

# SECCIONES PERMANENTES

## Recuperando el rol protagónico de la Ingeniería en el desarrollo del país

Ing. Roberto Giordano Lerena e Ing. Miguel Sosa

Estamos publicando un nuevo número de la Revista Argentina de Ingeniería, en un marco donde la ingeniería (y la formación de ingenieros) está tomando una presencia en la agenda nacional que hace años no tenía.

Hay una necesidad clara y manifiesta de ingenieros en la Argentina. El modelo económico-productivo nacional se fundamenta en una matriz de crecimiento económico basada en la producción, en el valor agregado, en el mercado interno y en un fuerte crecimiento de las exportaciones. Los grandes planes estratégicos nacionales, como el Plan Estratégico Industrial 2020, el Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial, el Plan de Desarrollo Minero, el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación 2012 – 2016, que necesitan, a su vez, de Infraestructura en Transporte, Comunicaciones y Energía entre otros aspectos, requieren de una ingeniería moderna y comprometida. La ingeniería es un factor clave para lograr consolidar el desarrollo industrial, relacionar conocimiento con innovación productiva y disminuir los niveles de dependencia tecnológica. Sin ingeniería no hay valor agregado en la producción nacional.

La política en educación debe acompañar también esta demanda nacional de ingeniería e ingenieros, en cantidad y calidad. La meta es alcanzar la mayor tasa de graduados por año de Latinoamérica, un nuevo ingeniero cada 4.000 habitantes por año, es decir, 10.000 nuevos graduados por año en el 2020.

Y la política en educación no es solo una cuestión del gobierno. Todos los actores involucrados deben asumir la política en educación como propia y actuar en consecuencia. Las universidades, comprometidas con la sociedad, deben responder a sus demandas y constituirse en referentes de los procesos de transformación que deben enfrentar los países en el contexto de un mundo cada vez más interrelacionado. Pero no alcanza sólo con esfuerzos unilaterales de las universidades. Es imprescindible la participación activa del Estado, del sector productivo y de la comunidad toda, en el diseño de políticas públicas participativas y la coordinación de acciones conjuntas para la implementación de las mismas.

Esa responsabilidad de contribución, indispensable para el cumplimiento de las metas previstas en los mencionados planes estratégicos nacionales, es asumida y ordenada políticamente en el Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016, con ambiciosos objetivos y acciones previstas.

El plan estratégico no es solo punto de partida. Es también un punto de llegada; es consecuencia de un trabajo de años que sientan las bases para su diseño. La ingeniería argentina ha sido pionera en Iberoamérica en aspectos tales como la unificación curricular y homogenización de carreras (en terminales), la determinación de las carreras de ingeniería como “de impacto público”, el acuerdo sobre los estándares de calidad para tales carreras, la elaboración de un Manual de Acreditación de Grado de la Ingeniería Argentina por parte de CONFEDI, los procesos de acreditación propiamente dichos, el Proyecto de Mejoramiento de la Ingeniería, los programas de becas y fomento al estudio de la ingeniería, la presencia internacional de la ingeniería argentina, los acuerdos internacionales de movilidad suscriptos, la reformulación de los criterios de evaluación de las actividades de desarrollo tecnológico y transferencia y su impacto en el desarrollo regional y nacional, etc. Todos estos procesos, que hacen al aseguramiento y mejora de la calidad, han sido concretados por el acuerdo pleno de las unidades académicas de todas las universidades argentinas que dictan carreras de ingeniería, lo que configura un escenario auspicioso para el oportuno diseño y actual implementación de un plan estratégico de alcance nacional y plurianual y para el logro de sus metas.

El consenso de todos los actores de la ingeniería argentina (públicos y privados, industria, gobierno y academia) en pro de un plan estratégico de formación de profesionales es también una cuestión importante para destacar. En ese sentido, el Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016 es una experiencia ejemplar de conciliación y cooperación focalizado en el desarrollo nacional, que reúne en su consejo consultivo, presidido por el Sr. Ministro de Educación, a representantes de todos los ministerios, las grandes empresas con participación mayoritaria del Estado Nacional, Cámaras Empresariales y Sectoriales de Alcance Nacional, Confederaciones Sindicales y representantes del sistema universitario de formación de ingenieros. En el caso

de CONFEDI, la representación en el Consejo Consultivo recae en la persona de su presidente.

En este marco, las acciones del Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016 se vienen desarrollando conforme lo previsto. CONFEDI está trabajando mancomunadamente con la Secretaría de Políticas Universitarias y la coordinación ejecutiva del plan para la concreción de las actividades planificadas. Prácticamente todas las actividades agendadas para el período 2012-2013 tienen un importante grado de avance.

En síntesis, hay necesidad de ingeniería e ingenieros. Hay conciencia de la necesidad y responsabilidad de contribución. Hay voluntad política y consenso de los actores claves de la ingeniería. Hay un Plan estratégico que ordena. Hay acciones concretas que se están llevando adelante en el marco del Plan.

Hay, en definitiva, una oportunidad y un momento histórico de recuperación del rol protagónico de la ingeniería en el desarrollo del país. Desde Confedi y la Revista Argentina de Ingeniería celebramos esto, ratificamos nuestra permanente vocación de servicio y renovamos nuestro compromiso con la sociedad, formando los ingenieros que la Argentina necesita.

**Ing. Roberto Giordano Lerena**

Director Revista Argentina de Ingeniería  
Decano Facultad de Ingeniería Universidad FASTA

**Ing. Miguel Ángel Sosa**

Presidente CONFEDI 2011-2012  
Decano Facultad Regional Delta Universidad Tecnológica Nacional

## Hacia una redefinición de los criterios de evaluación del personal científico tecnológico

Alejandro Ceccatto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Secretario de Articulación Científico Tecnológica  
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación  
Productiva

En un taller interinstitucional convocado por la Secretaría de Articulación Científico Tecnológica (SACT) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MCTIP) –realizado en septiembre de 2011 en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y denominado “1er Taller Nacional de Evaluación del Personal Científico Tecnológico para una Argentina Innovadora– se realizó un diagnóstico común a todas las instituciones del sistema acerca de la necesidad de reformular los criterios con que se evalúa la actividad científico tecnológica en nuestro país. En particular, se consideraron, entre otras, las siguientes cuestiones:

- la no pertinencia de aplicar criterios de evaluación propios de la investigación básica al personal dedicado a la investigación aplicada y al desarrollo tecnológico y social;
- la distancia entre criterios de calidad académica y criterios de relevancia desde un punto de vista institucional, productivo o social;
- las diferencias existentes entre las distintas disciplinas científicas y la forma en que cada comunidad disciplinar evalúa (o pretende evaluar) a sus miembros; y
- la dualidad entre la evaluación de trayectorias individuales en ciencia y trayectorias colectivas en el contexto de grandes proyectos tecnológicos nacionales.

Tras la realización del mencionado taller se convocó desde la SACT a la conformación de una comisión de trabajo integrada por representantes idóneos de los organismos de ciencia y tecnología (gerentes de recursos humanos y de evaluación del personal) y universidades públicas y privadas (secretarios de ciencia y técnica), que conforman el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI).

Así, la Comisión de Trabajo sobre Evaluación del Personal Científico Tecnológico, creada por Resolución MCTIP 007/12, se constituyó como una instancia de reflexión interinstitucional orientada, en sus primeros encuentros plenarios, a la definición de una serie de objetivos y a delinear una línea de trabajo. En tal sentido, hubo consenso de que en una primera etapa era prioritario profundizar en el desarrollo de instrumentos de evaluación que permitieran una ponderación más equilibrada entre lo que se denomina ciencia básica y las actividades de desarrollo tecnológico y social. En particular, se consideró esencial la elaboración de pautas de evaluación dirigidas a superar el esquema de medición tradicional basado en indicadores bibliométricos, usualmente referido como el modelo lineal de producción de conocimiento.

Uno de los principales desafíos de esta Comisión consistió en definir un mecanismo eficaz de evaluación que ponderase la generación de conocimiento, en sus distintas modalidades, destinado a la solución de problemas concretos o demandas específicas nacionales, regionales o locales, de carácter social o productivo. El objetivo en este sentido es contar con un nuevo sistema donde se logre un equilibrio entre criterios de originalidad y criterios de aplicabilidad, teniendo en cuenta que el sistema actual sobrevalora la originalidad a través de la medición de variables de impacto usuales de la producción científica, mientras que no hay consenso acerca de las formas de medición de la aplicabilidad y el impacto de los desarrollos tecnológicos y sociales.

En este marco, emergió la propuesta de generar una nueva clasificación de proyectos orientados al desarrollo y transferencia de tecnología, a través de los cuales repensar la evaluación del personal científico tecnológico bajo nuevos parámetros.

## Los PDTS: Base de un nuevo paradigma en la evaluación del personal científico tecnológico

Los Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTS) surgen entonces como el primer paso en la adecuación de mecanismos y pautas de evaluación que se orienten a una revalorización de la actividad tecnológica, permitiendo además singularizar propuestas con real capacidad de transferencia de conocimiento al medio socio productivo nacional. Así, se apuntó a que todo investigador que desarrolle este tipo de actividades dentro de un proyecto dedicado a resolver una problemática o demanda específica, sea evaluado teniendo en cuenta el grado de avance del proyecto y su participación y desempeño en el mismo, más allá de los parámetros tradicionalmente utilizados en la evaluación de las actividades de ciencia y tecnología.

En este contexto, se ha definido a un PDTS como “un proyecto de actividad que hace uso de conocimientos científicos y tecnológicos pertenecientes a una o más disciplinas, identificando de manera clara sus fines y objetivos; el alcance del avance cognitivo propuesto; la factibilidad de su realización; y la evaluación de su gestión, avance y logros. El mismo debe encarar la resolución de problemas y la satisfacción de necesidades concretas, enmarcados en la sociedad, la política, la economía o el mercado. Por tanto, deben estar orientados al aprovechamiento de una oportunidad –sea ésta una tecnología, un marco normativo, un programa de intervención en la sociedad, una prospectiva o una evaluación de procesos y productos- generando soluciones que pueden ser replicables o sólo aplicables a un caso singular. Su objetivo debe estar justificado en un interés nacional, regional o local, sea por acciones estatales o privadas, para lo cual debe identificar una o más organizaciones públicas o privadas que estén en capacidad de adoptar el resultado desarrollado.”

A partir de esta definición, en el **Documento I**, firmado en octubre de 2012 por las autoridades de los organismos científico-tecnológicos (CONICET, INA, INTA, SEGEMAR, CNEA, CONAE, INTI, INIDEP, IAA, ANLIS, CITEDEF), universidades públicas (CIN) y de gestión privada (CRUP), CONEAU, CIC de la Provincia de Buenos Aires y Programa de Incentivos de la SPU, se alcanza un acuerdo histórico dentro del SNCTI. Dicho acuerdo incluye la conformación, por parte del Ministerio de Ciencia, de un Banco Nacional de PDTS donde serán incluidos los proyectos presentados por las instituciones. El Banco apunta a constituirse no sólo en una instancia para la gestión de la evaluación del personal de

CyT, sino en un espacio para la visibilización de la actividad tecnológica producida en el país.

**El Documento II**, firmado en la reunión del 19 de agosto pasado del Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (CICyT), establece un mecanismo preliminar para la incorporación de los proyectos al Banco y esclarece algunos aspectos de la definición de PDTS. Asimismo, incorpora una instancia de acreditación que no implica la re-evaluación de los PDTS, sino la certificación de que los mismos cumplen con las condiciones establecidas en su definición. Dicho proceso será llevado a cabo por una Comisión Acreditadora de alcance nacional conformada ad hoc con representación de distintas extracciones del SNCTI.

Actualmente, la Comisión de Trabajo sobre Evaluación del Personal Científico Tecnológico se encuentra elaborando el **Documento III**, que tiene por objetivo delinear las especificaciones respecto de la evaluación individual de los investigadores que desarrollan su actividad con dedicación completa o parcial en el marco de un PDTS. De este modo, la Secretaría de Articulación Científico Tecnológica aborda una de las iniciativas prioritarias de trabajo para el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva como es profundizar el desarrollo de todo un conjunto de instrumentos de evaluación tendientes a una ponderación más equilibrada entre la ciencia básica y las actividades orientadas al desarrollo tecnológico y social, desde una visión que tenga como horizonte un esquema sistémico y no compartimentado de la ciencia y el desarrollo.

<sup>1</sup> Doctor en Física, Universidad Nacional de La Plata, 1985. Realizó estudios post doctorales en el Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Stanford, Estados Unidos (1986-1988) y en el Instituto de Física Teórica de la Universidad de Colonia, Alemania (1988-1989).

Desde 2007 es Director Ejecutivo de la Red Nacional de Investigación y Educación de Argentina (INNOVA-RED), perteneciente a la Fundación INNOVA-T, y Director del Centro Internacional Franco-Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas (CIFASIS), ambos cargos en uso de licencia. Entre 2001 y 2007 se desempeñó como Director del Centro Regional de Investigación y Desarrollo Rosario (CERIDER) y entre 2007 y 2009 como Director del Centro Científico Tecnológico (CCT) Rosario del CONICET. Entre 1999 y 2003 fue Coordinador del Área de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Entre 2005 y 2009 actuó como Vicepresidente de la Sociedad Argentina de Informática (SADIO).

# Programa Regional de Emprendedorismo e Innovación en Ingeniería

Néstor Braidot<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Coordinador de Argentina del Precitye.

## Introducción

La sigla PRECITYE identifica al “Programa regional de emprendedorismo e innovación en ingeniería”. El propósito general del programa consiste en promover, como su nombre sugiere, las actitudes hacia el emprendedorismo y la innovación en el conjunto específico de los estudiantes de ingeniería. La cualidad regional del programa responde a que, en forma inédita, ha sido concebido y es implementado en forma conjunta por unidades académicas de ingeniería de cuatro países: Argentina, Brasil, Chile y Uruguay.

El PRECITYE ha sido desarrollado por las instituciones representativas de formación de ingenieros de estos cuatro países: el CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina), ABENGE (Associação Brasileira de Educação de Engenharia), el CONDEFI (Consejo de Decanos de Facultades de Ingeniería de Chile), y por la ANII (Agencia Nacional de Investigación e Innovación) de Uruguay como entidad nucleadora de la representación de las facultades de ingeniería de ese país.

Desde su concepción, el programa ha suscitado el interés de las correspondientes dependencias nacionales a cargo de la Educación Superior de los países involucrados, quienes en forma conjunta con el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) a través de su Programa de Bienes Públicos Regionales, se han constituido en la principal fuente de financiación del proyecto.

## El contexto

Motivó esta empresa conjunta el hecho que en las últimas dos décadas se han producido numerosos cambios tanto en el contexto en el que se desenvuelven las actividades productivas, de servicios y de negocios, como en lo referente a los vectores de crecimiento de los países. En este nuevo escenario tanto el conocimiento

como la generación, difusión y comercialización de las innovaciones, juegan un rol clave en el crecimiento y desarrollo económico de un país o región. Asimismo, las investigaciones sobre emprendedorismo y el fenómeno de creación de empresas demuestran que el rol de nuevas empresas creadas por egresados/alumnos universitarios, se ha constituido en una variable de suma importancia en países emergentes como los de América Latina. Esto es debido a que en esta región la estructura industrial está principalmente compuesta por firmas de sectores tradicionales, caracterizados por un moderado contenido tecnológico, y que por lo tanto que no juegan un rol importante como “organizaciones incubadoras” de nuevos emprendimientos. En este escenario los estudiantes y graduados de ingeniería, por su particular formación, se constituyen naturalmente en vectores de innovación tecnológica y creación de empleo.

La adaptación a este nuevo contexto por parte de las unidades académicas formadoras de ingenieros requiere el tránsito de un cambio de paradigma. Partiendo de la tradicional formación de profesionales para el empleo, se hace hoy necesario centrarse conceptualmente en una formación para el trabajo. Esto coloca en un plano igualitario el trabajo dependiente, el trabajo independiente, y la creación de organizaciones que brinden el espacio para el propio trabajo a la vez del de otros.

Por otra parte, en términos regionales y en el ámbito específico de las ingenierías de Argentina, Brasil, Chile y Uruguay, en los últimos años han comenzado a instrumentarse numerosos proyectos e iniciativas orientadas a desarrollar el potencial que existe en las universidades e institutos de investigación para la creación de empresas de base tecnológica. En apoyo a las po-

líticas de estado, estos cuatro países consideraron necesario extender la base de destinatarios de las acciones existentes promoviendo la expansión del conjunto de egresados con vocación por la creación de empresas, impulsando la formación para la empresarialidad desde los estudios de grado.

### Antecedentes y relación con las políticas del CONFEDI

En la Argentina se encuentra un antecedente inmediato vinculado con los fines del PRECITYE en el “Acuerdo sobre competencias genéricas del ingeniero argentino” cuya discusión comenzó en la XXXVI reunión plenaria del CONFEDI en la ciudad de Jujuy, y que fue formalizado con el correspondiente documento publicado en el año 2006. En este acuerdo que expone las diez competencias que todo egresado de ingeniería de la Argentina debe haber desarrollado en sus estudios de grado, se incluye como 10ª competencia genérica, y dentro del conjunto de competencias sociales, políticas y actitudinales, la “competencia para actuar con espíritu emprendedor”. El PRECITYE fue entonces promovido por el CONFEDI como un instrumento o herramienta funcional a ese desafío previamente planteado para y por nuestras unidades académicas de ingeniería.

La concepción e implementación en forma conjunta con las entidades representativas de la formación de ingenieros de Brasil, Chile, y Uruguay, responde también a la necesidad plasmada tanto en políticas de Estado como del propio CONFEDI. Esto es la de constituir una matriz formativa de ingenieros con visión supranacional-regional. Debe entenderse entonces al PRECITYE como una acción concreta de las políticas de integración y trabajo conjunto promovidas por el CONFEDI en el marco de ASIBEI (Asociación Iberoamericana de instituciones de Enseñanza de la Ingeniería).

Por último, la formación de ingenieros con competencias para abordar procesos de creación de empresas, sean éstas o no de base tecnológica, en el devenir de su carrera profesional, es funcional a la formación del ingeniero para el desarrollo sostenible. Este concepto sostenido en el documento que el CONFEDI aportara al Congreso Mundial de Ingeniería 2010, se vincula y debe entenderse como un aporte a la formación de los recursos humanos necesarios para la exitosa implementación del plan industrial 2020. Este plan, en sus lineamientos generales, propone como objetivo lograr una competitividad sistémi-

ca, es decir, una competitividad a lo largo de cada cadena y en todas las cadenas productivas. La regionalización de la producción, la incorporación de tecnología, y el desarrollo de proveedores, de un conjunto mayor de necesidades postuladas por el plan, requieren como un factor fundamental recursos humanos capacitados para intervenir y promover la creación de las organizaciones que den respuestas a esos desafíos.

### Historia del Precitye

Las primeras ideas de lo que a la postre resultó el PRECITYE fueron gestadas en el marco del Seminario Internacional “La Urgencia de Innovación del Currículo y Aseguramiento de la Calidad de la Educación de Ingeniería” realizado en Viña del Mar, Chile, en febrero de 2007, donde, representantes de Argentina, Chile, y Brasil que participaban del mismo, acordaron trabajar de manera conjunta en la promoción del emprendedorismo e innovación en las currículas de ingeniería. Planteadas esas ideas a las respectivas entidades de Educación Superior se dio entonces lugar a la generación de las bases del proyecto.

Posteriormente, ese mismo año, y en oportunidad de celebrarse en Córdoba la XLI reunión plenaria del CONFEDI, se bosquejaron las primeras líneas de trabajo, que se completaron en encuentros desarrollados en las ciudades de São Carlos, Santiago de Chile y Buenos Aires, realizándose un diagnóstico de la situación, del contexto, de las falencias existentes, y comenzando a discutir posibles programas y alternativas de trabajo en conjunto. Finalmente se consensuó un núcleo de actividades críticas que permitieron desarrollar una propuesta para solicitar al BID, en el marco de su programa de Bienes Públicos Regionales, un subsidio para el financiamiento, y formular las condiciones para hacer sostenible la continuidad de las actividades en el tiempo. Estos esfuerzos y acuerdos iniciales entre estos tres países concretaron una plataforma inicial, a la que luego de otra serie de encuentros desarrollados tanto en Buenos Aires como en Montevideo se sumó la participación de Uruguay.

Al aporte de las entidades líderes de este proyecto (CONFEDI, ABENGE, CONDEFI y ANII), se sumó el aporte de otras instituciones vinculadas al ámbito privado. En algunos casos el aporte fue financiero, como en el caso de la empresa Hewlett Packard, y en otros en su calidad de instituciones vinculadas y vinculantes con el ámbito de interés del proyecto.

El carácter de bien público regional del PRECITYE implica que los productos por este generados quedan, al finalizar el proyecto, a disposición de los restantes países de la región que consideren útil y pertinente su utilización en sus respectivas unidades académicas de ingeniería.

