalmente relacionados con la transferencia de tecnología) desde el CeTAD y también Informes de tipo institucional en relación con la Universidad y otras entidades nacionales e internacionales.
- Ha participado en más de 100 reuniones científico-tecnológicas en el país y el exterior, formando parte de sus comisiones organizadoras y de comités evaluadores de trabajos, panelista, expositor de tutoriales coordinador de mesas redondas y director de sesiones de exposición de trabajos. Ha expuesto numerosos trabajos científicos.
- Ha dirigido la ejecución de convenios entre la Facultad de Ingeniería de la UNLP e instituciones empresas públicas y privadas, referentes a desarrollos tecnológicos o asesoramiento efectuado por el CeTAD.
- Ha sido miembro de Jurados de más de 100 concursos en 15 Universidades del país.

De todos modos creemos que el aporte más significativo del Ing. Quijano ha sido la formación de recursos humanos, en especial en la Facultad de Ingeniería de la UNLP, pero también contribuyendo con otras Universi-

dades de Argentina. Estos recursos humanos han sido/son docentes e investigadores de primer nivel en el país y constituyen un legado académico trascendente.

# INGENIEROS DEL FUTURO

LES SOLICITAMOS A ALUMNAS  
Y ALUMNOS DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE LA PLATA, QUE  
NOS SINTETIZARAN EN BREVES  
PALABRAS EL MOTIVO POR EL  
CUAL ELIGIERON LA CARRERA  
QUE ESTÁN ESTUDIANDO, Y AQUÍ  
ESTÁN SUS RESPUESTAS.



**FRANCO NICOLÁS  
RUFFINI**

**INGENIERÍA AERONÁUTICA**

Elegí esta carrera ya que desde chico tengo una gran admiración por los aviones. Pasaba horas mirando cómo volaban, haciendo aviones de aeromodelismo, mirando documentales acerca de cómo hacían para volar, y me intrigaba mucho saber cómo se diseñaban y qué sistemas tenían dentro.



**CATALINA  
HOJMAN CONTE**

**INGENIERÍA EN AGRIMENSURA**

Conocí a la Agrimensura en una difusión de carrera; quedé fascinada en todos los sentidos: las incumbencias y su amplia salida laboral en tan variados ámbitos (campo, gabinete, obra, entes públicos, mar territorial). Hoy, finalizando la carrera, estoy feliz de la decisión que tomé hace cinco años atrás.





## CONSTANZA MARENA

INGENIERÍA CIVIL

Decidí estudiar Ing. Civil ya que siempre me gusto la rama de la construcción, pero además, porque es una carrera mucho más amplia que eso y con un gran impacto en la sociedad, buscando mejorar la calidad de las personas resolviendo de la manera más óptima sus necesidades.



## TOMÁS NAIOUF

INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

La razón por la que elegí la carrera de ingeniería en computación es que siempre me interesó el mundo de la programación, y me daba curiosidad el cómo se conectaba con el de la electrónica, además de las posibilidades que podría brindar el tener un profundo conocimiento de ambos.



## TOMÁS CONTRERAS

INGENIERÍA ELECTRICISTA

Desde chico me intrigaba entender como era que funcionaban las cosas, las desarmaba y observaba que tenían. En la escuela me di cuenta que me gustaba la electricidad, la generación, los motores, la energía que ellos transformaban de algo que para mí era "invisible", la Energía Eléctrica.



## SERAFÍN RAIMUNDI

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Siempre me encantaron los autos, creo que ese fue el disparador número uno. Por ello, después de hablar con varias personas, me decidí por ingeniería electromecánica; debido a su amplio contenido dentro de una sola palabra y la cantidad de cosas que se podían hacer, además de la automotriz.



## LUCA CABRAL

### INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA

La razón por la que elegí esta carrera es porque me gusta la matemática, el diseño y armado de circuitos, la programación y como la electrónica puede relacionarse con diversas áreas de la ciencia.



## JUAN FRANCISCO VARVASINO

### INGENIERÍA HIDRÁULICA

De chico me gustó mucho el concepto de las energías renovables y al crecer me di cuenta que era el futuro, por lo que cuando conocí la carrera de ingeniería hidráulica sabía que era mi lugar. Entré con la idea de poder dimensionar presas y ahora que la conozco mejor descubrí más opciones como estudiar los ríos o llevar agua potable a mi casa.



## TAMARA AGUSTINA LETTIERI

### INGENIERÍA INDUSTRIAL

Siempre me intereso todo el “detrás de escena” de un producto hasta llegar a nuestras manos. Cuando elegí la carrera lo hice por eso mismo, conoces todo: desde la producción, la administración y hasta la logística de un producto/servicio. Me terminó de convencer la gran salida laboral y a las diferentes áreas que la carrera se adapta lo que permite no encasillarnos en un único lugar y desafiarnos constantemente.



