

# 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 CICPBA 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 (CICPBA). 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.