### **Descripción, avances y próximos pasos del Programa**

Como se anticipó, el fin del PRECITYE es promover en los estudiantes de grado de las carreras de ingeniería una cultura emprendedora y de innovación. El propósito es desarrollar e implementar en forma colectiva y a escala piloto un conjunto de conocimientos, materiales e instrumentos didácticos y pedagógicos para la formación de ingenieros emprendedores e innovadores en la región.

Para su ejecución el proyecto fue dividido en dos componentes. El primero abarca las tareas correspondientes al desarrollo de estrategias, materiales e instrumentos didácticos y pedagógicos. Los productos específicos asociados a este componente son un “Manual de buenas prácticas de incubadoras”, casos de estudio, videos, y un cuaderno de ejercicios. El primero de los productos está dirigido fundamentalmente a los decanos o miembros de su equipo de gestión, y compila la información básica requerida en el proceso de evaluación de la potencial creación de una incubadora de empresas. Los casos de estudio, son casos para su utilización en el dictado de diversas asignaturas. Se caracterizan por haber sido desarrollados teniendo como protagonistas a ingenieros egresados de unidades académicas de ingeniería de los cuatro países participantes del proyecto, y que han creado sus propias empresas. Se buscó de esta manera contribuir con casos locales, de emprendimientos y emprendedores operando en el contexto de nuestra región, material que por escaso o inexistente obligaba a la utilización de casos foráneos que por su condición de tales carecían de la contextualización necesaria para un impacto formativo relevante. En estrecho vínculo con los casos, el tercero de los productos consistió en siete videos que como en el caso anterior refieren empresas creadas por egresados de las carreras de ingeniería de los cuatro países. El último de los productos consiste en lo que en la jerga del proyecto se denomina “cuaderno de ejercicios”. En la práctica refiere a un conjunto de ejercicios que a la vez de ser pertinentes para la

formación específica en diversas materias, son funcionales al desarrollo de competencias emprendedoras. Los ejercicios fueron clasificados en dos categorías: ejercicios unitarios, de aplicación en una única materia o asignatura, y ejercicios transversales, que son aquellos que para el logro de sus objetivos apelan a intervenciones en al menos dos materias de las currículas existentes de ingeniería.

En este componente además de los aportes de los productos como tales, cabe destacar la metodología aplicada para su producción. Tanto en los casos de estudio como en los videos, la elección de aquellos a documentar fue realizada por profesores de las carreras de ingeniería. Es así que fueron incluidos casos con destacado componente tecnológico, con componentes tecnológicos menores pero relevantes en el contexto regional, de ingenieras emprendedoras, de base informática, de base productiva, que apelaron a diversos apoyos de los ecosistemas emprendedores locales, por nombrar algunos de los criterios consensuados por los profesores. Esta tarea de apoyo y definición de necesidades por los potenciales usuarios de los productos se hizo a partir de diversas reuniones. Algunas revistieron el carácter de internacionales, a la que asistieron un grupo seleccionado de profesores de los cuatro países, como por ejemplo la realizada en ocasión de sentar las bases y estrategias de trabajo para el proyecto, que fue desarrollada en la ciudad de Montevideo en el año 2009. Otras tuvieron el carácter de nacionales, como por ejemplo el “Encuentro Nacional de Emprendedorismo en la Formación de Ingenieros” realizado en la ciudad de Villa Carlos Paz en junio de 2011 y la que contó con 110 asistentes entre profesores y decanos.

Para la generación del material del “cuaderno de ejercicios” se apeló también a una lógica participativa, bajo el formato de concurso. En este caso, los profesores elevaron la propuesta de ejercicios tanto unitarios como transversales, que, en un esquema competitivo, fueron evaluados, seleccionados, y premiados por un jurado determinado por las instituciones promotoras del proyecto. Los profesores de Argentina tuvieron una valiosa y destacada participación en las dos ediciones llevadas a cabo del concurso, habiendo logrado un total de 68 premios, lo que representa un 75% del total de distinciones entregadas.

De las tareas del segundo componente del proyecto se destacan el desarrollo de una metodología para la visita a empresas de reciente

creación, y el curso de “formación de formadores”, ambos en ejecución al momento de la redacción de este artículo. Es, sin dudas, el hito más importante de este segundo componente, el segmento de formación de profesores que, capacitados en metodologías y técnicas para la promoción de competencias emprendedoras en el específico campo de la formación de ingenieros, podrán replicarlas al interior de las unidades académicas a las cuales pertenecen. En línea con la lógica colaborativa y de aprovechamiento de la experiencia y capacidades preexistentes en las diferentes unidades académicas, es que el diseño definitivo del curso de “formación de formadores” como bien público regional, será realizado como última tarea de esta etapa del proyecto en forma conjunta entre los profesores que han sido designados para asistir a esta capacitación.

El PRECITYE, más allá de sus aportes específicos, ha significado y significa para el CONFEDI otra demostración cabal de la potencialidad y utilidad del trabajo sistemático que se impuso para recorrer los desafíos estratégicos que el sistema de formación de ingenieros debe asumir, como actor relevante para el desarrollo, tanto de nuestro país como de la región en su conjunto. Proactivamente, concitando el interés internacional por un trabajo colaborativo a nivel regional que es inédito en el mundo, el PRECITYE nos permite concluir en el verdadero desafío: continuar encontrando los desafíos que el desarrollo de nuestras regiones nos impone.



## Panorama nacional e internacional de la enseñanza de la Ingeniería Ferroviaria en nuestro país y en el exterior

Carlos Rosito<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Secretario Permanente del CONFEDI. Decano Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires.

### Introducción

El objetivo de este trabajo es presentar un panorama de los estudios universitarios en el área ferroviaria en el país y en el exterior, a efectos de poner en contexto la posible la creación de carreras de grado en Ingeniería Ferroviaria en nuestras Facultades de Ingeniería. La tesis central de este trabajo es que hay una evidente desproporción entre escasísimas actividades que se realizan en nuestro medio en la formación de recursos humanos y en I&D en este tema y las que serían necesarias para desarrollar y mantener un sistema ferroviario acorde con las necesidades del país.

La limitada oferta académica en nuestro país se presenta en la sección 2. En relación con la situación internacional, es obviamente imposible dar un panorama completo en el marco de este trabajo. Presentamos, en la sección 3 un resumen de las actividades en algunas universidades América del Sur, América del Norte, Europa Occidental, Europa Oriental, Asia y Oceanía. Hemos elegido casos representativos o especialmente interesantes de cada región, a efectos de apreciar las diferentes formas en que se encara la enseñanza de la ingeniería ferroviaria.

Los nombres de carreras, títulos y temas de investigación cuando no están inicialmente en castellano, se han consignado en el idioma que hemos creído más conveniente a efectos de preservar los significados y mejorar la comprensión.

La información ha sido obtenida en la mayoría de los casos de las páginas web de cada universidad. Por este motivo solamente se consignan, cuando haya sido necesaria su consulta, las referencias derivadas de otras fuentes.

En la sección 4 se presentan algunas conclusiones.

### Estudios en Argentina

En ninguna universidad argentina se dicta aún

la carrera de grado de Ingeniería Ferroviaria. En la mayoría de las universidades donde se cursa Ingeniería Civil se dictan algunas materias relacionadas con el tema. No hay actividad significativa de investigación en temas técnicos de transportes o ferroviarios ni existen tampoco tesis de doctorado concluidas o en curso. Existen, sin embargo, tecnicaturas y carreras de posgrado. En lo que sigue detallaremos las actividades existentes por cada universidad.

- **UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES**

En la Facultad de Ingeniería existe un **Departamento de Ingeniería del Transporte**. Los alumnos de Ingeniería Civil cursan materias de grado en el mismo, y se dictan además la **CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA FERROVIARIA**

Fue iniciada en 1959 por convenio entre la FIUBA y Ferrocarriles del Estado, que otorgaba 25 a 30 becas anuales y luego incorporaba la casi totalidad de los graduados a su plantel. Lamentablemente, como consecuencia del proceso de privatización ferroviaria la carrera quedó sin sustento y debió cerrarse en 1990. Durante el período 1958-1990 se formaron más 900 ingenieros especialistas, entre ellos más del 10% países extranjeros.

Esta carrera fue la principal fuente de ingenieros especializados para la empresa ferroviaria nacional. La carrera se reabrió en 2009 por convenio con la recientemente creada **ADIF** (Administración de Infraestructura Ferroviaria S.E.) y se encuentra nuevamente en funcionamiento, habiendo ya graduados de las primeras promociones.

Debemos resaltar entonces que durante 20 años no hubo graduación en la especialidad Ingeniería Ferroviaria en el país, lo cual es un daño irreversible.

- En la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA** (Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales) funciona el **INSTITUTO SUPERIOR DE INGENIERIA DEL TRANSPORTE**, y en el mismo se desarrolla la **MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA MENCION TRANSPORTE**. No trata específicamente temas tecnológicos de ingeniería ferroviaria.
- **UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO** (Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura) En la desarrolla sus actividades el **INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL TRANSPORTE**. No desarrolla temas específicos de ingeniería ferroviaria.

Se han creado recientemente **TECNICATURAS UNIVERSITARIAS EN TECNOLOGÍA FERROVIARIA** en

**UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN** (2009).

**UTN HAEDO** (2012)

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LANUS** (2011).

En esta última se ha creado también la **LICENCIATURA EN TECNOLOGIAS FERROVIARIAS**

Cuyo plan de estudios comprende 8 cuatrimestres (3.624 horas), con dos orientaciones: **ELECTROMECAÁNICA FERROVIARIA** e **INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA**.

En la tabla I observamos claramente el área de vacancia existente en la formación de universitaria de grado en ingeniería ferroviaria. Tampoco existen doctorados ni grupos de I&D en el área.

**Tabla I.** Carreras Universitarias en Ing. Ferroviaria

	Tecnicatura	Licenciatura	Ingeniería Grado	Ingeniería Posgrado
<b>Universidad de Buenos Aires</b>	-----	-----	-	Carrera de especialización 1959-1990, reiniciada 2009
<b>Universidad de Lanus</b>	Iniciada 2011	Iniciada 2011	-----	-----
<b>Universidad de San Martin</b>	Iniciada 2009	-----	-----	-----
<b>UTN Haedo</b>	Iniciada 2012	-----	-----	-----

### 3. Estudios en el exterior

#### 3.1. América Latina

##### 3.1.1. Brasil

Aparecen 9 universidades con actividad en el área de transportes, lo que se resume en la tabla II. Aparecen temas ferroviarios, pero no encontramos específicamente una carrera de grado de ingeniería ferroviaria.

##### 3.1.2. Chile

Desarrollan estudios de grado y de posgrado en Ingeniería del Transporte la **UNIVERSIDAD DE**

**CHILE (MAGISTER EN INGENIERÍA DEL TRANSPORTE)**, la **PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO (LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA DEL TRANSPORTE)**, y la **UNIVERSIDAD ANDRES BELLO**.

El énfasis es en la Ingeniería vial, la gestión y la planificación. Aparentemente no hay actividad significativa en temas de Ingeniería Ferroviaria.

##### 3.1.3. Venezuela

La **UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE**, desarrolla la carrera de grado de 5 años **INGENIERIA DE EQUIPOS FERROVIARIOS**, y la **UNIVERSIDAD**

Tabla II. Actividades Universitarias Brasil

UNIVERSIDAD	INSTITUTO CENTRO O DEPTO.	GRADO	POSGRADO	TEMAS DE TRABAJO/OBSERVACIONES
UNIVERSIDAD DE SÃO PAULO (USP)	Laboratorio de Automatización y Control (LAC) Planeamiento y Operación de Transportes	Ingeniería del Transporte	Maestrías Doctorado	Ya graduados 280 maestrandos y doctorandos
UNIVERSIDAD FEDERAL DE ESPÍRITU SANTO (UFES)	Núcleo de Transportes Centro Tecnológico			Desarrollan tareas de I&D en áreas de transporte.
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG)	Departamento de Ingeniería de Transportes y Geotécnica		Especialización: Logística Estratégica y Sistemas de Transporte	Orientado a Análisis, Planeamiento y Logística.
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE)	Depto. de Ingeniería Civil		Maestría y Doctorado: Transporte y Gestión de Infraestructuras Urbanas	
UNIVERSIDAD DE BRASÍLIA (UNB)			Maestría: Transportes Urbanos	Estructura Organizacional, Institucional y Financiamiento de Transportes. Planeamiento
UNIVERSIDAD FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)	Escuela de Ingeniería Laboratorio de Sistemas de Transportes (LASTRAN)		Posgrado: Ingeniería de Producción	
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA (IME)	Centro de Investigaciones en Transportes (CPT)		Maestría: Ingeniería de Transportes	
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE (UFF)	Laboratorio de Apoyo a Decisión Logística y Gestión Tecnológica (LAGETEC)			

**ROMULO GALLEGOS** dicta, con apoyo chino la carrera de grado de INGENIERIA FERROVIARIA, en el marco de una masiva inversión y transferencia de tecnología de dicho país para un Plan Nacional Ferroviario. (Debe aclararse que no está confirmado que estas carreras se estén dictando al presente).

### 3.2. América del Norte

#### 3.2.1. Estados Unidos

La relación entre las empresas e industria ferroviaria con las universidades fue muy fuerte ya desde el siglo XIX, con numerosos cursos universitarios en ingeniería ferroviaria<sup>1</sup>. Después de la segunda guerra mundial se produjo una decli-

nación del sistema ferroviario, que produjo una reducción de la actividad universitaria en estos temas llevando el sistema a una desventaja tecnológica en relación con la Comunidad Europea y los países asiáticos, mucho más adelantados en áreas clave, de gran repercusión en la sustentabilidad, eficiencia energética y ecología, tales como el porcentaje de vías electrificadas, la tecnología de trenes de alta velocidad y el transporte ferroviario y tranviario urbano y suburbano.

En los últimos años ha habido una importante recuperación del tráfico ferroviario de cargas que ha alcanzado al 43% del total de las TnKm transportadas<sup>2</sup>, en tanto que se trabaja en planes para desarrollar un sistema nacional de trenes de alta velocidad que resultan más convenientes en términos de ahorro de energía y ecológicos que el avión en tramos de distancias cortas y medias de alta densidad de tráfico<sup>3</sup>. Esto hace prever un fuerte déficit de ingenieros ferroviarios que deberá cubrirse con nuevas carreras en las universidades, por lo que el gobierno ha iniciado vigorosos planes para remediar la situación<sup>4</sup>. Varias universidades de Estados Unidos y de la Unión Europea han producido en 2011 un informe comparando la enseñanza universitaria en ambas zonas<sup>5</sup>. Las conclusiones del mismo muestran claramente el atraso relativo de Estados Unidos. Para enfrentar esto el UnitedStatesDepartment of Transportation ha lanzado un programa de **72,5 millones de dólares** para 2013-2014 para establecer centros de formación en universidades con hasta un máximo de **3 millones por universidad**<sup>6</sup>. Este programa llamado "NURail" lo integran siete universidades lideradas por la **UNIVERSIDAD DE ILLINOIS at URBANA-CAMPAIGN**. (Líder en educación e I&D en ingeniería ferroviaria por más de 100 años, con carreras de grado y posgrado), y lo integran:

- **MICHIGAN TECHNICAL UNIVERSITY**
- **PENN STATE UNIVERSITY**
- **ROSE-HULMAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY**
- **MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY**
- **UNIVERSITY OF KENTUCKY**
- **UNIVERSITY OF TENNESSEE**

Adicionalmente, la **COLORADO STATE UNIVERSITY** ofrece el recientemente creado **MASTER OF SCIENCE IN ENGINEERING**, en la especialidad ferroviaria en coparticipación con el **TRANSPOR-**

**TATION TECHNOLOGY CENTER** en Pueblo, Colorado<sup>7</sup>, importe centro de I&D perteneciente a la Association of American Railroads con grandes laboratorios, talleres y vías de prueba de más de 75 Km de extensión.

### 3.3. Europa Occidental

Es imposible siquiera presentar una lista completa de las universidades con actividades en el área ferroviaria. Cabe aclarar que una parte importante del trabajo de I&D se hace en grandes empresas de origen europeo pero con actividad global como Siemens (Alemania), Alstom (Francia) ambas productoras de material rodante ferroviario, señalización, electrónica de control, Voestalpine (Austria), productora de rieles y equipo ferroviario, Vossloh (Alemania), material de vía, Ansaldo (Italia) material rodante, ABB (Suiza-Suecia), motorización y control, CAF (España) material rodante, incluyendo trenes de alta velocidad. Estas empresas, poseedoras de la más alta tecnología, y que ocupan a miles de empleados, trabajando en colaboración con universidades, son a su vez en si mismas verdaderas escuelas de ingeniería para jóvenes graduados. Por este motivo un porcentaje de los ingenieros ingresantes a las mismas no son graduados en ingeniería ferroviaria sino en mecánica, electrónica, electrotecnia u otras especialidades y completan su formación en las empresas. Otro tanto ocurre con las propias empresas ferroviarias. Debemos hacer notar que **esta práctica es inviable en nuestro país dado que no existen empresas de gran desarrollo tecnológico en el sector**, por lo que la formación debe ser encarada por las universidades.

En este trabajo hemos elegido solo algunos de los países más significativos y en cada uno de ellos nos limitaremos a listar algunas de las más importantes universidades en las que hay actividad en Ingeniería Ferroviaria.

El caso de los países de Europa Oriental lo tratamos separadamente por motivos que se explicarán en su momento.

#### 3.3.1. Gran Bretaña

Por su posición fundacional en la historia ferroviaria, Gran Bretaña es inevitablemente un país de referencia, lo que amerita una breve introducción. Estatizados en 1947, y arrastrando una carencia crónica de inversión, los ferrocarriles fueron privatizados en 1993-97<sup>8</sup>.

Se separó la infraestructura de la operación y el sistema se fragmentó geográficamente, con participación de muchas empresas privadas. Siguió numerosos cambios de titularidad de los operadores, complicaciones legales y políticas algunos accidentes graves. Paralelamente cerraron prácticamente las principales fábricas de material rodante y equipamiento ferroviario<sup>9,10</sup>, y comenzó a hablarse, cada vez más insistentemente, del fracaso de la privatización y de la necesidad de re-estatizar total o parcialmente el servicio<sup>11</sup>, aunque aún no se tomó ninguna decisión al respecto. El resultado, a dos décadas de iniciada la privatización, es de un atraso relativo del sistema en relación con los del continente europeo. Esto se refleja en el ámbito académico en una situación atípica. Hay grupos de excelente nivel en I&D, pero muchas veces su trabajo está orientado al exterior. Hay poca demanda de formación de grado en ingeniería ferroviaria por parte de alumnos británicos y la mayoría de los alumnos son extranjeros. Resumimos en lo que sigue las actividades universitarias en el tema.

- **UNIVERSITY OF BIRMINGHAM**  
**BIRMINGHAM CENTRE FOR RAILWAY RESEARCH AND EDUCATION.**I&D en ingeniería ferroviaria. Ofrece el **MASTER IN RAILWAY SYSTEM ENGINEERING AND INTEGRATION** y programas específicos de Doctorado y Master of Philosophy (M. Phil. es un título británico, superior a un master, pero inferior a un doctorado):
- **UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON**  
**SOUTHAMPTON RAILWAY SYSTEMS RESEARCH.**  
Se especializa en infraestructura, factores humanos (tanto en personal ferroviario como en pasajeros), vibraciones y operación ferroviaria. Desarrolla programas doctorado en relación con estos temas de I&D
- **UNIVERSITY OF LEEDS**  
**INSTITUTE FOR TRANSPORT STUDIES**  
Trabaja en aspectos económicos, ambientales, de modelización, externalidades y planificación del transporte desde 1970. Más recientemente se agrega el área **ITS** (IntelligentTransportSystems)

- **UNIVERSITY OF NOTTINGHAM**  
Posee importantes centros de investigación ferroviaria como el **CENTRE FOR RAIL HUMAN FACTORS**, que estudia los factores humanos en el sistema ferroviario y el **RAILWAY TRACK SYSTEM INTEGRATION AND OPTIMISATION**, que cuenta con laboratorios de gran porte para estudios de infraestructura en escala. Ofrece programas de Posgrado y Doctorado.
- **MANCHESTER METROPOLITAN UNIVERSITY**  
**RAIL TECHNOLOGY UNIT.** Trabaja en proyectos de avanzada en:  
Dinámica Vehicular,  
Optimización de perfiles de ruedas.  
Interacción riel-rueda.  
Cuenta con equipamiento experimental de primer nivel mundial y tiene carreras de Grado, Master, Doctorado
- **UNIVERSITY OF HUDDERSFIELD**  
**EL INSTITUTE OF RAILWAY RESEARCH**, es un grupo de I&D en temas ferroviarios, con importante dotación de personal y dirigido por el Dr. Simon Iwnicki, prestigioso especialista, editor del Handbook of Railway Vehicle Dynamics, obra de referencia en el tema de dinámica vehicular<sup>12</sup>.
- **IMPERIAL COLLEGE OF LONDON**  
En el mismo funciona el **FUTURE RAILWAYS RESEARCH CENTRE**  
Sus temas de I&D son: Interacción vía-vehículo, diseño de vehículos ferroviarios, estudios de fatiga en ejes ferroviarios, estructuras de gerenciamiento ferroviario.
- **SHEFFIELD HALLAM UNIVERSITY**  
Otorga el título de grado **“F.D. ENG RAILWAY ENGINEERING”**. (Foundation degree in Engineering). Es un título que se otorga en el Reino Unido y es aproximadamente intermedio entre un Bachelor y una Tecnicatura en la Argentina)

### 3.3.2. Italia

Italia tiene una larga tradición de pionera en ingeniería ferroviaria. Ya en 1938 corrían en algunos

tramos trenes eléctricos a 200 Km/h. Actualmente tiene el 70% de su red electrificada y más de 1.500 Km de red de alta velocidad, nominalmente de 300 Km/h. Su importante y activa industria ferroviaria mantiene estrecha relación con los sectores de I&D de universidades y politécnicos.