## WALTER LEZCANO

### INGENIERÍA EN MATERIALES

Tomé la decisión de estudiar Ingeniería en Materiales, ya que es una ingeniería no convencional y es transversal a todas las otras. Todo lo que nos rodea son materiales, por ende, podemos trabajar en cualquier industria. Somos pocos en el país y en el mundo, por lo que hay mucha demanda laboral. Por otro lado, elegí la UNLP por su trayectoria y prestigio académico nacional e internacional.





**PEDRO  
MORCILLO**

**INGENIERÍA MECÁNICA**

De chico me gustaban los problemas de ingenio, además de matemática y física en la escuela. Ya más de grande me interesó el funcionamiento de máquinas, la fabricación y la producción, todo lo que estuviera relacionado a la industria. Por eso elegí mecánica por sobre las demás.



**JUAN FERMÍN  
LLORENTE**

**INGENIERÍA EN  
TELECOMUNICACIONES**

Lo que me apasiona de las telecomunicaciones es que no solo nos conectan entre las personas, sino también permiten ahondar y generar conocimientos donde no tenemos simple acceso. Además, la facultad cuenta con un excelente equipo humano y académico, generando un ambiente ideal para el desarrollo de tecnologías de vanguardia.



**CAROLINA  
MENINI**

**INGENIERÍA QUÍMICA**

A los 17 años decidí estudiar Ingeniería Química. Comencé en 2016 y hoy, a punto de recibirme, estoy feliz y ya estoy trabajando. Es ideal para quienes les gusta resolver problemas y para los resilientes que disfrutan de superar los desafíos que constantemente plantea la carrera.

## COMITÉ EDITORIAL N° 2

En la elaboración de los contenidos de este número han participado los siguientes Académicos Titulares:

- Ing. Patricia Arnera
- Ing. Armando De Giusti
- Ing. Cecilia Elsner
- Ing. Victorio Hernández Balat
- Ing. Luis Lima
- Ing. Hugo Lorente
- Ing. Carlos Muravchik
- Ing. Luis Traversa

## EQUIPO EDITORIAL

### Periodistas

Valentín Altavista  
Leopoldo Actis Caporale

### Diseñadora

Abril Buffarini

## ACADEMIA DE LA INGENIERÍA DE LA PROV. DE BUENOS AIERS

### MESA DIRECTIVA

#### Presidente

Ing. Patricia L. Arnera

#### Vicepresidente

Ing. Armando E. De Giusti

#### Secretario

Ing. María Inés Valla

#### Prosecretario

Ing. Alberto Venero

#### Tesorero

Ing. Pedro E. Battaiotto

#### Protesorero

Ing. Roberto M. Flores

### ÓRGANO DE FISCALIZACIÓN

#### Revisor de cuentas

Ing. Noemí E. Zaritzky

#### Revisor de cuentas

Ing. Victorio Hernández Balat

### ACADÉMICOS TITULARES

Arnera, Patricia Liliana  
Bacchiaga, Jorge Daniel  
Barbero, Aníbal Jorge  
Basso, Gustavo Jorge  
Battaiotto, Pedro Eduardo  
Blasco Diez, Julio A.  
De Giusti, Armando Eduardo  
Elsner, Cecilia Inés  
Flores, Roberto M.  
Giovambattista, Alberto  
Hernández Balat, Victorio  
Igolnikow, Roberto  
Lima, Luís Julián  
Lopardo, Raúl Antonio  
Lorente, Hugo Enrique  
Muravchik, Carlos Horacio  
Oettinger, Carlos  
Polonsky, Abel A.  
Ringegni, Pablo Lorenzo  
Traversa, Luís Pascual  
Valla, María Inés  
Venero, Alberto  
Vescina, Roberto Enrique  
Zaritzky, Noemí Elisabet  
Zerbino, Raúl Luís



# NUESTRO PRÓXIMO NÚMERO (ABRIL 2022) ESTARÁ DEDICADO A

**“Ingeniería y Objetivos de Desarrollo Sostenible”,  
abarcando entre otros temas:**

- Cambio climático y sus efectos.
- Disponibilidad y gestión sostenible del agua y su saneamiento.
- Consumo energético y Energías asequibles, fiables y sostenibles.
- Infraestructuras resilientes en todos los campos de la Ingeniería.
- Utilización sostenible de los ecosistemas terrestres.
- Utilización sostenible de los océanos y recursos marinos.

