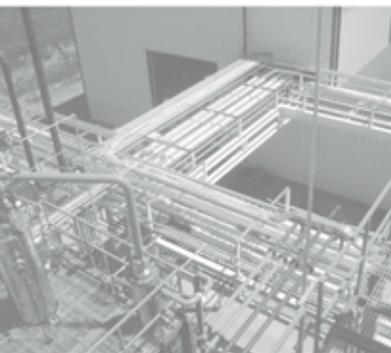


# Aseguramiento de la calidad y mejora de la educación en ingeniería:

## Experiencias en América Latina

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI) y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) son organizaciones representativas de la educación en ingeniería en sus respectivos países. Las dos asociaciones comparten objetivos y trabajan por la calidad en la formación de ingenieros comprometidos con la sociedad.





**Aseguramiento de  
la calidad y mejora  
de la educación  
en ingeniería:**

**Experiencias en  
América Latina**



Ayacucho 132 1° (1025) – CABA  
Buenos Aires, Argentina  
Teléfono: 011 4952 4466  
secretaria@confedi.org.ar www.confedi.org.ar

#### Comité Ejecutivo CONFEDI 2017 – 2018

- Roberto Giordano Lerena, Presidente  
*Universidad FASTA*
- María Teresa Garibay, Vicepresidente  
*Universidad Nacional de Rosario*
- Pablo Recabarren, Secretario General  
*Universidad Nacional de Córdoba*
- Jorge Del Gener, Secretario Permanente  
*Universidad Tecnológica Nacional*
- Liliana R. Cuenca P., Presidente Saliente  
*Universidad Tecnológica Nacional*
- Guillermo Lombera, Presidente Comisión de Extensión, Ciencia, Tecnología  
*Universidad Nacional de Mar del Plata*
- Gustavo Alberto Lores, Presidente Comisión de Enseñanza  
*Universidad Nacional de Jujuy*
- Guillermo Kalocai, Presidente Comisión de Interpretación y Reglamiento  
*Universidad Nacional del Sur*
- José Luis García, Presidente Comisión de Presupuesto e Infraestructura  
*Universidad Tecnológica Nacional Regional General Pacheco*
- Oscar Pascal, Presidente Comisión de Posgrado  
*Universidad Nacional de La Matanza*
- Miguel Ángel Sosa, Presidente Comisión ad-hoc de Relaciones Interinstitucionales e Internacionales  
*Universidad Tecnológica Nacional Regional Delta*
- Daniel Moran, Presidente Comisión ad-hoc de Nuevos Alcances de Carreras de Ingeniería  
*Universidad Nacional de San Luis*



Carrera 68D 25B 86 oficina 205  
Edificio Torre Central, Bogotá D.C., Colombia  
PBX: + 57(1) 427 3065  
acofi@acofi.edu.co www.acofi.edu.co

#### Consejo Directivo ACOFI 2018 – 2020

- Carlos Arturo Lozano Moncada, Presidente  
*Universidad del Valle, Santiago de Cali*
- Roberto Hincapié Reyes, Vicepresidente  
*Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín*
- Jesús Francisco Vargas Bonilla, Consejero  
*Universidad de Antioquia, Medellín*
- Miguel Ángel García Bolaños, Consejero  
*Universidad de Cartagena, Cartagena*
- Fairuz Ospino Valdiris, Consejera  
*Universidad de la Costa, Barranquilla*
- Eduardo Delio Gómez López, Consejero  
*Universidad de Nariño, San Juan de Pasto*
- Javier Páez Saavedra, Consejero  
*Universidad del Norte, Barranquilla*
- Johann Farith Petit Suárez, Consejero  
*Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga*
- Claudio González Clavijo, Consejero  
*Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá*
- María Alejandra Guzmán Pardo, Consejera  
*Universidad Nacional de Colombia, Bogotá*
- Alberto Ocampo Valencia, Consejero  
*Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira*

ISBN: 978-958-680-083-9  
Primera edición: Julio de 2018  
Impreso en Colombia

#### Editor

**Luis Alberto González Araujo,**  
Director Ejecutivo ACOFI

#### Revisión de estilo

Isabel Cristina Salazar Perdomo

#### Producción Gráfica

Opciones Gráficas Editores Ltda.  
Carrera 30A No. 4A - 24  
Tels. 57 (1) 237 2023 - 57 (1) 237 2383  
Bogotá, D.C. Colombia  
www.opcionesgraficas.com

Las opiniones expresadas en este libro no son necesariamente las de ACOFI o CONFEDI.