Los estudios de grado en el sistema Italiano siguen el esquema del Acuerdo de Bologna, con un título de "Laurea" de 3 años seguido de la "Laurea Specialistica" o "Laurea Magistrale" de 2 años (valores nominales, que frecuentemente se alargan). Este último título equivale al Master anglosajón.

Adicionalmente se dictan el "Master di Primo Livello", al cual se accede con el título de Laurea y el "Master di Secondo Livello" al cual se accede después de haber completado la Laurea Specialistica/Magistrale. Estas son maestrías similares a las argentinas, que se suelen cursar simultáneamente con la actividad profesional. Finalmente existe el "Dottorato de Ricerca" equivalente al Ph.D. o a nuestro doctorado. Este esquema es en general válido (con los obvios traducciones de nombres) para los demás países que adhieren al acuerdo de Bologna.

Resumimos en lo que sigue las actividades universitarias en el área ferroviaria. Incluimos en algunos casos el área de transportes en general dado que contiene a la anterior. Algunas universidades tienen actividad de I&D de primer nivel internacional en el área ferroviaria pero se especializan en el doctorado solamente en el doctorado.

- **UNIVERSITÀ DI ROMA "LA SAPIENZA".**  
**MASTER UNIVERSITARIO DI II LIVELLO IN INGEGNERIA DELLE INFRASTRUTTURE E DEI SISTEMI FERROVIARI**, en colaboración con la empresa FerroviedelloStato, y otras. Además ofrece el:  
**DOTTORATO DE RICERCA IN INFRASTRUTTURE E TRASPORTI**  
Se desarrollan temas de I&D en ingeniería ferroviaria, apoyado por importantes laboratorios de ensayos.
- **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA TRE**  
Ofrece la **LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DELLE INFRASTRUTTURE VIARIE E TRASPORTI**  
El ámbito profesional de esta carrera inclu-

ye los proyectos avanzados de las grandes infraestructuras de transporte terrestre viales y ferroviarias.

- **UNIVERSITA DI SALERNO**  
No se desarrollan carreras de grado en Ingeniería ferroviaria, aunque en el Departamento de Ingeniería Industrial (Ingeniería Industrial tiene en Italia una acepción distinta, más amplia que en nuestro medio) se trabaja en:  
Sistemas de Conversión de Energía  
Sistemas de Potencia y Electrónica de Potencia.  
Sistemas Eléctricos para la Energía y el Transporte  
Este ultimo aplicación en tracción ferroviaria.
- **UNIVERSITÀ DI NAPOLI "FEDERICO II"**  
**MASTER UNIVERSITARIO DI II LIVELLO IN INGEGNERIA DEI SERVIZI E DEI SISTEMI FERROVIARI** Temas de trabajo son:  
Tecnología de los sistemas de transporte ferroviario.  
Métodos y modelos para el proyecto de horarios ferroviarios.  
Modelos de simulación del ejercicio ferroviario.  
Sistemas de tracción y dinámica de los vehículos ferroviarios.  
Normativas específicas del sector ferroviario.  
Sistemas de gestión de la seguridad, del trabajo, del ambiente y de la calidad en el ámbito ferroviario.  
Planificación y control de la gestión ferroviaria.  
Tiene la colaboración de las empresas del sector: Ansaldo Breda, Ansaldo STS S.p.A., Gruppo Ente Autonomo Volturnos.r.l, Bombardier y Metronapoli.  
Tienen un importante laboratorio de ingeniería ferroviaria, donde ensayan ruedas, bogies, aerodinámica de locomotoras y vagones (con modelos en túnel de viento), rieles e infraestructura de vía
- **POLITECNICO DI MILANO**  
Es el mayor y más prestigioso de Italia.

Tienen un importante laboratorio de ingeniería ferroviaria, donde ensayan ruedas, bogies, rieles e infraestructura de vía.

Realizan trabajos de fluidodinámica experimental (con modelos en túnel de viento) y computacional para la optimización de la geometría de vehículos ferroviarios. Realizan trabajos para diseño de trenes de alta velocidad para Tenitalia (Ferrovía dello Stato) y Ansaldo-Breda. En programas de doctorado del más alto nivel internacional estudian temas I&D ferroviario relacionados con lo expuesto más arriba, aunque no tienen carreras de grado en ingeniería ferroviaria.

- **POLITECNICO DI TORINO**

Es el otro gran Politécnico italiano, que disputa el primer lugar al de Milano.

Es muy activo en R&D ferroviario. Participa del proyecto europeo ACEM de automatización del mantenimiento de la infraestructura ferroviaria<sup>13</sup>.

En el departamento de ingeniería Mecánica funciona el RailwayTechnologyLaboratory, que se dedica a:

Simulación numérica de la estabilidad dinámica de vehículos ferroviarios.

Tests de estabilidad en prototipos en escala<sup>14</sup>.

Desarrollo de algoritmos y códigos de simulación del contacto rueda-riel y del desgaste debido a la interacción de los perfiles rueda-riel.

Sensores y sistemas de diagnóstico del vehículo ferroviario.

Las actividades de I&D las aplican al doctorado. No tienen carreras de grado en ingeniería ferroviaria.

- **UNIVERSITÀ DI PISA**  
**LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DEI VEICOLI**

Carrera de grado que estudia el diseño de vehículos terrestres, tanto viales como ferroviarios, en sus aspectos aerodinámicos, eléctricos, electrónicos y mecánicos.

- **UNIVERSITÀ DI CATANIA.**  
**LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DEI TRASPORTI**

Se dedica planificación, proyecto, construc-

ción y gestión de los sistemas de transporte.

- **UNIVERSITÀ DI BOLOGNA**  
**DOTTORATO DI RICERCA IN INGEGNERIA DEI TRASPORTI**

Se desarrollan tesis sobre a las distintas modalidades del transporte, incluyendo obviamente el ferroviario y su interacción, por ejemplo en el transporte multimodal.

### 3.3.3. Alemania

El sistema ferroviario alemán, sus industrias ferroviarias y universidades son de primer nivel mundial y se encuentran armónicamente relacionadas<sup>15</sup>. La revisión que presentamos no es exhaustiva sino que nos concentramos primordialmente en las universidades del grupo **TU9**<sup>16</sup>, alianza de las 9 universidades alemanas de mayor prestigio en el área tecnológica. Todas ofrecen el Doctorado en Ingeniería. Concentran el 51% de los graduados y el 57% de las tesis de doctorado en ingeniería de Alemania.

- **AACHEN UNIVERSITY**

En el **DEPARTMENT OF RAIL VEHICLES AND MATERIALS HANDLING TECHNOLOGY** se desarrollan trabajos de I&D en temas de mecánica vehicular y control, ruedas y bogies, operación inteligente, tráfico de cargas, guiado en la vía y aplicación de navegación satelital al tráfico ferroviario. Programas de:

- **BACHELOR IN MOBILITY AND TRANSPORT**  
**MASTER IN MOBILITY AND TRANSPORT.**

Dentro de ambos existe la especialización ferroviaria

- **TU BRAUNSCHWEIG**

En esta universidad existe el **INSTITUTE OF RAILWAY SYSTEMS ENGINEERING AND TRAFFIC SAFETY**. Ofrece las carreras:

- **BACHELOR IN TRANSPORT SYSTEMS.**  
**MASTER TRANSPORT SYSTEMS**

En ambos casos se ofrece la especialidad ferroviaria y vial.

- **TU BERLIN.**

Desarrolla sus actividades el importante instituto **TRANSPORT PLANNING AND TECHNOLOGY OF TRANSPORT SYSTEMS,**

con actividades de I&D en:

Vehículos ferroviarios, transmisiones, simulación de sistemas con muchos grados de libertad, ensayo y análisis de vehículos ferroviarios, componentes ferroviarios y de infraestructura, análisis de ruido. Sistemas de electrificación ferroviaria, consumo de energía de sistemas ferroviarios, propulsión de trenes de alta velocidad, operación ferroviaria automática. Optimización de sistemas ferroviarios. Tecnología Maglev

- **TU MÜNCHEN**

Se ofrece el grado **MASTER IN TRANSPORTATION SYSTEMS**. Está orientado al transporte en general, su interrelación y optimización, pero no específicamente al transporte ferroviario.

- **KARLSRUHE INSTITUTE OF TECHNOLOGY**

Su actividad de I&D es acerca los vehículos ferroviarios, su interrelación, la infraestructura y la operación ferroviarias. Ofrece un programa de:

**BACHELOR IN MECHANICAL ENGINEERING IN RAIL SYSTEM TECHNOLOGY.**

- **UNIVERSITÄT STUTTGART**

Existe el **INSTITUTE OF RAILWAY AND TRANSPORTATION ENGINEERING**.

Se ocupa de diseño de sistemas de transporte, economía del transporte, mecánica del transporte guiado y características de los vehículos ferroviarios..

- **TU DRESDEN**

En esta Universidad existe una facultad entera dedicada a temas Ferroviarios y del Transporte: **THE FACULTY OF TRANS-**

**PORTATION AND TRAFFIC SCIENCES "FRIEDRICH LIST"**. Es la más importante de Alemania en el área. La figura 1 da idea de su dimensión.

Dentro de esta desarrolla sus actividades el:

**INSTITUTE OF RAILWAY SYSTEMS AND PUBLIC TRANSPORT**

con las siguientes áreas:

Transportation Systems Engineering

Planning and Design of Railway Infrastructure

Rail and Public Urban Transport

Railway Signalling and Transport Safety Technology

Institute of Traffic Telematics

Traffic Control and Process Automation

Transport Systems Information Technology

Traffic Communication Systems

Posee programas de Bachelor, Master y Doctorado

### 3.3.4. España

España se ha convertido en un país de primer nivel mundial en tecnología ferroviaria. Con una red 2.600 Km de trenes de alta velocidad solo es superada por China (9.300 Km)<sup>17</sup>. Está exportando trenes de alta velocidad a Saudi Arabia, Rusia, y Kazakstan<sup>18</sup>, y tranvías y material rodante a diversos países, entre ellos a Estados Unidos.

Las universidades o institutos dedicados al tema son:

- **EADIC** (Escuela abierta de desarrollo de ingeniería y construcción)

Dicta postgrado online: **ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS**



Figura1. La Facultad de Transporte y Ciencias del Tráfico "Friedrich List"



- **UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID,**  
En su **CENTRO DE INVESTIGACION EN TECNOLOGIAS FERROVIARIAS** ofrece el **POSGRADO EN TECNOLOGÍAS FERROVIARIAS**

I&D y docencia dentro área de tecnología ferroviaria.

- **UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS** (Madrid)

**LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA** de ofrece el título de **MASTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS FERROVIARIOS**

- **UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA**  
En el, **INSTITUTO DE TRANSPORTE Y TERRITORIO**, ofrece el posgrado de **MASTER EN FERROCARRILES Y TRANSPORTE FERROVIARIO.**

- **UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA,** (estatal) ofrece la carrera de **INGENIERIA FERROVIARIA**

- **UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO.**  
Desarrolla sus actividades el **GRUPO DE OPTIMIZACIÓN DE ESTRUCTURAS Y SISTEMAS FERROVIARIOS**

Se dictan materias de grado y se desarrollan proyectos de fin de carrera y doctorados.

- **UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUNIA**  
Se dicta el **MÁSTER EN SISTEMAS FERROVIARIOS Y TRACCIÓN ELÉCTRICA**

El Máster tiene por objetivo formar profesionales especializados en el transporte ferroviario, abarcándose a lo largo del mismo las diferentes disciplinas que conforman la ingeniería ferroviaria: electrificación, señalización, comunicaciones, material rodante, gestión y explotación de empresas ferroviarias.

### 3.3.5. Francia

La enseñanza de la ingeniería en Francia presenta una estructura relativamente compleja. Conviven las “Grandes Écoles” y las universidades, carreras sin título intermedio y otras según el Acuerdo de Bologna. A esto se agregan diferentes tipos de maestrías y doctorados. Adicionalmente,

mucho trabajo de I&D y se lleva a cabo en instituciones como el CNRS que no son formalmente parte de las universidades pero están muy integradas con las mismas. Por este motivo, a pesar de ser Francia un país de primer nivel en tecnología ferroviaria, omitimos un estudio detallado de los muchos títulos ofrecidos que exigiría tediosas explicaciones adicionales y no aportaría mucho a lo expuesto en las secciones anteriores.

### 3.4. Europa Oriental

A diferencia de Europa Occidental, el transporte y la industria ferroviarios en Europa Oriental se hallaban centralizados, en manos estatales. Las facultades de ingeniería eran las proveedoras naturales tanto de personal técnico como de desarrollos tecnológicos. A su vez, el sistema ferroviario no sufría una fuerte competencia del transporte automotor, de menor desarrollo relativo, por lo que se desarrollaron redes ferroviarias con amplia cobertura territorial tanto en servicios de carga como de pasajeros. En este contexto hubo un importantísimo desarrollo del área ferroviaria en las universidades, que ha perdurado. En ciertos casos toda una facultad o aún una universidad se dedica a enseñanza e I&D en temas ferroviarios. Veremos los casos de Rumania y Rusia.

#### 3.4.1. Rumania

País de producto bruto per cápita inferior al de la Argentina, aún así asegura que todas las poblaciones de alguna importancia están servidas por ferrocarril, con servicio de pasajeros. Tiene un 35% de líneas electrificadas, lo que asegura un uso relativamente eficiente de la energía. Correspondientemente, hay gran desarrollo de enseñanza e I&D en temas ferroviarios. En la Universidad Técnica de Bucarest una facultad entera está dedicada a este tema.

- **UNIVERSIDAD DE CLUJ-NAPOCA**

Ofrece:

Carrera de grado en **FERROCARRILES.**

Carrera de especialización en **FERROCARRILES Y PUENTES.**

Maestría en Ingeniería de la **INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE.**

Doctorado en áreas de **INGENIERÍA DEL TRANSPORTE.**

temas de ingeniería

- **UNIVERSIDAD TECNICA EN INGENIERIA CIVIL DE BUCAREST**

La Integran cinco Facultades, una de ellas exclusivamente de Ingeniería Ferroviaria, la **FACULTAD DE FERROCARRILES Y PUENTES**.

Ofrece cursos de grado, maestrías y doctorado en temas ferroviarios

Destacamos la **MAESTRÍA EN LA INGENIERÍA DE TRENES DE ALTA VELOCIDAD**. Vemos que aunque el país no cuenta aún con trenes de alta velocidad, está capacitando ingenieros en el tema, anticipándose a necesidades futuras.

- **UNIVERSIDAD DE CRAIOVA**

Tiene 16 Facultades, 3 de ellas en Ingeniería, en las especialidades Eléctrica, Mecánica, Electromecánica e Informática industrial.

Aunque no desarrolla carreras de grado en ingeniería ferroviaria, tiene fuerte tradición en I&D en material ferroviario, particularmente en tracción eléctrica, dado que está ubicada próxima una gran fábrica de locomotoras eléctricas y diesel eléctricas, con más de 3500 unidades producidas para uso nacional y exportación.

- **UNIVERSIDAD TECNICA DE TIMISOARA**

La forman 10 Facultades de Ingeniería, en distintas especialidades.

Entre ellas la Facultad de Management en Producción y Transporte.

Se desarrollan tesis de doctorado, además en temas de ciencia de materiales, electrónica y electrotecnia en temas relacionados con Ingeniería del Transporte.

### 3.4.2. Rusia

Con una densidad de población de menos de la mitad de la Argentina existen **13 universidades** totalizando **27 sedes** dedicadas primordialmente a las disciplinas relacionadas con el transporte. De entre ellas, **8 universidades** con **20 sedes** en distintas ciudades se dedican **exclusivamente a la ingeniería ferroviaria**.

La más importante de ellas es la **MOSCOW STATE UNIVERSITY FOR RAILWAY ENGINEERING**. Fundada en 1896, tiene **120.000 estudiantes**, **2.500 docentes** y **6.500 personal auxiliar**. Es la

mayor Universidad Rusa (aún considerando todas las demás disciplinas universitarias). Posee numerosas carreras de grado, master y PhD.

También se destacan la **IRKUTSK STATE RAILWAY TRANSPORT ENGINEERING UNIVERSITY** con sedes en las ciudades de Ulan-Ude, Severo-baikalsk, Abakan y Bratsk, y la **PETERSBURG STATE RAILWAY UNIVERSITY**

Típicamente, las Universidades de Ingeniería Ferroviaria se organizan en Facultades de Ingeniería Civil, Mecánica, Puentes y Túneles, Operación Ferroviaria, Electromecánica, Electrónica y Economía Ferroviaria. A efectos de apreciar su magnitud, adjuntamos fotos de algunas de las facultades dedicadas íntegramente a la ingeniería ferroviaria.



Figura 2. Universidad Estatal de Moscú de Ingeniería Ferroviaria.



Figura 3. Universidad Estatal de San Petersburgo de Ingeniería Ferroviaria.

### 3.5. Asia

Es imposible en un informe de esta naturaleza dar cuenta de la enorme actividad universitaria en Asia en el área ferroviaria. Debido a la alta densidad de población el ferrocarril es esencial en el movimiento de pasajeros y carga. Japón ha

sido precursor de la tecnología de los trenes de alta velocidad. China se ha convertido en el primer exportador mundial de material ferroviario y ya posee una red de 9500 Km de trenes de alta velocidad en plena expansión. La India posee uno de los sistemas ferroviarios de cargas y pasajeros más importantes del mundo. Mostraremos este último caso, interesante por la forma particular de encarar la formación de ingenieros ferroviarios.

### 3.5.1. India

El transporte ferroviario en India depende de la compañía estatal **INDIAN RAILWAYS**. La misma transporta 30 millones de pasajeros y 2.8 millones de toneladas de carga por día sobre una red de 115.000 Km. de extensión<sup>19</sup>.

La formación de Ingenieros Ferroviarios se lleva a cabo principalmente en cinco grandes institutos de ingeniería que dependen directamente de la compañía estatal de ferrocarriles. Los mismos son:

- **INSTITUTO DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES Y SEÑALAMIENTO DE LOS FERROCARRILES DE LA INDIA**, Secunderabad.
- **INSTITUTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LOS FERROCARRILES DE LA INDIA**, Jamalpur.
- **INSTITUTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LOS FERROCARRILES DE LA INDIA**, Nasik.
- **INSTITUTO DE INGENIERÍA CIVIL DE LOS FERROCARRILES DE LA INDIA**, Pune
- **INSTITUTO DE PERSONAL JERÁRQUICO DE LOS FERROCARRILES DE LA INDIA**, Vadodara.

Es interesante observar que las titulaciones ofrecidas marcan precisamente las especialidades necesarias para mantener y desarrollar uno de los más grandes sistemas ferroviarios del mundo, crucial para el funcionamiento del país.

Se desarrollan además trabajos de I&D, cursos, maestrías y doctorados en temas relacionados con ingeniería ferroviaria en los cientos de Universidades e Institutos Tecnológicos del país.

## 3.6. Oceanía

### 3.6.1. Australia

Desde el punto de vista del desarrollo de un sistema ferroviario, Australia posee algunas si-

militudes con la Argentina, por lo que veremos su caso con algún detenimiento. Tiene grandes extensiones desérticas, grandes distancias y población desigualmente distribuida con una densidad promedio de solo 3 Hab/Km<sup>2</sup>, (14,5 Hab/Km<sup>2</sup> de Argentina). Al igual que la Argentina, la red tiene tres trochas diferentes: ancha, de 1.600 mm, media de 1.435 mm y angosta de 1.067 mm<sup>20</sup>, valores próximos a los de la Argentina de 1.676 mm, 1.435 mm y 1.000 mm. La extensión total de la red es de 41.500 Km, valor próximo al que supo tener la Argentina de más de 45.000 Km.

A diferencia de la Argentina, sin embargo, la red está perfectamente operativa, con 2.940 Km de vía electrificada<sup>21</sup>, y permanece en manos estatales o federales. Tiene una importante industria ferroviaria propia, con tres grandes compañías que producen material ferroviario y exportan: Commonwealth Engineering, Downer EDI Rail y UnitedGroup Rail.

