

ENTREVISTA AL DR. ING. OSCAR PASCAL

PRESIDENTE DEL CONSEJO
FEDERAL DE DECANAS Y
DECANOS DE INGENIERÍA



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

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

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

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

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

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

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

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

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

Competencias

a) Genéricas

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

• Competencias tecnológicas

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

• Competencias sociales, políticas y actitudinales

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

b) Específicas

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Resultados del aprendizaje: Describe lo

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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