En cuanto al transporte de carga, la diferencias son abismales: 815 MTn anuales versus 23 MTn de la Argentina. El porcentaje de TnKm transportadas por ferrocarril es sensiblemente superior al vial: 237 BTnKm en el primer caso contra 190 BTnKm transportadas por camión<sup>22</sup>, presentando esto también una gran diferencia con la situación de nuestro país, donde el grueso de la carga se transporta por camión.

A pesar de las grandes distancias y la baja densidad de población el sistema ferroviario sostiene además un activo tráfico de pasajeros, cuyas rutas se muestran en la figura 4.



**Figura 4** .Rutas del servicio ferroviario de pasajeros en Australia.

temas de ingeniería

En Australia, al igual que en Argentina, hay una aguda falta de ingenieros<sup>23</sup>. Se gradúan unos 6.000 al año (grado de bachelor de 4 años más un variado número de posgrados). En líneas generales podríamos decir entonces que es un número similar al de nuestro país. Sin embargo, referido a una población de 23 millones, el número de graduados por habitante casi duplica al de la Argentina. Para llevar adelante desarrollos conjuntos ferroviarios se ha creado el Cooperative-Research Centre (CRC) for Rail Innovation, con un presupuesto de más de 100 millones de dólares americanos en 7 años. El mismo lo constituyen las más importantes empresas de transporte y material ferroviarios conjuntamente con siete importantes universidades:

**Central Queensland University**

**Monash University**

**Queensland University of Technology**

**Southern Cross University**

**The University of Queensland**

**University of South Australia**

**The university of Wollongong**

Detallaremos en lo que sigue las universidades australianas que ofrecen títulos en temas de ingeniería ferroviaria o afines.

- **CENTRAL QUEENSLAND UNIVERSITY**

Desarrolla sus actividades el **CENTRE FOR RAILWAY ENGINEERING (CRE)**

Forma graduados y trabaja en I&D con fuerte relación con la industria, en los temas: dinámica de vehículos ferroviarios, fatiga estructural, análisis de fallas, control de erosión, sistemas de control y sistemas de frenos. Tiene importantes laboratorios con equipamiento de gran porte, con capacidad para ensayos en fatiga dinámica de estructuras ferroviarias y material rodante.

Se ofrecen los siguientes títulos en el área ferroviaria (preferimos transcribirlas en el idioma original para no perder precisión en la traducción):

Graduate Certificate in Maintenance Management

Graduate Certificate in Project and Program Management

Graduate Certificate in Rail Operations Management

Graduate Certificate in Railway Signalling and Telecommunications

Graduate Diploma of Maintenance Management

Graduate Diploma of Project and Program Management

Graduate Diploma of Rail Operations Management

Graduate Diploma of Railway Signalling and Telecommunications

Master of Accident Investigation (Specialisation)

Master of Maintenance Management

Master of Management (Engineering)

Master of Project and Program Management

Master of Rail Operations Management

Master of Railway Signalling and Telecommunications

("Graduate Certificates" se entregan a estudiantes que ya hayan recibido el grado de bachelor).

Además se desarrollan doctorados en temas afines

- **QUEENSLAND UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**

**MASTER OF ENGINEERING RAILWAY INFRASTRUCTURE,**

Esta maestría se desarrolla exclusivamente para ingenieros que ya trabajan en la industria ferroviaria, sobre una base part-time, con esquemas flexibles que incluyan educación a distancia. El diseño de la misma se apoya en el **COOPERATIVE RESEARCH CENTRE (CRC) FOR RAIL INNOVATION**, descrito más arriba

- **UNIVERSITY OF WOLLONGONG**

**CENTRE FOR GEOMECHANICS AND RAILWAY ENGINEERING**

Se especializa en los problemas asociados con el diseño y mantenimiento de infraestructura ferroviaria para trenes de carga de elevado peso por eje y trenes de pasajeros de alta velocidad en terrenos caracterizados por condiciones adversas. Estudia el

diseño de infraestructuras ferroviarias en suelos blandos o arcillosos, deslizamientos en obras de arte, monitoreo, modelización y control de obras de arte en suelos problemáticos y degradación de balasto.

Adicionalmente se ocupa del diseño de material rodante y entrega los diplomas de:

**GRADUATE CERTIFICATE IN ROLLING STOCK ENGINEERING**

**MASTER OF ROLLING STOCK ENGINEERING**

- **MONASH UNIVERSITY**

**THE INSTITUTE OF RAILWAY TECHNOLOGY**

Es el principal centro de investigación en vías y material rodante en Australia y es uno de los principales proveedores de I&D en ingeniería ferroviaria del país, de excelente reputación y conexiones internacionales. Cuenta con 40 años de tradición y se ocupa tanto de infraestructura como de material rodante. Ofrece Doctorados en estas áreas y el diploma de MASTER OF TRANSPORT

### Conclusiones

1. El número de graduados en áreas afines a la Ingeniería Ferroviaria en el país es absolutamente insuficiente. Como comparación, para mantener el sistema ferroviario argentino entre 1959 y 1990 se graduaron en la Carrera de Especialización de UBA más de 900 ingenieros que en su casi totalidad se incorporaron a Ferrocarriles del Estado. Al presente, la mayoría de ellos están retirados o ejerciendo otra actividad. Ahora debemos diseñar, construir y mantener un sistema prácticamente de cero y es imposible llevar adelante esta tarea solamente con los graduados de dicha carrera de especialización y las tecnicaturas recientemente creadas.
2. Es altamente deseable tener una fuerte industria ferroviaria local. Esto agrega demanda de profesionales en todos los niveles, desde tecnicaturas hasta doctorados.
3. Vemos en la Tabla I el “hueco” existente en la formación de grado. Es evidente,

incluso en comparación con otros países, la necesidad de una carrera de grado en Ingeniería Ferroviaria.

4. Vemos del resumen presentado en relación con América Latina, la escasa producción de graduados específicos en ingeniería ferroviaria. Esto abre posibilidades de establecer industrias y consultorías con liderazgo en la región.
5. Del informe acerca de la situación en Estados Unidos vemos que han reconocido su atraso en ciertas áreas críticas y están realizando importantes inversiones estatales en enseñanza de la ingeniería ferroviaria para remediar la situación.
6. Vemos que en Estados Unidos, Australia y Europa se establecen redes de universidades e industrias a fin de afrontar desarrollos de importancia en el área.
7. Del resumen presentado acerca de Europa vemos que el camino seguido por Europa Occidental es, en una primera etapa, inviable para la Argentina, dado la inexistencia de empresas de alta tecnología tanto en diseño y fabricación como en operación en el sector que puedan liderar el desarrollo tecnológico en el sector ferroviario. Parece más apropiado, inicialmente al menos, el camino seguido por los países de Europa Oriental o Asia donde existen grandes universidades que forman el personal necesario.
8. La gran variedad de temas de trabajo en I&D y en titulaciones muestra claramente que la ingeniería Ferroviaria Tiene identidad propia y no es de meramente una especialidad de la Ingeniería Civil o Mecánica u otra.
9. El caso de España nos muestra que una acción coordinada de una empresa estatal ferroviaria fuerte, las universidades y las industrias privadas fabricantes de todo tipo de material ferroviario puede, en un plazo relativamente corto, llevar el país a una situación de liderazgo internacional en el área. El caso del Gran Bretaña nos muestra la situación inversa, es decir cómo una política errónea puede llevar a un país que fue líder tecnológico en el área a una posición de segundo nivel. Vemos en este caso también que tener excelentes áreas de I&D en las universidades no es suficiente si no

hay una política clara por parte de estado de fijar un horizonte cierto de desarrollo a las industrias privadas del sector.

10. El caso de Rumania nos muestra cómo es posible, aún con recursos relativamente modestos, tener un sistema ferroviario al servicio de la población y de las industrias locales. Asimismo, es interesante observar que han creado una maestría en trenes de alta velocidad previendo generar con anticipación los recursos humanos necesarios para poder en el futuro incorporarse a la red europea de alta velocidad en proceso de expansión. Vemos también que en Bucarest hay una facultad entera dedicada a la ingeniería ferroviaria.
11. El caso de Rusia muestra la enorme dimensión e importancia del estudio de la ingeniería ferroviaria en ese país, con universidades enteras dedicadas al tema. Puede argüirse que la dimensión del país lo justifica, pero aún así es interesante dividir los números presentados por cualquier factor de escala propuesto (superficie del país y/o población, por ejemplo) en relación con nuestro país para ver que aún así daría números muy grandes. Hacemos notar que Rusia forma parte del grupo BRIC.
12. El caso de la India, también del grupo BRIC, nos muestra qué especialidades son necesarias para mantener y ampliar un sistema ferroviario que es vital para el funcionamiento y el desarrollo de un país.
13. El caso de Australia nos muestra cómo con coordinación entre el estado, las universidades y la industria privada se puede, a pesar de la adversa economía de escala asociada con la baja densidad de población y las grandes distancias, tener una industria propia, un eficiente sistema de cargas y un red troncal de pasajeros.
14. Como conclusión final creo que las facultades de ingeniería tenemos el ineludible deber de formar los ingenieros, técnicos e investigadores que permitan tener un sistema ferroviario al servicio del país, eficiente, seguro y sustentable y una industria ferroviaria moderna que permita el autoabastecimiento y la exportación. La formación de estos profesionales llevará tiempo por lo que debemos comenzar sin demora a trabajar en este sentido. La falta de un sistema ferroviario aceptablemente desarrollado y eficiente será, de otra ma-

nera, un cuello de botella en el desarrollo del país.

## Referencias

- 1 [www.sinfin.net/railways/world/usa/history.html](http://www.sinfin.net/railways/world/usa/history.html)
- 2 [www.ncl.ac.uk/newrail/assets/docs/tunrail-hb.pdf](http://www.ncl.ac.uk/newrail/assets/docs/tunrail-hb.pdf)
- 3 [www.ushsr.com/ushsrmap.html](http://www.ushsr.com/ushsrmap.html)
- 4 [www.ncl.ac.uk/newrail/assets/docs/tunrail-hb.pdf](http://www.ncl.ac.uk/newrail/assets/docs/tunrail-hb.pdf)
- 5 TUNRailproyect, 2011 TransatlanticProjectin. Railway Education, <http://www.ncl.ac.uk/newrail/assets/docs/TUNRailNewsletter1Final.pdf>
- 6 <http://www.progressiverailroading.com>
- 7 <http://co-labs.org/labs?id=13>
- 8 [wikipedia.org/wiki/Privatisation of British Rail](http://wikipedia.org/wiki/Privatisation_of_British_Rail)
- 9 [www.gracesguide.co.uk/Metro Cammell](http://www.gracesguide.co.uk/Metro_Cammell)
- 10 [wikipedia.org/wiki/BREL](http://wikipedia.org/wiki/BREL)
- 11 [www.theatlanticcities.com/commute/2012/09/why-britains-railway-privatization-failed/3378/](http://www.theatlanticcities.com/commute/2012/09/why-britains-railway-privatization-failed/3378/)
- 12 Iwnicki Simon. Handbook of Railway Vehicle Dynamics, Taylor and Francis, 2006.
- 13 [www.acem-rail.eu/summary.html](http://www.acem-rail.eu/summary.html)
- 14 [springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-36246-0\\_4#page-1](http://springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-36246-0_4#page-1)
- 15 Fengler, Wolfgang et al, Mechanics Transport Communications, Issue 3, 2007
- 16 [www.tu9.de/en](http://www.tu9.de/en)
- 17 [wikipedia.org/wiki/High speed rail by country](http://wikipedia.org/wiki/High_speed_rail_by_country)
- 18 [www.railwaygazette.com/news/industry-technology/export-contracts-drive-talgo-expansion.html](http://www.railwaygazette.com/news/industry-technology/export-contracts-drive-talgo-expansion.html)
- 19 Nag, Bodhibrata Public procurement: a case study of the Indian Railways, 2012.
- 20 [www.infrastructure.gov.au](http://www.infrastructure.gov.au)
- 21 [www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/print\\_2121.htm](http://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/print_2121.htm)
- 22 [http://www.bitre.gov.au/publications/2012/files/stats\\_002.pdf](http://www.bitre.gov.au/publications/2012/files/stats_002.pdf)
- 23 <http://rtsa.com.au/assets/2009/06/final-skill-shortages-rail-engineers-australia.pdf>

# Desarrollo tecnológico y transferencia de conocimientos tecnológicos de las facultades de Ingeniería

Miguel Sosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Presidente del CONFEDI. Decano Facultad Regional Delta Universidad Tecnológica Nacional.

## Resumen

Se presenta una reseña de lo actuado por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) en el sentido de promover cambios en los criterios de evaluación de los desarrollos tecnológicos y transferencia de conocimientos tecnológicos (DTyT) realizados en las Facultades de Ingeniería (FI). Se describen las gestiones llevadas a cabo ante organismos pertinentes con el propósito de que se reconozca adecuadamente esta importante labor, y se hace referencia a acciones realizadas por los mismos, que muestran el reconocimiento de la necesidad de disponer modificaciones según se ha propuesto.

Se deja constancia que es necesario que los órganos de aplicación de la nueva normativa incluyan actores que realizan actividades de DTyT, a fin de enriquecer el análisis incorporando miradas complementarias a las ya tradicionales orientadas a la necesaria rigurosidad científica, tendiendo a ponderar inclusive el impacto social de todas las acciones que implican investigación básica o aplicada, o DTyT, en el marco de las particulares necesidades de desarrollo de nuestro país. CONFEDI se encuentra a total disposición para ello.

Finalmente, se plantean interrogantes que mantienen vigencia y podrían permitir seguir avanzando en las cuestiones planteadas.

## Introducción

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería comenzó a desarrollar durante 2010, por parte de la Comisión de Ciencia, Tecnología, Industria y Extensión (CCTIyE), alternativas de evaluación de actividades de desarrollo tecnológico y transferencia de conocimientos tecnológicos (DTyT) en las Facultades de Ingeniería, aprobando en Noviembre de 2010, en su 48<sup>º</sup> Reunión Plenaria en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan, el documento denominado: “Criterios de Evaluación de las Actividades de I+D+i en las Facultades de Ingeniería”, en el cual se

señala la importancia de valorar adecuadamente las actividades de DTyT en las facultades de ingeniería (FI), en particular en distintas instancias de evaluación, tanto de docentes – investigadores tecnológicos, como de evaluación institucional o de acreditación de carreras, en el marco de las necesidades de desarrollo de nuestro país, y en un pie de igualdad con la relevante tarea de publicar resultados de investigación en distintos medios acreditados.

El trabajo continuó y en Mayo de 2011 en la 49<sup>º</sup> Reunión Plenaria del CONFEDI, organizada por las Facultades de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata y de la Universidad FASTA de la misma ciudad, fue presentado un segundo documento de la CCTIyE, en presencia de un invitado especial, el Sec. de Articulación Científico Tecnológica del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación (MCTIP), con quien se analizó y debatió en Plenario el documento de Noviembre de 2010, que el CONFEDI le había girado oportunamente, alcanzando acuerdo en general sobre lo expresado por el CONFEDI.

La nueva presentación, aprobada por el plenario de Decanos, se tituló: “Las Facultades de Ingeniería y las Necesidades de Desarrollo Nacional y Regional. El Desarrollo Tecnológico y la Transferencia de Tecnología”.

En Noviembre de 2011, en la 50<sup>º</sup> Reunión Plenaria del CONFEDI, en la Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), se presenta el Documento “Evaluación de Desarrollos Tecnológicos y la Transferencia de Conocimientos Tecnológicos en las Facultades de Ingeniería”, que profundiza el análisis iniciado en 2010 abordando as-

pectos teóricos y normativos que distinguen al DTyT de la investigación básica y aplicada, y proponiendo un modelo de evaluación del conjunto de las actividades mencionadas anteriormente, en particular la ponderación de su impacto social.

En Septiembre de 2011 el MCTIP lleva a cabo el Primer Taller Nacional de Evaluación del Personal Científico y Tecnológico para una Argentina Innovadora.

En Abril de 2012, en la 51ª Reunión Plenaria del CONFEDI en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, se trata y se aprueba el documento: "Las Facultades de Ingeniería y el Desarrollo Territorial Sostenible", en el que, rescatando los aspectos consensuados desde Noviembre de 2010, se brinda un marco en el que éstas puedan promover y ampliar su participación en las actividades de DTyT.

Las FI presentaron a la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación de la Nación (MEN), Planes de Apoyo al Desarrollo Territorial Sostenible (PADTS), en el marco del Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016.

En Agosto de 2012 se hace público un documento del MCTIP denominado: "Documento I de la Comisión Asesora sobre Evaluación del Personal Científico y Tecnológico del MINCYT: Hacia una redefinición de los criterios de evaluación del personal científico y tecnológico".

En éste se destacan, en coincidencia con la postura del CONFEDI, los siguientes pasajes:

*Identificación de ejes y áreas problemáticas...*

*"La no pertinencia de aplicar criterios de evaluación del personal dedicado a la investigación básica al personal dedicado a la investigación aplicada y al desarrollo tecnológico y social".*

*"Se trata de la elaboración de pautas de evaluación dirigidas a superar el esquema de medición tradicional basado en el modelo lineal de producción de conocimiento"*

*"El objetivo en este sentido es contar con un nuevo sistema donde se logre un equilibrio entre criterios de originalidad y criterios de aplicabilidad, teniendo en cuenta que el sistema actual sobrevalora la originalidad a través de la medición de variables de impacto de la producción científica y tecnológica mientras*

*que no hay consenso acerca de las formas de medición de la aplicabilidad y el impacto de los desarrollos tecnológicos y sociales".*

En Noviembre de 2012, en la 52ª Reunión Plenaria del CONFEDI en la Facultad Regional Delta de la UTN, continúa el tratamiento de los temas DTyT y PADTS, y se aprueba la denominada: "Declaración de Campana":

*"Los integrantes del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, reunidos en Plenario en la ciudad de Campana el día 1º de noviembre de 2012, manifiestan su beneplácito por la decisión del Ministerio de Educación de la Nación de incorporar a las instancias de evaluación docente para el desarrollo de la carrera docente universitaria una valoración específica y positiva de las tareas de "vinculación y transferencia del conocimiento, guía y acompañamiento en las acciones de voluntariado que realicen los estudiantes", lo mismo que la decisión del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, de redefinir los criterios de evaluación del personal científico y tecnológico.*

*La incorporación de la valoración de esas actividades fue una prédica de este Consejo Federal desde hace varios años a la fecha.*

*Por todo ello, los integrantes del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería manifestamos además nuestra voluntad y decisión de trabajar con esos Ministerios y todos los organismos que sean convocados al efecto, para diseñar e instrumentar los mecanismos e indicadores idóneos y necesarios para alcanzar los objetivos mencionados".*

En Julio de 2013 se hace público un segundo documento del MCTIP denominado: "Documento II de la Comisión Asesora sobre Evaluación del Personal Científico y Tecnológico: Precisiones acerca de la definición y los mecanismos de incorporación de los Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTs) al Banco Nacional de Proyectos del MCTIP".

Se destacan los siguientes párrafos:

*El proceso de incorporación de PDTs al Banco Nacional no implica la consideración de características generales de los proyectos de I+D. En cambio, atiende a criterios de incorporación*



*que buscan calificar a los proyectos en función de su aporte a la resolución de problemas, necesidades o demandas identificables en la sociedad y/o expresadas por los agentes sociales en la esfera de la política, el mercado, el territorio, la cultura o la estructura social.*

*La incorporación de un proyecto al Banco Nacional como PDS debe considerar interactivamente el conjunto de criterios arriba mencionados, aunque dichos criterios puedan asumir valores diferentes para cada proyecto. Así, por ejemplo, un PDS con un bajo nivel de novedad u originalidad local en el conocimiento puede ser admitido por su alto valor de relevancia o por responder a una demanda estratégica.*

*Un próximo documento de esta Comisión Asesora avanzará en especificaciones respecto de la evaluación individual de los investigadores científicos y tecnológicos que desarrollan su actividad con dedicación completa o parcial en el marco de un PDS.*

*.....Es necesario redefinir el concepto de novedad u originalidad del conocimiento a un significado acotado a las condiciones locales: se trata, entonces, de entender la cuestión de la originalidad en el sentido de "novedad local".*

Es necesario ahora que los órganos de aplicación de esta nueva normativa incluyan actores que realizan actividades de DTyT a fin de enriquecer el análisis, incorporando miradas complementarias a las ya tradicionales, orientadas a la necesaria rigurosidad científica, tendiendo a ponderar inclusive el impacto social de todas las acciones que implican investigación básica o aplicada, o DTyT, en el marco de las particulares necesidades de desarrollo de nuestro país. El CONFEDI se encuentra a total disposición al efecto.

### **Evaluación de los desarrollos tecnológicos y la transferencia de conocimientos tecnológicos en las facultades de Ingeniería. Su impacto en el desarrollo territorial sostenible**

A continuación se realiza una síntesis de los conceptos desarrollados relativos a la necesidad de modificar los criterios de evaluación de las actividades de I+D+i de las FI y de los docentes - investigadores tecnológicos que realizan las mismas, presentaciones realizadas en las respectivas Reuniones Plenarias del CONFEDI de Noviembre de 2010, Mayo de 2011, Noviembre de 2011, Abril

de 2012 y Noviembre de 2012.

### **Modelos del cambio tecnológico en las organizaciones**

Ciertas líneas de pensamiento latinoamericano en ciencia y tecnología rompen con concepciones ortodoxas que conforman el "modelo lineal" que, en grandes rasgos, propone que los desarrollos tecnológicos y la innovación dependen y resultan posteriores al desarrollo científico correspondiente, ya que aun cuando de la investigación básica se puede llegar al desarrollo tecnológico, no ha sido éste el caso general en América Latina dado que su sector productivo, al contrario de lo que ocurre en los países centrales, se encuentra prácticamente desvinculado de la ciencia local y recibe sus insumos tecnológicos de aquéllos, principalmente mediante la compra de equipos o de tecnología.

Y considerando que el desarrollo tecnológico es central para el desarrollo general, resulta insoslayable analizar distintas posturas frente al mismo a fin de intentar clarificar conceptos o bien ponerlos en términos de poder ser discutidos, para lo cual es necesario contrastar distintas teorías de las organizaciones y del cambio tecnológico, tal como el modelo denominado neoclásico o lineal "ofertista" y las llamadas ideas evolucionistas.

El primero implica una concepción exógena del cambio tecnológico y se refiere a que el conocimiento proviene del exterior de la organización, viene dado. El modelo lineal de desarrollo tecnológico implica que la ciencia básica precede al desarrollo de tecnología y ésta a la aplicación productiva. Esto es afín a la teoría económica neoclásica, que por explicitación o por omisión considera a la tecnología, y por extensión al conocimiento, dentro del conjunto de mercancías transables del mercado, pasibles de ser adquiridas en cualquier momento.

En cambio las ideas evolucionistas presentan una concepción endógena del cambio tecnológico, poniendo énfasis en los procesos internos de la organización, y propone que el aprendizaje se produce debido a éstos y a los cambios incrementales o radicales que lo conforman. Es un modelo interactivo de innovación para el que los procesos que conducen a ésta son complejos, de orden dialéctico entre el entorno y la organización, y compatible con la teorías económicas que enfatizan que la capacidad de innovación está difundida en el conjunto de agentes que

constituyen la organización, en el sistema del que forma parte, y en el hecho de que la misma no es consecuencia de elecciones racionales ya que en la toma de decisiones predominan muchas cuestiones subjetivas.

En oposición a la visión ortodoxa mencionada anteriormente, el “modelo interactivo” de innovación postula que ésta se caracteriza por continuas interacciones y retroalimentaciones entre sus distintas etapas de desarrollo, las que incluyen la identificación de un mercado potencial o una oportunidad tecnológica, el diseño analítico, ensayos, rediseños, producción, comercialización. A lo largo de este proceso se acude tanto a conocimientos científicos y tecnológicos existentes como a investigaciones nuevas, y si bien las innovaciones radicales aparecen como las estrellas de la evolución tecnológica y las incrementales carecen de brillo, son las segundas las que posibilitan la realización efectiva de procesos de desarrollo industrial. Una innovación adquiere significación económica solamente a través de un largo proceso de rediseño, modificación y mejoras que la adecuan a un mercado masivo. Es más, mejoramientos técnicos anónimos, no patentados e incrementales, así como invenciones menores patentadas, han tenido consecuencias muy importantes y en muchos casos superiores a las invenciones mayores.

Las distintas formas que asumen los procesos de innovación, el carácter informal e incremental que presentan y los agentes que intervienen, cuestionan los indicadores tradicionalmente usados para estimar los procesos innovativos de las organizaciones de distinto tamaño. Una de las críticas a los indicadores utilizados tradicionalmente hace referencia a su insuficiencia para explicar la adecuada performance de empresas y países que con reducidos gastos de investigación y desarrollo tuvieron un crecimiento industrial significativo y mejoraron su situación competitiva en la economía internacional sin efectuar un gran esfuerzo innovativo formal, por lo que para relevar los cambios parece necesario conceptualizar mediciones alternativas de las actividades innovativas de distintos agentes en el marco de las hipótesis evolucionistas.

El ambiente constituido por el conjunto de instituciones, agentes, y las relaciones existentes entre éstos influye de manera decisiva en el grado de desarrollo de actividades innovativas, concebido éste como consecuencia de procesos sociales e interactivos.

Cuando el ambiente tiene un comportamiento positivo en términos de generación de externalidades, actúa disminuyendo las incertidumbres, contrarrestando las debilidades de ciertas culturas organizacionales, potenciando los procesos de aprendizaje, suministrando las competencias faltantes a los agentes y contribuyendo al proceso de difusión del conocimiento codificado y tácito.

Y en este sentido el desafío en nuestro país parece consistir en la construcción de las competencias necesarias que permitan tender a completar cadenas productivas con incorporación de mayores complejidades tecnológicas y organizacionales, lo cual sin embargo no constituye un proceso automático que podría resultar de la evolución natural de la actual configuración productiva, sino que parece requerir diferentes regulaciones macro y micro económicas, una reingeniería institucional, la emergencia de una mayor interacción público-privada, y el diseño de políticas que apunten más que a agentes individuales al desarrollo de procesos de interacción entre éstos.

### Antecedentes y Proyección

Las actividades de DTyT llevadas a cabo actualmente, fruto de iniciativas propias de las FI, podrían incrementarse si se modificaran los mecanismos de evaluación de sus docentes, de las propias FI, y se profundizaran las relaciones con ciertos organismos nacionales.

Los incentivos a la investigación, la acreditación de carreras de grado y de posgrado, y las evaluaciones institucionales, constituyen procesos que en ciertos casos han inducido la movilización institucional y de los integrantes de las FI, lo cual ha sido relevante en la mejora de la enseñanza de la ingeniería, pero no ha contribuido del mismo modo en sus actividades de DTyT.

Las FI y sus docentes se han adaptado a procesos e instrumentos de formulación de proyectos y evaluación, en los cuales no son valoradas adecuadamente las actividades de desarrollo, transferencia, asistencia técnica y servicios tecnológicos, que por su naturaleza no implican patentes, publicaciones o proyectos formales.

Por otra parte, las FI presentan perfiles diferentes y distintos contextos de actuación según su ubicación geográfica, tal que su impacto regional en el desarrollo social es distinto en cada caso y depende de diferentes actividades a atender según las necesidades del entorno, por lo cual no resulta adecuado

evaluar a todas éstas y a sus integrantes de la misma manera sin tener en cuenta precisamente que el objeto de evaluación debería ser la innovación en el contexto del desarrollo regional.

Por lo tanto, existe la necesidad de recrear mecanismos de articulación que permitan a las FI promover el desarrollo tecnológico teniendo en cuenta que si sólo se atiende a demandas solventes no se mejorará la distribución regional y sectorial deseada.

No obstante, es necesario señalar que las actividades de investigación en las FI, que se han incrementado en cantidad y calidad a partir del inicio de las actividades de evaluación citadas anteriormente, mantengan esa tendencia dando sustento en ciertos casos a los trabajos de DTyT, en un marco en que estos últimos sean valorados en función de su importancia y carácter de complementarios de aquéllas, promoviendo la evaluación comparada del impacto social de las actividades de investigación, desarrollo y transferencia, tanto de las FI como del conjunto del sistema científico tecnológico del país.

### **Elementos para establecer criterios de evaluación de las actividades de DTyT**

Dada la importancia del desarrollo tecnológico en el desarrollo general, a la ingeniería le corresponde un rol de suma relevancia, tanto a nivel nacional como regional, mejorando continuamente la calidad y la pertinencia social en la formación de sus graduados y profundizando los procesos de DTyT, anticipando cambios y necesidades del mercado, y actuando con flexibilidad ante un mundo globalizado y que cambia rápidamente.

Lo expresado implica la necesidad de valorar adecuadamente ciertas actividades que se llevan a cabo en las FI o por sus integrantes insertos en el medio productivo e institucional, las que por su naturaleza no se registran como publicaciones en medios acreditados de ciencia y tecnología ni como patentes.

Se trata de actividades de desarrollo tecnológico, organizacional y transferencia de conocimientos tecnológicos con importante impacto en procesos de innovación o mejora en distintas entidades públicas y privadas de la región de influencia de cada FI, los cuales deberían valorarse no sólo por cierta calidad intrínseca sino también y sobre todo por su impacto social, entendiendo que la participación en estas actividades por parte de docentes y alumnos de las FI también mejoran significativamente los procesos de formación de ingenieros.

Por lo expresado se considera necesario que las actividades de DTyT merezcan espacios explícitos de valoración en diferentes instancias de evaluación de las FI y sus integrantes, en particular en las siguientes instancias:

- Acreditación de carreras de grado y de posgrado
- Evaluación externa de los docentes de las FI en cuanto a su desempeño en actividades de investigación, desarrollo tecnológico y transferencia.
- Evaluación interna en las FI de los docentes en instancias de concursos o evaluación de su desempeño.
- Evaluación interna en las Universidades de las actividades de I+D+i de las FI en marcos de comparación con otras disciplinas.

### **Instrumentos de referencia para el relevamiento y evaluación de actividades de I+D+i**

En línea con lo expuesto anteriormente se realiza un análisis de los conocidos Manuales de Frascati y Oslo, referentes internacionales para la clasificación y evaluación de las actividades de I+D+i, seleccionando algunos pasajes relacionados con la conceptualización de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

Se realiza lo propio con el denominado Manual de Bogotá que constituye un enfoque complementario que contempla las particularidades de la región latinoamericana, precisamente en el sentido indicado por el CONFEDI, de atender al impacto social e institucional de las actividades de I+D+i.

### **Manual de Frascati**

El significado dado al término “innovación” varía según el contexto y su sentido exacto dependerá de los objetivos particulares que se pretendan en materia de medición o de análisis.

Se puede considerar a la innovación científica y tecnológica como la transformación de una idea en:

- un producto nuevo o mejorado introducido en el mercado
- un proceso de fabricación nuevo o mejorado utilizado en la industria o en el comercio
- un nuevo enfoque de un servicio social.

Las innovaciones tecnológicas abarcan los nuevos productos y procesos, así como las modificaciones tecnológicas importantes en productos y procesos. Una innovación se ha realizado en el momento en que se ha introducido en el mercado.

Las innovaciones hacen intervenir todo tipo de actividades científicas, tecnológicas, de organización, financieras y comerciales. La I+D es tan sólo una de las actividades que componen la innovación y puede llevarse a cabo en diferentes fases del proceso innovador, no sólo como la fuente original de ideas creadoras sino también como una forma de resolver los problemas que puedan surgir en cualquier etapa hasta su culminación.

El desarrollo experimental consiste en trabajos sistemáticos basados en conocimientos existentes, derivados de la investigación y/o la experiencia práctica, dirigidos a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; al establecimiento de nuevos procesos, sistemas y servicios; o a la mejora sustancial de los ya existentes.

### Manual de Oslo

Profundiza el concepto de innovación. La innovación tecnológica de producto es la implementación / comercialización de un producto nuevo o con características mejoradas de desempeño con el fin de brindar objetivamente servicios nuevos o mejorados al consumidor.

La innovación tecnológica de proceso es la implementación / adopción de métodos de producción o de suministro nuevos o mejorados. Puede englobar cambios en equipos, en recursos humanos, en métodos de trabajo o una combinación de éstos.

Las actividades de innovación tecnológica de productos y de procesos (TPP) son todos los pasos científicos, tecnológicos, institucionales, financieros y comerciales que llevan, o están encaminados a llevar a la creación de productos o procesos tecnológicamente nuevos o mejorados. Algunos pueden ser innovadores por sí mismos; otros no son nuevos pero son necesarios para la implementación.

Este Manual abarca todos los niveles, puesto que el nivel mínimo de entrada es el de “nuevo para la empresa” y cataloga el tipo y grado de novedad y definición de una innovación:

- Innovación TPP Tecnológicamente nueva  
De Producto

De Proceso de producción

De Proceso de distribución

- Innovación TPP Tecnológicamente significativamente mejorada

De Producto

De Proceso de producción

De Proceso de distribución

A su vez, cada una de éstas puede ser:

- Máxima o Nueva para el mundo
- Intermedia o Nueva para el país o región
- Mínima o Nueva para la empresa
- Otra innovación: puramente organizacional, nueva o mejorada.

### Manual de Bogotá

El Manual de Bogotá no conforma un enfoque alternativo sino complementario, toda vez que puede ser entendido como una profundización, o etapa posterior, del Manual de Oslo o bien como un marco contextual, conceptual-metodológico, para su aplicación en América Latina, de manera de responder a los requerimientos específicos de la región, sin abandonar los propósitos de estandarización internacional

Los problemas conceptuales de mayor interés, a la vez que los problemas de medición más complicados, emergen cuando se consideran las condiciones particulares en que se desenvuelven las actividades innovadoras en la región y el impacto de las mismas, desplazando el eje del análisis desde la innovación hacia el “Esfuerzo Tecnológico”, la “Gestión de la Actividad Innovadora”, la “Acumulación de Capacidades Tecnológicas”.

### Innovación Organizacional

Cambios en formas de organización y gestión del establecimiento, cambios en la organización y administración del proceso productivo, incorporación de estructuras organizativas modificadas significativamente e implementación de orientaciones estratégicas corporativas nuevas o sustancialmente modificadas.

### Innovación en Comercialización

Comercialización de nuevos productos. Nuevos métodos de entrega de productos. Cambios en el empaque y embalaje.

### Actividades de Innovación

- 1) Investigación y Desarrollo
- 2) Esfuerzos de Innovación
  - a) Diseño, instalación de maquinarias nuevas, ingeniería industrial y puesta en marcha de la producción
  - b) Adquisición de Tecnología
  - c) Modernización Organizacional
  - d) Comercialización
  - e) Capacitación

¿Qué deben medir los indicadores latinoamericanos?

La mayor parte de la actividad innovativa en los Países en Desarrollo consiste en innovaciones menores, modificación o mejoras de tecnologías existentes, aunque estas innovaciones menores pueden llevar a grandes aumentos de productividad en algunos casos

Son relativamente pocas las firmas que poseen “capacidades de eslabonamiento”, que son las necesarias para recibir y transmitir información, experiencia y tecnología de los proveedores de componentes y materias primas, subcontratistas, consultoras, firmas de servicio e instituciones tecnológicas.

### Acciones

En función de lo desarrollado en Mayo de 2011 se llevaron a cabo las siguientes acciones:

Solicitud al Consejo de Universidades: modificar determinados estándares para la acreditación de carreras de ingeniería de grado a fin de dejar explicitada la importancia del DTyT entre las actividades de las FI, tanto para la enseñanza de la ingeniería como por su impacto social.

Solicitud a la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria: que los estándares correspondientes a la acreditación de carreras de grado, que en su mayor parte contemplan adecuadamente los procesos de DTyT, se plasmen en los instrumentos de recolección de datos empleados, en la conceptualización general del proceso por parte de los Pares Evaluadores, y en las evaluaciones en su conjunto.

Solicitud al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación: esta-

blecer un espacio de diálogo y mecanismos de comunicación institucional permanente entre el MCTIP y las FI, a fin de tratar aspectos tales como:

- El diseño explícito de la carrera del investigador tecnológico en el marco de la normativa vigente.
- El diseño de una metodología de evaluación de los procesos de DTyT y la participación de las FI en estos procesos así como en los de su planeamiento.
- El diseño de los Instrumentos adecuados del MCTIP para promover el DTyT.
- La articulación con las FI con relación a los posibles desarrollos tecnológicos correspondientes a productos de investigaciones realizadas o a necesidades detectadas por el MCTIP.
- La participación de las FI en los foros del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva 2011 – 2014.
- El acceso a información sobre la evaluación del impacto de las actividades de investigación y desarrollo.

Solicitud al Ministerio de Industria de la Nación:

- Establecer un espacio de diálogo y mecanismos de comunicación institucional permanente entre el MIN y las FI.
- La articulación con las FI en relación a los posibles desarrollos tecnológicos correspondientes a demandas del medio productivo o necesidades detectadas por el MIN.
- La participación de las FI en los foros del Plan Estratégico Industrial 2020.
- El diseño de los instrumentos adecuados.

Solicitud al Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios:

- La articulación con las FI en relación a los posibles desarrollos tecnológicos correspondientes a necesidades detectadas por este Ministerio.
- El diseño de los instrumentos adecuados.

Solicitud a la Secretaría de Políticas Universitarias:

- Instrumentar la presentación de proyectos de desarrollo institucional por parte de las FI atendiendo a sus necesidades particulares con el propósito de incrementar su aporte al desarrollo regional y nacional, y también mejorar permanentemente sus capacidades para esto.
- Diseñar instrumentos que incentiven no sólo a los docentes que investigan sino también y principalmente a aquellos que realizan DTyT.

Y el CONFEDI declara:

*“Que considera a las actividades de desarrollo tecnológico y transferencia de conocimientos tecnológicos como sustantivas de las Facultades de Ingeniería (FI), por lo cual continuará trabajando para su promoción y valoración adecuada tanto por parte de organismos externos a las FI en procesos de evaluación institucional y acreditación de carreras cuanto en la evaluación de sus integrantes, recomendando se tenga en cuenta lo expresado en procesos internos de evaluación de las FI y de las Universidades”.*

Y decide:

- Ampliar los alcances del Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI) estableciendo el Congreso Argentino de Ingeniería (CADI) incluyendo en la convocatoria en particular la presentación de trabajos de DTyT.
- Manifestarse periódicamente sobre políticas de DTyT.
- Publicar trabajos de DTyT.
- Crear una base de datos e intercambio de información sobre las capacidades de cada FI para aportar al DTyT.

### **La tecnología, la ciencia y la filosofía**

Para profundizar en lo relativo a los criterios de evaluación de las actividades de DTyT se realiza un breve análisis de las diferencias conceptuales entre ciencia y tecnología, y referencia a aspectos de la filosofía de la tecnología.

### **Ciencia básica, ciencia aplicada y tecnología**

La ciencia básica consiste en conocer las leyes de un dominio y valernos de ellas para explicar los

sucesos o fenómenos que ocurren en él.

La ciencia aplicada se basa en la ciencia básica, utiliza sus datos, sus leyes y el mismo método, se diferencia de la ciencia básica sólo por su objetivo, aplica la ciencia básica con algún propósito práctico.

La tecnología emplea partes del conocimiento científico, y agrega otros conocimientos, para diseñar artefactos y planear cursos de acción con valor práctico para un grupo social.

La ciencia básica, la ciencia aplicada y la tecnología se encuentran estrechamente ligados a otros dos campos: la filosofía y la ideología.

No hay investigación científica sin supuestos filosóficos acerca de la naturaleza y de la sociedad.

No hay tecnología sin ideología ya que ésta fija valores y con éstos fines.

La diferencia entre ciencia y tecnología está en que utilizan el mismo método pero difieren en el objetivo. El de la tecnología es práctico y conduce al control de algún sistema de la realidad.

Además de conocimiento científico utiliza otros componentes como valores, fines, propuestas, criterios, restricciones legales y económicas. No busca verdades sino diseños con ciertos objetivos.

La tecnología puede concebirse como el estudio científico de lo artificial, o si se prefiere, considerarse como el campo del conocimiento cuyo objeto es el diseño y planificación de artefactos, su realización, operación, ajuste, mantenimiento y monitoreo a la luz del conocimiento científico.

La tecnología es más que la técnica porque se funda en el conocimiento científico.

En la tecnología las reglas cumplen el papel análogo a las leyes en la ciencia básica o aplicada. Una regla es una prescripción, una convención, de un curso de acción para alcanzar un objetivo determinado.

La filosofía de la tecnología incluye cuatro puntos de vista relevantes según divisiones tradicionales: Ontología, Epistemología, Praxeología, y Axiología.

### **Ontología**

Trata de categorías de entes u objetos que hay en la realidad, distingue entre objetos abstractos e ideas de objetos espaciotemporales concretos.

La tecnología trata con artefactos, objetos producidos por el hombre con algún fin útil.

Estos artefactos conforman una clase ontológica diferenciada y son siempre artificiales, no naturales.

Llamamos artificial a algo optativo realizado a partir de conocimiento.

Son artificiales las herramientas, las máquinas, las industrias, la ganadería, las organizaciones sociales, servicios como la capacitación y la enseñanza, la programación de computadoras, la economía, la política y la cultura.

Las regularidades objetivas de la realidad se reflejan en las leyes científicas.

La tecnología formula reglas tecnológicas, no leyes, aunque se sirva de estas últimas.

La tecnología permite la emergencia de objetos que aportan novedades radicales, es decir, que no se reducen a imitar fenómenos naturales o a una mera combinación de ellos. Este creacionismo tiene obvias consecuencias ontológicas.

### **Epistemología**

Para las ciencias fácticas la epistemología trata de la estructura de las teorías, de su método y del criterio de demarcación de aceptación o rechazo de enunciados como científicos.

La tecnología emplea los mismos conceptos que las teorías científicas básicas: hipótesis, datos, teorías tecnológicas sistematizadas de la misma manera. Pero la prueba de un enunciado no está dada por su valor de verdad sino por otros criterios, como por ejemplo presupuestarios, de seguridad.

Es importante identificar los componentes cognoscitivos y no cognoscitivos que la tecnología agrega a los que presenta la ciencia básica, además del conocimiento científico, conocimiento experto, conocimiento de sentido común, valores y hasta criterios éticos, todos usados en el diseño y producción de tecnología.

### **Praxeología**

Es el estudio de la acción humana, siendo la acción racional el tipo principal para comprender y caracterizar.

La tecnología puede considerarse un tipo de acción racional, una subclase, y la diferencia con la ciencia básica consiste en que conocimiento es sólo subsidiariamente acción. La tecnología puede iluminar y guiar la acción racional.

### **Axiología**

Teoría de los valores, parte de la ética.

Las valuaciones cumplen un papel en la estructura interna de las teorías sean ciencia básica o tecnología. Las teorías se formulan y evalúan a partir de criterios, normas, objetivos o propuestas.

### **En síntesis**

A nivel ontológico la tecnología estudia una subclase de los entes artificiales, los realizados con ayuda del conocimiento científico.

Epistemológicamente el conocimiento tecnológico se fundamenta en la ciencia básica y aplicada, dando lugar a reglas que no son verdaderas o falsas, sino efectivas o no.

Praxeológicamente la tecnología procura la acción máximamente racional y con este fin se vale de diseños y planes.

Axiológicamente, los valores típicos de la tecnología son eficiencia, factibilidad, confiabilidad, y considerar éticamente sus aplicaciones.

### **Pautas para la evaluación de las actividades de DTyT**

Cuando se pretende evaluar las actividades de DTyT se verifica que no es sencillo determinar indicadores confiables, objetivos y aceptados por el conjunto de los actores involucrados.

Estos trabajos no son adecuados para ser publicados, ya sea por estar sujetos a confidencialidad, porque contienen elementos de desarrollo que son de poco interés para las revistas, o porque se trata de trabajos de adaptación de tecnologías ya conocidas internacionalmente y que por lo tanto no constituyen una novedad desde el punto de vista académico.

También se señala que con frecuencia este tipo de trabajos puede llevar a la producción de patentes y se dice que ellas pueden ser un buen sustituto de la publicación.

Sin embargo, el patentamiento asegura que un conocimiento no ha sido previamente registrado o publicado pero de ninguna manera garantiza su alta calidad y viabilidad. Las patentes son una simple ayuda en el proceso de comercialización de una tecnología pero no un certificado de calidad.

Otro criterio puede ser la implantación exitosa de la tecnología en el sector productivo pero en muchos casos, y particularmente en el contexto

de nuestro país, las innovaciones pueden fracasar por razones gerenciales, financieras o administrativas.

La tendencia mundial para la cuantificación de los beneficios de los DTyT, consiste en tener en cuenta a:

- La transferencia de productos al sector industrial
- La transferencia de nuevos procesos para la obtención de un producto
- La utilización de nuevas materias primas
- Las mejoras en productos o procesos productivos

Pero también pueden obtenerse beneficios indirectos que hay que tener en cuenta, como:

- Generación de nuevos conocimientos.
- Formación de recursos humanos.
- Mejoramiento de la infraestructura y el equipamiento.
- Establecimiento de redes.

Los criterios de evaluación deben responder a los objetivos que se le asigne al DTyT en las FI, tal que se los valore en referencia a aquéllos y, además, permitan su promoción.

Si los propósitos fueran el desarrollo nacional y regional, y teniendo en cuenta el marco argumental anterior se debería considerar al DTyT de las FI en su concepción más amplia, es decir, como presente en todo proceso que implique transferencia de conocimientos tecnológicos, definición que permite proponer la siguiente clasificación general.

- Transferencias de nuevas tecnologías
- Asistencias Técnicas
- Servicios Técnicos

Transferencias de “nuevas” tecnologías: se trata de las mejoras o la adaptación que tiendan a mejorar las condiciones de producción o comercialización de un proceso industrial o de un producto definido.

Pueden realizarse por licencias de derechos de propiedad industrial o intelectual o por transmisión de know-how, mediante convenios o contratos.

Asistencias Técnicas: incluyen los trabajos realizados para la transmisión de conocimientos a fin de resolver problemas técnicos específicos o aportar elementos para su resolución, como por ejemplo la optimización de un proceso o la mejora de la calidad de un producto. Se refieren a tareas de consultoría en general. Pueden realizarse mediante convenios o contratos.

Servicios Técnicos: consisten en la realización de tareas tales como la reparación, montaje y puesta en marcha de una planta, los ensayos repetitivos, las pruebas de control de calidad, de funcionamiento y rendimiento, de calibración, certificaciones, o bien formación y capacitación de personal.

Las transferencias de nuevas tecnologías son altamente especializadas, mientras que las Asistencias Técnicas y los Servicios Técnicos pueden ser altamente especializados o sistematizados.

### Modelo de evaluación de las actividades de DTyT

El DTyT puede ser evaluado en función de su impacto social pero también del impacto científico-institucional el cual incluye la acumulación de capacidades tecnológicas. Se propone tomar ambos aspectos como base de la evaluación de estos procesos en las FI.

### Impacto Científico-Institucional

Es de tipo cualitativo y está relacionado con la evaluación académica de las actividades de DTyT.

El impacto en el conocimiento se refiere a la trascendencia que tiene el conocimiento científico y tecnológico generado en el marco de una investigación o desarrollo tecnológico sobre el conjunto de investigaciones o desarrollos en proceso y sobre la dirección que asumen la ciencia y la tecnología.

La información requerida está compuesta por: publicaciones técnicas, si la información generada es pública o no, patentes registradas, licencias otorgadas, presentaciones técnicas, informes, etc.

El impacto en la institución incluye la Acumulación de Capacidades Tecnológicas:

- Formación de recursos humanos en aspectos científicos, técnicos, económicos, tanto en las instituciones ejecutoras de los proyectos como al interior de las empresas e instituciones que participen en los mismos
- Construcción y acondicionamiento de In-



- fraestructura en las unidades ejecutoras
- Establecimiento de redes de intercambio entre investigadores y empresarios

### Impacto social

El impacto social de la ciencia y la tecnología asume dimensiones muy diversas y complejas, y se expresa como consecuencia de un proceso de mediación de actores específicos entre los productores del conocimiento y su utilización por parte de otros actores.

Puede considerarse como el resultado de la aplicación del conocimiento científico y tecnológico en la resolución de problemas sociales, enmarcados en la búsqueda de satisfacción de necesidades básicas, desarrollo social, desarrollo humano o mejor calidad de vida, según el caso.

Se debe registrar las repercusiones socio-económicas y medioambientales de los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, innovación y servicios conexos a esta actividad mediante el análisis macroeconómico.

Algunos de los parámetros que interesa cuantificar son la contribución a un desarrollo socio-económico sustentable, tanto regional como nacional, y a la creación de puestos de trabajo.

También es necesario analizar las actividades de DTyT con énfasis en su importancia comercial. Es decir, haciendo hincapié en el análisis microeconómico de la empresa o sector productivo, tratando de evaluar algunos indicadores financieros, de productividad, y de rentabilidad.

### Las Facultades de Ingeniería y el desarrollo territorial sostenible

Teniendo en cuenta distintos antecedentes del CONFEDI y documentos de planificación nacional, se avanzó en el planteo de un Programa de Apoyo al Desarrollo Territorial Sostenible dando lugar a presentaciones de Programas Específicos de cada Facultad de Ingeniería.

A continuación se presenta una síntesis del marco de antecedentes en que se realizó esta convocatoria.

En el documento denominado: “La Formación del Ingeniero para el desarrollo Sostenible. Aportes del CONFEDI al Congreso Mundial Ingeniería 2010”, se desarrollaron las siguientes secciones:

- *Generar vocaciones tempranas*

- *Asegurar la calidad de la formación*
- *Formar ingenieros con visión sistémica*
- *Formar ingenieros con perspectiva supra-nacional-regional*
- *Apoyar el desarrollo local y regional*

Para esta última se incluyeron los siguientes objetivos:

#### Objetivos Generales

- *Revalorizar el rol social de la Universidad en general, y de las carreras de Ingeniería en particular, para aportar al bienestar de la sociedad argentina en la cobertura de las necesidades básicas, condiciones necesarias para el desarrollo sostenible local y regional.*
- *Promover el Desarrollo Sostenible, mediante la participación activa de la Universidad como consultora natural de los poderes de los Estados provinciales, municipales y nacional, en la fijación de políticas públicas.*
- *Promover la Investigación, el Desarrollo y la Extensión, como actividades fundamentales de las Carreras de Ingeniería, con planes y acciones orientados a contribuir a la solución de las problemáticas socio-productivas locales y regionales.*
- *Formar profesionales con competencias para actuar con conocimiento técnico, ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad, en un marco de desarrollo sostenible local y regional.*

#### Objetivos Específicos

- *Promover el reconocimiento y cumplimiento del rol de consultora natural del Estado de las Universidades, entendiéndolas como una parte indisoluble de éste y, como tal, protagonista de su accionar. De este modo el Estado dispone de estructuras de conocimiento calificado que le permiten optimizar el uso de sus recursos humanos y materiales.*
- *Promover la realización de tareas de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología en las universidades, que resulte un respaldo significativo para el sector em-*

presarial, especialmente para las pequeñas y medianas empresas.

- Promover la realización, por parte de las universidades, de trabajos que impliquen emitir juicios técnicos de imparcialidad.
- Promover la realización, por parte de las universidades, de estudios, dictámenes, y otras actividades, que requieran un importante componente científico-tecnológico

En el Plan Estratégico para la Formación de Ingenieros 2012–2016, de la SPU, se plantea entre otros capítulos: “El aporte de la universidad al desarrollo territorial sostenible”, en el cual se incluye los siguientes objetivos y acciones a desarrollar.

*Objetivo: Apoyar la puesta en marcha de observatorios de alcance territorial para la consolidación de cadenas productivas de valor.*

*Acciones a desarrollar*

- Apoyar a las universidades para que determinen a nivel territorial, en conjunto con gobiernos locales y organizaciones no gubernamentales las cadenas de valor de mayor impacto en el territorio, sus fortalezas y debilidades, con especial énfasis en el análisis de oferta y demanda de mano de obra calificada y profesionales y en el monitoreo de inserción de graduados universitarios.
- Apoyar la puesta en marcha de forma permanente o a término de ofertas curriculares de pregrado o grado que constituyan áreas de vacancia en el territorio, a través del mecanismo de convenio programa.
- Impulsar y favorecer la puesta en marcha de instrumentos que incentiven a los docentes a realizar desarrollos tecnológicos y transferencia del conocimiento.
- Apoyar el dictado a término de carreras de postgrado profesionales de alcance nacional o territorial en temáticas de interés que sean transversales para distintas cadenas de valor. Y en este marco el Programa Doctor@r para ingenieros, el cual apoya la consolidación de doctorados acreditados existentes en el área de ingeniería, y la movilidad y estadía para los docentes de FI que no posean doctorados en ingeniería.

*Objetivo específico: Incrementar la cantidad de ingenieros insertos en el sistema científico,*

*tecnológico y de innovación.*

*Acciones a desarrollar*

- Coordinar y propiciar el desarrollo de proyectos de investigación, desarrollo e innovación juntamente con las Facultades de Ingeniería de alto impacto local y regional.
- Apoyar la formación de doctores en ingeniería en el desarrollo de investigaciones de alta pertinencia nacional.

*Para consolidar un desarrollo tecnológico propio y sostenido resulta necesario vincular la ciencia, la tecnología y la innovación y para ello es necesario incrementar la cantidad de proyectos de desarrollo tecnológico con alta potencialidad de innovación y aplicación en el sector productivo.*

*Estos proyectos deberán estar enmarcados en los Planes Estratégicos de Desarrollo Industrial 2020 y Agroalimentario 2020.*

En el Plan Estratégico Industrial 2020, se presentan las cadenas de valor consideradas prioritarias:

- Alimentos
- Cuero, calzado y marroquinería
- Textil e indumentaria
- Foresto-industrial
- Automotriz
- Maquinaria agrícola
- Bienes de capital
- Materiales para la construcción
- Química y petroquímica
- Cadena de valor de medicamentos de uso humano
- Cadena de valor del software y servicios informáticos

*Entre los aspectos comunes citados para las distintas cadenas de valor se encuentran:*

- Desarrollar polos productivos regionales, industrializando la ruralidad, que abastezcan a la región
- Regionalización de la producción
- Mejora de procesos
- Cumplimiento de estándares de calidad
- Incorporación de tecnología
- Tratamiento de efluentes y residuos

- *Articulación público-privada para promover el desarrollo de proveedores locales de equipamiento y servicios*
- *Promover espacios de interacción y colaboración entre los diferentes eslabones de la cadena para una mejor organización del sector*
- *Capacitación empresarial y gerencial: desarrollar programas focalizados y dirigidos a difundir mejores prácticas de gestión, administración, organización de la producción y tecnología entre las PYMES*
- *Promoción del desarrollo y adquisición de máquinas, equipos y productos de software de origen nacional, a fin de generar encadenamientos productivos horizontales y sustituir importaciones.*
- *Avanzar en la sustitución de importaciones y en el salto exportador*
- *Articulación entre cadenas de valor*
- *Hay que “industrializar la ruralidad”: agregar valor en las cadenas basadas en materias primas naturales con impacto regional y aprovechar el efecto de polo de desarrollo de la gran industria*
- *Profundizar la integración productiva regional con los países del Mercosur, Mercosur ampliado y Unasur, a través de la combinación de cadenas de valor regionales orientadas a una industrialización más equilibrada entre los socios*
- *Generar centros de desarrollo tecnológico enfocados en la investigación de base y aplicada a partir de las demandas específicas que plantea la industria.*
- *Profundizar la participación de las universidades en los programas públicos, deben involucrarse de manera más activa en los programas gubernamentales de competitividad, tanto en la identificación y selección de proyectos, como en el acompañamiento y prestación de servicios a las empresas.*
- *Fomentar la participación de las universidades en centros tecnológicos asociados a los parques industriales, desarrollando actividades de investigación aplicada en función de las demandas específicas de las empresas, con apoyo financiero del Estado.*

En el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2012 – 2015, se describe los Sectores

Prioritarios, los Núcleos Socio Productivos Estratégicos identificados (NSPE) y las Tecnologías de Propósitos Generales (TPG) consideradas.

- *Sectores Prioritarios*
- *Agroindustria*
- *Ambiente y desarrollo sustentable*
- *Desarrollo social*
- *Energía*
- *Industria*
- *Salud*

*Que los NSPE se constituyan en plataformas para el desarrollo regional/local de recursos humanos y capacidades institucionales de CTI relacionadas a los perfiles productivos, cadenas de valor y dotaciones de recursos naturales de las zonas en cuestión. Es decir, en plataformas para impulsar en los territorios una innovación que responda a las necesidades productivas y sociales locales.*

#### **Tecnologías de Propósitos Generales (TPG)**

- *Tecnologías de la Información y la Comunicación*
- *Biotecnología*
- *Nanotecnología*

Y se cita por ejemplo:

*Los potenciales puntos de intersección entre TPG y los Sectores Prioritarios se dan frecuentemente en la práctica en entornos territoriales específicos relativamente acotados; es allí donde se tienden a generar las vinculaciones e interacciones entre los actores productivos, institucionales y sociales que se traduce, vía la generación, circulación y apropiación de conocimientos, en mejoras y novedades de productos, procesos y prácticas organizacionales y de gestión.*

*La arquitectura institucional de ciencia y tecnología en el país se ha caracterizado por la baja articulación entre sus componentes, debido en parte a la escasa comunicación entre Sectores.*

*El resultado de ello es un sistema que ofrece grupos de excelencia en algunas áreas clave*

*pero en un contexto de aislamiento, de falta de articulación con las demandas y de fuerte concentración geográfica y temática.*

*Avanzar hacia una distribución más equitativa a nivel territorial contribuiría a apoyar procesos de convergencia socioeconómica regional fundamentales para un desarrollo balanceado a nivel nacional.*

*Apoyar el desarrollo de capacidades institucionales en CTI en las provincias de menor grado de desarrollo relativo, atender áreas de vacancia y detectar y procesar necesidades regionales.*

*En el Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal 2012-2016 se manifiesta:*

*Discurso de la Sra. Presidenta de la Nación, Dra. Cristina Fernandez de Kirchner*

*(...) Este Plan que estamos presentando busca esencialmente seguir agregando valor a nuestros productos primarios, hacerlo en origen, hacerlo con acuerdos y consensos con los sectores productivos, con los sectores industriales, todo también supervisado y ayudado a formular y a incorporar conocimiento, con lo que es nuestro sistema universitario público, nacional y gratuito; el cual también debe tener un fuerte compromiso.*

*Se propone profundizar la tendencia en la generación de valor agregado, con fuerte inserción de la Argentina en las cadenas globales de valor mundiales y, al mismo tiempo, promover que tal generación de valor se desarrolle fundamentalmente en origen, a fin de impulsar un proceso de desarrollo con equidad, todo ello en un marco de sustentabilidad ambiental y territorial.*

*Impulsar la generación de riqueza económica con mayor valor agregado, en particular en origen en un contexto de competitividad sistémica, con crecimiento sustentable en el tiempo, equitativo desde lo social y sostenible desde lo ambiental.*

*Aumentar el volumen de las exportaciones agroalimentarias y agroindustriales argentinas, con énfasis en las producciones con mayor valor agregado, en particular en el lugar de origen.*

*Estimular el desarrollo, la difusión y la adopción de innovaciones tecnológicas agroalimentarias y agroindustriales.*

*El desarrollo tiene que resolver las desigualdades regionales y locales expandiendo las oportunidades.*

*Es relevante entonces, fortalecer la innovación hacia tecnologías apropiadas que permitan estimular el desarrollo integral del Sector y de la sociedad en su conjunto.*

*Estimular procesos de desarrollo local a partir de producciones agroalimentarias y agroindustriales diferenciadas, que refuercen los lazos entre el territorio, la población y el mercado.*

*Estimular el desarrollo productivo resguardando el equilibrio entre la competitividad sectorial y la sostenibilidad ambiental, social y económica de cada territorio constitutivo de la Argentina.*

*Promover la construcción de planes de desarrollo territorial adecuados a las particularidades de los recursos naturales, sociales y económicos de cada territorio argentino.*

*Estrechamente conectada con el objetivo de generar valor en los lugares de origen de las producciones primarias, se ha planteado la necesidad que desde las instancias públicas y privadas del Sector Agroalimentario y Agroindustrial Argentino se contribuya a que en el país se implementen planes de desarrollo territorial diferenciados, adecuados a las especificidades locales.*

*Asegurar los recursos públicos y privados para la consolidación de un sistema de innovación, con estrategias de investigación y extensión dinámicas y fuertes vínculos con el entramado productivo argentino.*

## **Para continuar**

Hasta aquí se ha realizado una descripción de las actividades, propuestas y acciones llevadas a cabo por el CONFEDI con relación a la necesidad de modificar los criterios de evaluación de las actividades de I+D+i realizadas en las FI.

En función del trabajo realizado se plantean algunos interrogantes para seguir profundizando esta línea de trabajo:

¿Cuál es la relación entre la ciencia y tecnología realizada en el país y los problemas de desarrollo nacional? ¿En qué porcentaje se encuentra?

¿Estamos aprovechando la investigación y desarrollo que pueden promover las empresas públicas y el Estado en vivienda, caminos, transporte, ambiente, comunicaciones, energía, combustible, agua? Esto permitiría: Tener capacidad de decisión propia, Incorporar tecnología importada de modo conveniente y eficiente, Desarrollar capacidad de pronóstico de cambios tecnológicos, Adquirir capacidad de creación sos-

tenida, Equilibrar el balance tecnológico de pagos y Tener confianza en nuestras fuerzas

¿Prestamos atención a la tecnología incorporada contenida en los bienes físicos? De capital, de insumo, repuestos

¿Atendemos adecuadamente a la tecnología no incorporada o know how?

¿Estamos atendiendo a las necesidades de tecnologías apropiadas? Que demandan nuestros recursos naturales, que completan las cadenas productivas y que derraman conocimientos.

¿Estamos desarrollando conocimiento en estos sentidos y utilizando el stock disponible propio y ajeno?

Estas cuestiones, aún vigentes, fueron planteadas hace más de 40 años por un pionero en DTyT en Argentina, Jorge Sábato, de quién presento para finalizar su comentario con relación al trabajo de desarrollo tecnológico del primer elemento combustible de reactor nuclear de potencia fabricado en Argentina y ensayado en un reactor en Alemania:

“Agrega menos al curriculum según el modelo oficial, que una carta al editor de una revista de segundo orden, eso sí, extranjera”.

Comentario este que en la situación actual corresponde reconocer que está siendo paulatinamente superado, pero que conviene recordar como guía para seguir trabajando en el sentido propuesto por el CONFEDI.

## Bibliografía

Documento I de la Comisión Asesora sobre Evaluación del Personal Científico y Tecnológico del MINCYT: Hacia una redefinición de los criterios de evaluación del personal científico y tecnológico - 2012

Documento II de la Comisión Asesora sobre Evaluación del Personal Científico y Tecnológico: Precisiones acerca de la definición y los mecanismos de incorporación de los Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTs) al Banco Nacional de Proyectos del MCTIP - 2013

Rosalba Casas. Problemas en la Producción y la Transferencia de Conocimientos. Universidad Nacional de Quilmes. Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Carpeta de trabajo.

Manual de Frascatti - OCDE - 1993

Manual de Oslo - OCDE - 1996

Manual de Bogotá - RICYT - OEA - 2001

Mario Bunge. Ciencia, Técnica y Desarrollo Edit. Sudamericana - 1997

Eduardo Scarano. Epistemología de la Tecnología- Metodología de las Ciencias Sociales Ediciones Macchi - 1999

Ana María Ingallinella y otros. Evaluación de las actividades de extensión y transferencia de Tecnología de las Universidades. Universidad Nacional de Rosario - 1999

Jorge A. Sábato. Ensayos en Campera Universidad Nacional de Quilmes. Editorial Colección “Ciencia, Tecnología y Sociedad” 2004. Recopilación de sus publicaciones entre 1968 y 1975 Actas de las reuniones Plenarias del CONFEDI de Noviembre de 2010, Mayo de 2011, Noviembre de 2011, Abril de 2012 y Noviembre de 2012.

La Formación del Ingeniero para el Desarrollo Sostenible. Aportes del CONFEDI al Congreso Mundial Ingeniería 2010

Plan Estratégico de Ingeniería 2012-2016 - Secretaría de Políticas Universitarias. Ministerio de Educación.

Plan Estratégico Industrial 2020 - Ministerio de Industria

Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2012-2015 - MCTIP

Plan Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal 2012-2016





# Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016.

## Reseña y evolución, en primera persona

Daniel Morano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Coordinador Ejecutivo del PEFI 2012-2016. Secretaría de Políticas Universitarias. Ministerio de Educación

### Introducción

El modelo productivo puesto en marcha en el año 2003 se fundamenta en la creación de una matriz de crecimiento económico, basada en la producción, en el valor agregado, en el mercado interno y en un fuerte crecimiento de las exportaciones, en particular de manufacturas de origen agropecuario y de origen industrial.

Esto implicó que en los Ministerios del Estado Nacional, relacionados directamente con la temática, y cada uno en el ámbito que le compete, desarrollaran planes estratégicos tendientes a asegurar las bases de este modelo de desarrollo.

Los Planes Estratégicos Agroalimentario y Agroindustrial, Industrial 2020, Ordenamiento Territorial, Desarrollo Minero, Científico, Tecnológico y de Innovación son ejemplos de lo mencionado, los cuales a su vez necesitan para su concreción Servicios, Infraestructura en Transporte, Comunicaciones, Energía entre otros aspectos.

Desde el Ministerio de Educación de la Nación, y enmarcando las acciones de modo tal de asegurar inclusión, calidad y pertinencia en todos los niveles educativos, se desarrollaron proyectos activos en la formación en capacidades científicas y tecnológicas de modo de formar ciudadanos con los mayores niveles de cualificación profesional, de modo que se pueda cumplir con los objetivos de los planes estratégicos enunciados y desarrolle un modelo de país competitivo económicamente, incluso socialmente y sostenible ambientalmente.

En este contexto, la ingeniería es una disciplina fundamental para lograr consolidar el desarrollo productivo, relacionar conocimiento con innovación productiva, disminuir los niveles de dependencia tecnológica y asegurar la preservación ambiental.

Entre 2004 y 2011 el foco fundamental de las políticas para la disciplina estuvo puesto en los

proyectos de aseguramiento de la calidad de la formación, lo que ha permitido que Argentina haya acreditado el 100% de sus carreras de ingeniería, situación que ha merecido el reconocimiento de asociaciones regionales y mundiales de la ingeniería.

Esto permitió, además, incrementar la cantidad de estudiantes, su rendimiento académico y de graduados, pero la demanda actual y proyectada de ingenieros indica la necesidad de continuar incrementando la cantidad de profesionales, y la meta propuesta es tener la mayor tasa de graduados por año de Latinoamérica, que es de 1 nuevo ingeniero cada 4.000 habitantes por año, es decir, más de 10.000 nuevos graduados por año al fin de la década.

Además de ello, es necesario continuar con los cambios en los paradigmas de la formación, de modo que estén preparados para el desarrollo sostenible, lo cual supone que la actividad del ingeniero debe considerar las implicancias económicas, sociales y ambientales de cada una de sus aplicaciones, para asegurar que no se vean afectadas las necesidades de las generaciones futuras.

Por lo expuesto, no sólo es necesario consolidar la formación a través del conocimiento de contenidos, sino también inculcar, durante el proceso formativo, competencias, capacidades, actitudes y aptitudes que permitan generar un profesional de alta capacitación técnica que, también, tenga compromiso social, conciencia ambiental y capacidad de liderazgo.

Por este motivo, el Ministerio de Educación de la Nación impulsa, en conjunto con otros actores,

el desarrollo del Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016, como un instrumento imprescindible para el logro de las metas de desarrollo propuestas.

### Oferta Académica

El proyecto de unificación curricular de la Ingeniería Argentina acordó declarar de interés público a 21 terminales de la disciplina: Aero-náutica, Agrimensura, Alimentos, Ambiental, Biomédica o Bioingeniería, Civil, Computación, Eléctrica, Electromecánica, Electrónica, Hidráulica, Industrial, Informática o Sistemas, Materiales, Mecánica, Metalúrgica, Minas, Nuclear, Petróleo, Química y Telecomunicaciones. En el año 2012, la oferta de carreras de estas 21 terminales ascendió a 413 (323 en instituciones públicas y 90 en instituciones privadas).

Además, se dictan 24 carreras de ingeniería que no se encuadran en las terminales unificadas (21 en instituciones públicas y 3 en instituciones privadas). Entre éstas pueden mencionarse a Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Naval, Ingeniería Textil, Ingeniería Pesquera, Ingeniería en Biotecnología, Ingeniería en Física Médica, Ingeniería en Energía, etc. las cuales aún no han sido declaradas de interés público.

En resumen en el año 2012 se dictaron en el país 437 carreras de ingeniería.

### Acciones Realizadas

La acreditación nacional de carreras de ingeniería, realizada por CONEAU, está en régimen y en plena etapa de realización su segundo ciclo que abarcará el período 2012/13 a 2018/19. Se ha avanzado en la acreditación regional de ingeniería a través del Sistema ARCUSUR.

Con la puesta en marcha del PROMINF se completaron los apoyos para los planes de mejora surgidos en el primer ciclo de acreditación (PROME I y PROME II) y tendientes a apoyar las actividades necesarias para alcanzar los estándares.

En 2009 se puso en marcha el Programa Nacional de Becas Bicentenario para alumnos de carreras científicas y tecnológicas.

Se pusieron en marcha programas de cooperación internacional y acuerdos bilaterales y multilaterales de reconocimiento de títulos de carreras acreditadas.

### Resultados de Avance. Evolución de alumnos entre 2003 y 2011

Los planes de mejora implicaron un impacto en la mejora de indicadores académicos. Un análisis comparativo entre la cantidad de alumnos que cursaban la totalidad de las carreras de ingeniería en el sistema público entre los años 2003 y 2011, muestra la tabla.

#### CARRERAS DE INGENIERÍA

Evolución de Alumnos de Ingeniería en Universidades Públicas			
Tipo de Alumnos	Año 2003	Año 2011	Evol. 11/03
Ingresantes	29.009	30.148	4%
Reinscriptos	95.446	118.776	24%
Total	124.455	148.924	20%
Avanzados (con + 26 materias)	17.421	32.487	86%
% Avanzados / Reinscriptos	18%	27%	
Graduados Universidades Públicas	4.120	5.475	33%
Graduados Universidades Privadas	953	1.060	11%
Total Graduados	5.073	6.535	29%



Sumando a los graduados en universidades privadas en el año 2011 se graduaron en el país un total de 6.535 nuevos ingenieros, lo cual indica que la tasa de nuevos ingenieros por habitantes se ubicó en un nuevo ingeniero cada 6.140 habitantes aproximadamente.

De acuerdo a informes de las facultades de ingeniería, el principal motivo de la caída de rendimiento y deserción de alumnos avanzados obedece a razones laborales. Entre el 70% y el 100% de los alumnos avanzados, según datos muestrales de distintas facultades, trabaja más de 20 horas por semana, en actividades relacionadas con la carrera y en su mayoría en relación de dependencia.

### **Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016**

Fue lanzado oficialmente por la Presidenta de la Nación, Dra. Cristina Fernández de Kirchner el 5 de noviembre de 2012 en Tecnópolis, como Política de Estado, con objetivos y acciones concretas por un lapso de cinco años.

El Plan consta de Tres Ejes Estratégicos, que si bien tienen su foco principal en la formación de ingenieros, prevé acciones que van más allá de la formación de ingenieros y la ingeniería.

Estos tres ejes estratégicos, en función del Modelo de Desarrollo de País planteado, se centran en,

incrementar la cantidad de graduados (fundamentalmente acciones al interior de las unidades académicas de ingeniería), aportar al desarrollo territorial sostenible con mano de obra calificada en calidad y cantidad (acciones conjuntas entre Estado Nacional, Universidades, Gobiernos Locales, Cámaras Empresariales y Colegios Profesionales) e internacionalizar la formación de futuros ingenieros (acciones de cooperación con Gobiernos y Universidades de Países Latinoamericanos, del Caribe y de la Unión Europea).

A continuación se detallan para cada Eje los objetivos y las nuevas acciones a desarrollar entre 2013 y 2016, que pretenden ser un nuevo salto cualitativo y cuantitativo de lo realizado entre 2004 y 2012.

## **A. Proyectos de Mejoramiento de Indicadores Académicos**

### **Objetivo**

Incrementar la cantidad de graduados en ingeniería en un 50% en 2016, y en un 100% en 2021, con relación al año 2009, en forma gradual en carreras que completen el segundo ciclo de acreditación.

### **A.1 Generar vocaciones tempranas y facilitar el tránsito entre sistemas educativos**

- Acuerdo con el Consejo Federal de Educación para consensuar competencias de acceso propuestas con competencias de egreso de la escuela secundaria.
- Determinar por título y región el listado de carreras en las cuales sea necesario incrementar el ingreso (Proyecto de desarrollo territorial sostenible).
- Elaborar producciones televisivas y en otros medios, para difundir entre los jóvenes y la población en general, el rol de la ingeniería en la vida diaria.

### **A.2 Incrementar la retención en el ciclo básico**

- Asegurar en las universidades una gestión académica que facilite el seguimiento personalizado de los alumnos y las principales causas de deserción, considerando el impacto de factores socioculturales y laborales.
- Finalizado el segundo ciclo de acreditación apoyar proyectos de desarrollo institucional por unidad académica de ingeniería tendientes a mejorar los indicadores académicos (mejora de los indicadores) y asegurar competencias y capacidades de graduados (calidad de formación según documento de competencias genéricas elaborado por CONFEDI). Válido para retención para los puntos A.3. y A.4.

### **A.3. Incrementar la retención en el ciclo de especialización**

- Favorecer y apoyar al interior de las universidades, la utilización, por parte de los docentes, de herramientas computacionales para la enseñanza y el aprendizaje.

#### A.4. Incrementar la graduación de alumnos avanzados

- Propiciar, conjuntamente con el Ministerio de Industria, el interés de los empresarios para incorporar profesionales en sus empresas y mejorar la cualificación de sus plantas.
- Propiciar innovaciones en las metodologías de evaluación y formación práctica, que permitan evaluar competencias que acrediten conocimientos de alumnos avanzados.
- Propiciar la realización de proyectos de fin de carrera que relacionen los requerimientos académicos con las necesidades de innovación del territorio.

### B. El aporte de la universidad al desarrollo territorial sostenible

#### Objetivos

- Asegurar los perfiles de formación y la cantidad de los recursos humanos necesarios para la consolidación de cadenas productivas de valor en el territorio.
- Orientar las actividades de investigación, desarrollo y transferencia del conocimiento en temáticas de alto impacto tecnológico, de inclusión social y de cuidado ambiental en el territorio.

#### B.1. Poner en marcha el Consejo Consultivo Nacional de Educación Superior en Ingeniería para el Desarrollo Sostenible

- Puesta en marcha del Consejo Consultivo Nacional de Educación Superior en Ingeniería para el Desarrollo Sostenible.
- Constitución de mesas sectoriales integradas por el Estado Nacional, Universidades, Empresas Colegios Profesionales y Trabajadores, para la definición de los perfiles necesarios de formación a nivel técnico, profesional y formación continua de postgrado, para asegurar los logros de los planes estratégicos.
- Con base en la definición de los perfiles, determinar ejes transversales de las carreras de pregrado (tecnicaturas), grado (ingeniería, agronomía, veterinaria, ciencias básicas) y postgrado (especializaciones

y maestrías profesionales) que permitan cubrir los perfiles definidos.

#### B.2. Poner en marcha observatorios de recursos humanos de alcance territorial

- Apoyar a las universidades para que determinen, a nivel territorial y en conjunto con gobiernos locales y organizaciones no gubernamentales, las cadenas de valor de mayor impacto en el territorio, con especial énfasis en el análisis prospectivo de la oferta y demanda de mano de obra calificada y profesionales, y en el monitoreo de la inserción de graduados universitarios.
- Apoyar a las universidades en la adaptación de las ofertas de pregrado, grado y postgrado existentes a los perfiles definidos y en la creación de ofertas académicas en áreas de vacancia (a término o continuas) a nivel regional, transversales a distintas cadenas de valor.

#### B.3. Incrementar las actividades de investigación, desarrollo, transferencia, vinculación e innovación en Ingeniería

- Coordinar y propiciar la implementación de proyectos de investigación, desarrollo e innovación de alto impacto territorial, conjuntamente con las Universidades.
- Apoyar la formación de doctores en ingeniería (Programa Doctorar) en el área de investigaciones y desarrollos tecnológicos de alta pertinencia nacional.
- Apoyar la puesta en marcha de emprendimientos productivos por parte de las universidades y sus graduados.
- Apoyar la mejora continua y certificación de calidad de laboratorios universitarios.

### C. Internacionalización de la Ingeniería Argentina

#### Objetivo

- Presencia internacional de la ingeniería argentina.

#### Acciones

- Acuerdos de reconocimiento de títulos de ingeniería con países latinoamericanos en el marco de los acuerdos de estado suscriptos.

- Sostenimiento de los proyectos de formación de redes académicas del MERCOSUR.
- Sostenimiento de los proyectos de intercambio académico entre países latinoamericanos.
- Sostenimiento de los proyectos de movilidad e intercambio académico con países de la Unión Europea.
- Asegurar la presencia internacional de la ingeniería argentina en foros educativos internacionales de la disciplina.

### **Evolución de la formación de ingenieros. Apreciaciones personales**

El Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016 hoy es una política de estado porque tiene una sólida base que se generó a partir de la Unificación curricular de la ingeniería en 1996 (Libro Azul), Propuesta de acreditación de las carreras de grado de ingeniería en 2000 (Libro Verde), Declaración de Interés Público de las carreras de ingeniería (Resolución 1232 y posteriores), Proyecto de Mejoramiento de la Enseñanza de la Ingeniería (PROME I, PROME II y PROMINF).

Y por cierto, es una necesidad imperiosa, para un país que está embarcado en un proyecto de desarrollo que se basa en el agregado de valor a los productos primarios y en la generación de una matriz productiva industrial en áreas estratégicas.

Distintas circunstancias, algunas fortuitas, hicieron que fuera partícipe de todos estos eventos, desde mi función como Decano de la Facultad en la Universidad Nacional de San Luis, la Presidencia de la Comisión de Enseñanza del CONFEDI cuando comenzó la acreditación en 2002, la Presidencia del CONFEDI en 2003 cuando nos convocaron desde la SPU para elaborar un proyecto para mejorar la formación de ingenieros en el país y atento a la presentación de esa propuesta, la invitación de la SPU de colaborar en la puesta en marcha del PROME I en 2005 donde el trabajo que debía durar un año en la SPU ya lleva nueve, en distintas funciones pero siempre tratando de aportar a la formación de ingenieros.

Es precisamente en la SPU, cuando finalizado el primer ciclo de acreditación en 2005 y con sólo el 7% de las carreras de ingeniería cumpliendo todos los estándares, nos plantemos el desafío que expresamos en los indicadores cuantitativos del proyecto: lograr que al fin de la década más del 80% de las carreras de ingeniería cumpliera

con todos los compromisos asumidos y alcanzara la totalidad de los estándares.

El objetivo se cumplió, y para el 100% de las carreras de ingeniería, al pasar por la segunda fase del primer ciclo de acreditación, donde CO-NEAU prorrogó la acreditación por los tres años faltantes.

A pesar de ser éste el objetivo casi excluyente del proyecto, se avanzó en otro aspecto, que fueron los proyectos interinstitucionales. La cantidad y alcance de proyectos de cooperación entre facultades de ingeniería creció exponencialmente y se consolidaron los consorcios regionales. Paralelamente los indicadores de ingreso, regularidad y graduación fueron mejorando, lenta pero sostenidamente.

Por cierto que en todo este proceso, se veía tanto en las facultades como en la SPU, la presión de una demanda laboral creciente, que al no ser cubierta por graduados, recaía sobre estudiantes avanzados o estudiantes intermedios para cubrir la falta de técnicos.

Con la puesta en marcha del Programa Nacional de Becas Bicentenario en 2009 se trató de dar una respuesta de política pública inclusiva que permitiera el acceso y la permanencia de sectores de bajos ingresos y evitar la inserción laboral temprana.

Con la puesta en marcha de los Planes Estratégicos Nacionales de Desarrollo, una de las primeras debilidades detectadas en todas las mesas sectoriales fue cantidad de recursos humanos calificados, especialmente ingenieros. Por ello, la Presidencia de la Nación, en el año 2011, planteó al Ministerio de Educación la necesidad de reforzar políticas para incrementar la cantidad de graduados en ingeniería.

Ante el pedido de analizar este tema, hubieron tres aspectos claves que consideré y a los que entendí se debía dar respuesta:

Cómo incrementar la cantidad, duplicando los graduados en la década, mejorando de forma continua la calidad de nuestros graduados y actualizando sus perfiles de formación.

Cómo lograr una vinculación virtuosa, tanto a nivel nacional como territorial, entre academia, gobiernos y sector productivo y de servicios.

Cómo formar ingenieros con visión global, con el objetivo de incrementar la presencia de la ingeniería desarrollada en Argentina en el mundo a través de sus productos y servicios.

Para ello ya no se podía pensar en un Proyecto como fue el de Mejoramiento, sino en un Plan Estratégico, con Objetivos y Metas a lograr en el quinquenio y con Planes de Acción anuales que permitieran el logro de los mismos.

De allí los tres ejes estratégicos planteados y explicados, que finalmente se comenzaron a traducir en acciones a partir del año 2012.

Y aquí nuevamente el trabajo de CONFEDI resultó la base imprescindible para avanzar en la puesta en marcha de acciones concretas. Cuatro documentos fueron claves: 1) Competencias de acceso a carreras de ingeniería, 2) Competencias genéricas de egreso, 3) Aportes del CONFEDI al Congreso Mundial de Ingeniería 2010 y 4) Documento de acuerdos y definiciones sobre actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación productiva en facultades de ingeniería.

### **Hacia el cumplimiento de los objetivos y metas del PEFI 1216**

Con la puesta en marcha de las acciones, si bien se trata de seguir un camino ideal, es necesario ajustar las mismas a un contexto de políticas públicas, de agenda de las facultades de ingeniería y de acuerdos con otros actores, tanto a nivel nacional como internacional, para alcanzar los objetivos.

### **Mejora de los indicadores académicos**

Para duplicar la cantidad de graduados por año, se planteó la necesidad de comenzar avanzado en el proyecto de indicadores académicos, de modo que cada facultad tenga información personal y estadística del comportamiento de las distintas cohortes, para apoyar la toma de decisiones que permita mejorar la permanencia y graduación y, fundamentalmente, buscar soluciones a la medida de acuerdo a las problemáticas detectadas en distintos niveles de la carrera.

Para apoyar a las facultades al logro de competencias como formación en cultura emprendedora se apoyó el proyecto PRECITYE.

Para apoyar la graduación de alumnos avanzados se puso en marcha en 2013 la línea de Becas Bicentenario para aquellos alumnos que adeudaran menos de ocho materias.

El último proyecto de mejoramiento fue para Ingeniería Informática, en Sistemas y Computación.

A la par de esto, todo un conjunto de acciones básicas y genéricas que se pretende que las

facultades ejecuten, en gran parte durante 2013, en paralelo con la finalización del segundo ciclo de acreditación de carreras de ingeniería que, por los resultados parciales, son acreditaciones, en general, sin compromisos y cumplimentando todos los estándares.

Todo esto, debería dejar las condiciones fijadas, para comenzar en 2014, la tarea de generar planes estratégicos por unidad académica que en el marco del nacional, se propongan cumplir con los objetivos de incrementar la graduación (para lograr la cantidad de graduados a nivel nacional, cada facultad manteniendo la cantidad de ingresantes promedio de los últimos años, debería proponerse un índice de graduación del 30%) y asegurar la calidad de la formación (parámetro que se fijará como el aseguramiento de que los graduados tengan las competencias genéricas definidas por CONFEDI).

Los datos estadísticos indican que esa proyección tiene posibilidades de concretarse, e incluso de superarse.

### **Aporte de la Universidad al Desarrollo Territorial Sostenible**

No es un error, ni casualidad que este punto hable de Universidad y no de Facultad. En materia de recursos humanos, la ingeniería es condición necesaria pero no suficiente para el desarrollo territorial sostenible. Y ello lleva a otro desafío en la formación de los futuros ingenieros, que es la competencia de trabajar en equipos interdisciplinarios.

Por ello, a nivel nacional, el año 2013, está siendo utilizado para lograr que todos los actores del desarrollo, Ministerios de Estado Nacional, Cámaras Empresariales, Universidades, se conozcan e interactúen en la búsqueda de objetivos comunes, particularmente a través de Mesas Sectoriales. Con el Ministerio de Industria se está trabajando activamente en las cadenas de valor de Software y Servicios Informáticos, Maquinaria y Equipo, Maquinaria Agrícola, Medicamentos, Textil, Maderera y Química. Un caso emblemático es el rol que CONFEDI ha tenido en la integración de cadenas a través de los Sistemas Embebidos.

El proyecto AGROVALOR para la creación de empresas modelo de base agropecuaria con agregado de valor en origen, es otro proyecto donde la ingeniería interviene, en este caso coordinado y cofinanciado con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

Tareas similares se desarrollan en los sectores mineros, energéticos y de transporte, especialmente ferroviario, donde CONFEDI, una vez más, respondió en forma inmediata, proponiendo los estándares para la creación de la carrera de Ingeniería Ferroviaria.

Finalmente el Proyecto Doctor@r se propone apoyar a las facultades de ingeniería en el cumplimiento del Documento de acuerdos y definiciones sobre actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación productiva en facultades de ingeniería, potenciando capacidades para aportar soluciones al desarrollo de las principales cadenas de valor de cada territorio.

En los años que restan del PEFI, la propuesta es replicar estas Mesas a nivel territorial y para ello se prevé la puesta en marcha del Proyecto de Observatorios Territoriales que monitoreen de forma permanente oferta y demanda de recursos humanos a nivel de operarios, técnicos y profesionales que aseguren el crecimiento y consolidación de las cadenas de valor más importantes del territorio y, por otro lado, analicen la inserción de los graduados y el nivel de satisfacción de los propios graduados y sus empleadores con la formación recibida.

Esperamos que con esto, las facultades reorienten y actualicen su oferta académica, creen ofertas en áreas de vacancia y retroalimenten los procesos de enseñanza y aprendizaje para asegurar las competencias de los graduados, en función de las competencias genéricas de egreso definidas en el documento de CONFEDI.

Estos observatorios, operados técnica y metodológicamente por personal universitario, deben tener dirección compartida entre universidades, gobiernos locales y cámaras empresarias.

### **Internacionalización**

Otro eje que depende de acuerdos previos y de contrapartes adecuadas.

La base de este Eje es internacionalizar la ingeniería y, por ende, los ingenieros desde el proceso de formación, con la finalidad de incentivarlos en que los productos y servicios de su tarea, no sólo se puedan insertar al mercado local, sino internacional.

En Latinoamérica, y en particular en MERCOSUR, la ingeniería aparece además como un elemento integrador. Problemáticas y carencias, pero también oportunidades comunes, potencian

la necesidad de la interacción entre ingenieros. La integración a través de obras de infraestructura y servicios hace imprescindible la integración educativa y profesional.

Por ello hemos planteado, y en el marco de proyectos de cooperación e intercambio vigentes, la necesidad de incrementar la movilidad de estudiantes de ingeniería argentinos en distintos tipos de estancias en países de la región.

Aquí nuevamente es fundamental el rol de CONFEDI, a través de su presencia en ASIBEI con los acuerdos de movilidad logrados y a los cuales actualmente se les está buscando fuentes de financiamiento en los distintos países.

El reconocimiento automático de títulos es otra herramienta que no sólo soporta a la movilidad profesional, sino que al estar condicionada a que sea sólo para carreras acreditadas, obliga a los países firmantes a avanzar en aseguramiento de la calidad, con lo cual indirectamente estamos contribuyendo desde Argentina a la puesta en marcha de procesos de acreditación nacionales, con estándares nacionales y procesos de formación de ingenieros adecuados a las necesidades de cada país, en vez de adoptar para Latinoamérica estándares de calidad para la formación fijados por las agencias norteamericanas o extraregionales, válidos para sus respectivos países, pero no necesariamente pertinentes con la realidad propia de todos y cada uno de los países latinoamericanos, más allá de su alta calidad.

En Argentina esperamos que todas las facultades de ingeniería, de forma gradual, se sumen e incentiven a sus alumnos a conocer otras realidades.

Finalmente los acuerdos con países de la Unión Europea. Basados en los convenios de cooperación existentes, el objetivo fundamental planteado en el PEFI fue concentrar los recursos en los tres países más desarrollados tecnológicamente de Europa y con los cuales existieran acuerdos de cooperación y por ello la priorización de Alemania, Francia e Italia, esencialmente en áreas de vacancia a nivel nacional. Ello no implica cerrar otros acuerdos, y un ejemplo es el caso de Rumania, donde se está avanzando en un convenio de cooperación en formación ferroviaria.

### **Palabras finales**

Si al 2016 cumplimos con las metas cuantitativas y cualitativas de formación, en forma general y en particular por especialidad y región del país,

y con la firme convicción de cada ingeniero que lo producido es de primer nivel mundial, y por tanto puede ser utilizado en cualquier lugar del mundo, el Ministerio de Educación y el Sistema Nacional de Formación de Ingenieros, podremos tener la inmensa satisfacción de llegar al Segundo Bicentenario habiendo sentado bases de altísima solidez a partir de las cuales se generarán las capacidades tecnológicas para que Argentina sea definitivamente un PAÍS DESARROLLADO.

## Referencias

- <sup>1</sup> “Terminales”: concepto utilizado por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) para referirse a las distintas especialidades de las carreras de Ingeniería.

## Acuerdo de promoción y fortalecimiento de programas de intercambio y movilidad de docentes, investigadores y estudiantes de ingeniería de Iberoamérica, en el marco de ASIBEI

Roberto Giordano Lerena<sup>1</sup> y  
José Federico Fanjul<sup>2</sup>

La Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI) es una Organización No Gubernamental que reúne a las asociaciones de enseñanza de ingeniería y universidades con carreras de ingeniería de los países de la región y actúa como espacio de discusión académica de temas de interés para la ingeniería iberoamericana. ASIBEI nace en 1997, por motivación del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina, CONFEDI, y la Universidad Politécnica de Madrid. Fueron miembros fundadores de ASIBEI, la Asociación Brasileira de Enseñanza de la Ingeniería - ABENGE, de Brasil, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI, de Colombia, Asociación de Facultades y Escuelas de Ingeniería - ANFEI, de México, Consejo de Decanos de Facultades de Ingeniería - CONDEFI, de Chile, Consejo Federal de Decanos de Ingeniería - CONFEDI, de Argentina, el Núcleo de Decanos de Ingeniería, de Venezuela, y la Universidad Politécnica de Madrid, de España.

La primera reunión se produjo en el marco del Encuentro Iberoamericano de Directivos de la Enseñanza de la Ingeniería, que se llevó a cabo en Madrid (España), en noviembre de 1997, en la sede del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politécnica de Madrid.



El 6 de diciembre de 1999, en la ciudad de Mar del Plata (Argentina), se realiza la primera

<sup>1</sup>Presidente Comisión de Relaciones Interinstitucionales e Internacionales de CONFEDI  
Decano Facultad de Ingeniería Universidad FASTA  
<sup>2</sup>Secretario Comisión de Relaciones Interinstitucionales e Internacionales de CONFEDI  
Decano Facultad de Ingeniería UNSTA

asamblea general de la ASIBEI y se formaliza su primer Comité Ejecutivo.



En el año 2000 se acordó que la ASIBEI tendría su sede en Bogotá (Colombia) y que ACOFI asumiera la secretaría general. Desde el 2005, ASIBEI tiene su estatuto registrado en Colombia.

En el año 2011, en el marco de la reunión plenaria de Lisboa (Portugal), CONDEFI asume la presidencia de ASIBEI para el período 2011-2013. En el mismo acto, CONFEDI es elegido para ocupar la vicepresidencia para ese período, y la presidencia en el período 2013-2015.

El presidente actual de ASIBEI es el Ing. Ramón Blasco, decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Santiago de Chile y presidente de

CONDEFI. El presidente de CONFEDI, Ing. Miguel Angel Sosa ocupa la vicepresidencia de ASIBEI.

En la próxima reunión plenaria, en la ciudad de Viña del Mar, Chile, en noviembre del presente año, CONFEDI asumirá la presidencia de ASIBEI.

Esta presencia activa y sostenida de la Argentina en ASIBEI guarda coherencia con la tradición de participativa de CONFEDI en este y todos los ámbitos asociativos de enseñanza de la ingeniería en el mundo. Además, abona al eje de Internacionalización de la Ingeniería Argentina previsto en el Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016, que se propone entre sus objetivos específicos "Consolidar y ampliar proyectos de cooperación con países de Latinoamérica" y "Mantener presencia activa en Foros Educativos Internacionales".

En el año 2010, CONFEDI hace su aporte al Congreso Mundial Ingeniería por medio del documento "Formación del ingeniero para el desarrollo sostenible". Allí plantea la necesidad de "Formar ingenieros con perspectiva supranacional-regional" y sostiene que "para contribuir a la solución de muchos de los problemas regionales es menester formar ingenieros en la cantidad requerida, con estándares de calidad internacional y con estrategias curriculares que favorezcan la pertinencia local y regional de sus conocimientos, para contribuir con la urgente tarea de reconocer, identificar y caracterizar las prioridades que permitan diagnosticar, proponer, planear y aportar propuestas sostenibles en la región.

Si bien la región tiene raíces culturales y sociales semejantes, el desarrollo de la educación superior tuvo realidades muy diferentes que obstaculizan la integración.

Para revertir esta situación es necesario desarrollar una fuerte movilidad de docentes y alumnos, tanto de grado como de posgrado, conjuntamente con una continuidad en la acreditación de carreras según los propios criterios y estándares de cada país, propiciando la riqueza de la diversidad y pertinencia en la formación y, por ende, la creación de mecanismos que faciliten este intercambio."

Precisamente, en orden a la consolidación de los proyectos de cooperación con países de Latinoamérica, y previendo la creación de mecanismos que faciliten el intercambio, en el marco de la última reunión plenaria de ASIBEI, realizada en mayo en Venezuela, CONFEDI propone el ACUERDO DE PROMOCIÓN Y FORTALECIMIENTO

DE PROGRAMAS DE INTERCAMBIO Y MOVILIDAD DE DOCENTES, INVESTIGADORES Y ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE IBEROAMÉRICA.

El objeto del acuerdo es, precisamente, la Promoción y Fortalecimiento de los Programas de Intercambio y Movilidad de Docentes, Investigadores y Estudiantes de Ingeniería en la Región Iberoamericana, y fue suscripto por los siguientes miembros de ASIBEI: Asociación Brasileira de Enseñanza de la Ingeniería - ABENGE, de Brasil, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI, de Colombia, Asociación de Facultades y Escuelas de Ingeniería - ANFEI, de México, Asociación Ecuatoriana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería - ASECEI, de Ecuador, Consejo de Decanos de Facultades de Ingeniería - CONDEFI, de Chile, Consejo Federal de Decanos de Ingeniería - CONFEDI, de Argentina, Consejo Nacional de Facultades de Ingeniería del Perú - CONAFIP, de Perú, Instituto Politécnico de Setúbal, de Portugal, Instituto Superior de Ingeniería de Lisboa - ISEL, de Portugal, Núcleo de Decanos de Ingeniería, de Venezuela, Universidad Católica de Asunción, de Paraguay, Universidad Católica del Uruguay, Universidad de Castilla La Mancha, de España, Universidad de Costa Rica, Universidad de la República, de Uruguay, Universidad de Montevideo, de Uruguay, Universidad Nacional de Asunción, de Paraguay, Universidad ORT, de Uruguay y la Universidad Politécnica de Madrid, España.

El acuerdo tiene como antecedentes el Documento del Ingeniero Iberoamericano, en el cual se vincula la movilidad con un propósito superior, como es la creación de un espacio común iberoamericano de enseñanza de ingeniería, y la Declaración de Buenos Aires, suscripta en oportunidad de la trigésima primera reunión del Comité Ejecutivo de la ASIBEI en Argentina. Esta declaración propone desarrollar un proyecto encaminado a promover y fortalecer el intercambio y movilidad de profesores y estudiantes, como contribución para la creación de un Espacio Iberoamericano de Educación en Ingeniería a través del cual sean posibles la realización de actividades de investigación, desarrollo y transferencia de conocimientos y experiencias pertinentes con las necesidades de la Región; la articulación de esfuerzos e iniciativas con sectores sociales, estatales y económicos; la promoción de la calidad educativa en todos los niveles y modalidades de formación y la actualización curricular de los programas de formación de ingenieros en



aspectos tales como la responsabilidad social, el compromiso ambiental y el fomento de la cultura emprendedora, con el propósito de alcanzar, entre otros logros, programas de reconocimiento bilateral de títulos y acreditaciones y facilidades para el ejercicio profesional en la Región.

La fundamentación del acuerdo es clara y contundente. La movilidad de estudiantes se constituye como un elemento estratégico por su aporte al objetivo de formar en la región un espacio académico e intercultural común, siendo además un instrumento relevante para el avance y la profundización de las acciones que llevan adelante las Universidades en la cooperación solidaria, el intercambio de saberes y experiencias dentro de los países de la Región Iberoamericana. La movilidad potencia el fortalecimiento institucional, a través de la ampliación de los vínculos internacionales y la creación e institucionalización de redes y alianzas estratégicas en distintas áreas del conocimiento. Por otra parte contribuye a volcar la diversidad cultural, los conocimientos y los aprendizajes en las diferentes sociedades nacionales y en el ámbito local. Asimismo, la presencia en las aulas, de estudiantes de otros países, enriquece notablemente los procesos de enseñanza y aprendizaje, y posiciona a la Universidad en un contexto internacional, habilitando un sinnúmero de posibilidades que incluyen programas específicos de formación, investigaciones conjuntas, actividades de extensión y desarrollo, y diversas opciones académicas. El intercambio de experiencias y conocimientos de docentes e investigadores redundará en la potenciación de las capacidades institucionales y en la búsqueda de alternativas de solución de problemas de interés para los países de la Región en áreas de significativo impacto, tales como las relacionadas con temas de infraestructura, energía, ambiente, seguridad alimentaria, salud, educación e innovación, entre otros, con el propósito de alcanzar un importante desarrollo socioeconómico, científico, tecnológico y cultural, en cada uno de nuestros países.

En cuanto a la instrumentación del Acuerdo, ASIBEI prevé la articulación de Programas Nacionales, Convenios Binacionales/Multinacionales Específicos, Convenios Interinstitucionales Específicos y la publicación de un Registro de Convenios de Intercambio.

Para facilitar la implementación, la ASIBEI ha implementado un Registro de Convenios de Intercambio (RCI), único e informatizado, donde

se pueden inscribir tanto los acuerdos bilaterales suscriptos entre los países como aquellos suscriptos entre unidades académicas de ingeniería de la región. Este registro es público y está disponible para su consulta desde la página web de ASIBEI. El RCI es administrado por la Secretaría Ejecutiva de ASIBEI. Ya está habilitado el registro de las facultades de ingeniería de Argentina que quieran participar de estos acuerdos (quienes estén interesados pueden consultar a la secretaria de CONFEDI, [secretaria@confedi.org.ar](mailto:secretaria@confedi.org.ar)).

El acuerdo, sin dudas, viene a generar el marco oportuno y pertinente para la promoción y fortalecimiento de programas de intercambio y movilidad de docentes, investigadores y estudiantes de ingeniería de Iberoamérica. Se trata de un acuerdo sin precedentes, que permitirá concretar una cuestión de especial significado e importancia para las escuelas de ingeniería: atender los compromisos de la Universidad para con la sociedad, local y regional, formando ingenieros con una perspectiva supranacional-regional. Y como la práctica misma, “en el campo”, es la mejor manera de aprender y formarse integralmente en competencias, los alumnos y docentes de ingeniería de la región latinoamericana podrán, en el marco de este acuerdo, conformar su visión regional y comprensión del mundo por medio del contacto personal con otras culturas y sociedades, intercambiando experiencias y opiniones con compañeros y colegas de otros países, en un espacio de respeto a la diversidad.



## CONFEDI 2013: Un año muy dinámico

Jorge Pilar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Presidente Comisión de Ciencia y Tecnología del CONFEDI. Decano Facultad de Ingeniería Universidad Nacional del Nordeste

Estamos presentando el segundo número de la RADI, al final de un año en el que el CONFEDI ha continuado desarrollando sus quehaceres habituales y se abocó a encarar otros más .

En la sección “Proyectos de Ingeniería” se hace una extensa presentación del PRECITYE, proyecto que este año finalizará con éxito, pues se alcanzaron todos los objetivos que se plantearon, un trabajo conjunto con asociaciones pares de Brasil, Chile y Uruguay.

A modo de reseña, se presentan algunas de las actividades llevadas a cabo por el CONFEDI, de la que participaron activamente, no sólo su Comité Ejecutivo, sino todos sus socios. Estas actividades tuvieron como marco lo que CONFEDI tiene internalizado que es su responsabilidad social: ser una herramienta para el desarrollo territorial sostenible, además de potenciar las actividades de las unidades académicas que lo integran, interactuando permanentemente con redes de decanos de otras especialidades, organismos nacionales e internacionales, colegios y consejos profesionales de Argentina.

Durante el presente año, el CONFEDI ha organizado y/o participado de una serie de encuentros de perfil académico y científico:

- Reuniones técnicas y talleres de Sistemas Embebidos (SASE).
- Seminario de Control Automático, Robótica y Automatización.
- Primer Taller de Ingeniería Ferroviaria.
- Taller “Química para la paz”.

También, ha tenido presencia institucional activa en ámbitos en los que se debatieron cuestiones referidas a gestión:

- 1ra Reunión del Consejo Consultivo para la Educación Superior en Ingeniería.
- Acto de lanzamiento de las Mesas de

Implementación de los Núcleos Socio Productivos Estratégicos del MINCYT.

- Mesa de implementación del Plan Estratégico Industrial.
- Mesa de implementación de la cadena de valor del Software y Servicios Informáticos del Ministerio de Industria.
- Mesa de implementación de Producción y Procesamiento de Recursos Forestales.
- Mesa de implementación de Logística y Transporte.
- Mesa conjunta de implementación de Sistemas Informáticos y Bienes de Capital.
- Convenios Ministerio de Industria – Ministerio de Educación, para prácticas supervisadas de estudiantes de ingeniería en Pymes, mediante crédito fiscal y Centros de capacitación en parques industriales.
- Reunión con ADIMRA, AACINI y otras similares.
- Reunión con representantes del CUCEN, la SPU, Cancillería y CONFEDI, para la educación y la formación responsable de profesionales relacionados a las ciencias y tecnologías químicas.
- Reunión de ASIBEI (Venezuela)

El listado precedente, que no agotan las actividades que desarrolló el CONFEDI, son una muestra clara de su vocación de presencia permanente en todos los foros en los que se debatan cuestiones que tengan que ver con contribuir al desarrollo sustentable de nuestro país, lo que es parte de la esencia fundacional del CONFEDI y de las Facultades de Ingeniería que participan activamente en él, desde su creación.

Por todo ello, por este presente y por su rica

y fructífera historia, el CONFEDI reafirma su compromiso de continuar su marcha hacia un horizonte que está muy claro: seguir aportando al crecimiento de la Ingeniería nacional, como herramienta eficaz para el progreso de Argentina y su gente, y muy especialmente durante este año 2013, en el que nuestro Consejo cumple sus primeros 25 años de vida.