---

# Índice

Presentación ..... 11

Introducción ..... 13

**El área de impacto de la acreditación de programas de ingeniería ..... 15**

Algunos rasgos normativos de la acreditación en Colombia ..... 16

El lugar de la calidad en el contexto social ..... 18

Los lineamientos para la acreditación de programas de ingeniería en Colombia ..... 19

Acreditación e impactos deseables ..... 21

Referencias ..... 25

**Aprendizaje centrado en el estudiante: un enfoque imprescindible para la educación en ingeniería..... 27**

Introducción ..... 28

¿Qué es el aprendizaje centrado en el estudiante? ..... 29

¿Cómo implementar en la práctica un ACE? ..... 32

La evaluación en el ACE ..... 35

A modo de conclusión ..... 37

Referencias ..... 38

**La formación de ingenieros en Argentina. El proceso de aseguramiento de la calidad ..... 41**

Parte 1. Antecedentes ..... 41  
Parte 2. Informe final del Proyecto: Modelo de formación del ingeniero argentino..... 48  
Parte 3. Proyecto de Acreditación de Carreras de Grado de Ingeniería ..... 52  
Bibliografía..... 73

**Diseñando los nuevos estándares de acreditación de carreras de ingeniería en Argentina. Aseguramiento de la calidad y mejora de la educación en ingeniería ..... 75**

Introducción ..... 75  
Marco formal para la acreditación de carreras en Argentina ..... 76  
Sobre la acreditación de las ingenierías en Argentina (Breve reseña 1998-2016) ..... 79  
Sobre la redacción de los primeros estándares de acreditación de ingeniería en Argentina ..... 80  
La revisión de las actividades reservadas por parte del Consejo Interuniversitario Nacional ..... 81  
Nuevos escenarios, nuevos desafíos ..... 85  
El gran desafío de “las competencias” ..... 86  
El proceso de diseño de nuevos estándares ..... 87  
La síntesis del proceso de desarrollo de nuevos estándares ..... 91  
Conclusiones ..... 99  
Referencias ..... 100

**Lineamientos curriculares de programas de ingeniería con proyección social en la Universidad del Valle – Colombia ..... 103**

Introducción ..... 104  
Lineamientos generales de diseño curricular en los programas de ingeniería de la Universidad del Valle ..... 106  
Desafíos en la implementación de las propuestas curriculares ... 108

Sistemas de acreditación internacional: expectativas .....	110
Sistemas de seguimiento a la evaluación .....	111
Enfoque Social de la Ingeniería .....	113
Conclusiones .....	114
Bibliografía .....	115

## **Proceso e impacto de la acreditación internacional en un programa de Ingeniería ..... 117**

Introducción .....	117
1. ¿Por qué empezar un proceso de acreditación?.....	118
2. ¿Con qué agencias acreditarse?.....	118
3. ¿Cómo se realizó el proceso? .....	119
4. ¿Cuál fue el equipo de trabajo? .....	126
5. ¿Cuánto esfuerzo y tiempo toma? .....	127
6. ¿Cuántos recursos demanda? .....	128
Conclusiones .....	128
Referencias .....	129

## **Diretrizes inovadoras para a educação em engenharia: um salto de qualidade na formação em engenharia no Brasil..... 131**

Introdução .....	133
Encaminhamento das discussões das DCNs .....	134
Principais aspectos da proposta de novas DCN .....	137
Considerações finais .....	141
Bibliografia .....	143

## **Desafíos de la acreditación de programas de ingeniería en Ecuador ..... 147**

Introducción .....	148
La evaluación en las instituciones de educación superior .....	149
La evaluación de las instituciones, carreras y programas de educación superior en Ecuador .....	151
Proceso frente a la acreditación de programas .....	155

Desafíos de la evaluación y acreditación de las carreras de ingeniería .....	158
A manera de conclusión .....	161
Referencias .....	163

**Los desafíos del aseguramiento de la calidad en la formación  
de ingenieros: el caso de la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad de Santiago de Chile ..... 165**

Introducción .....	166
Antecedentes .....	167
Descripción del proceso de gestión de información.....	168
Resultados .....	170
Conclusiones .....	171
Bibliografía .....	172

**GRANA: Modelo de evaluación para la acreditación  
internacional de la educación superior para América con  
intervención de expertos multinacionales y su impacto  
en la formación humana ..... 173**

El modelo .....	176
Impacto .....	177
Trabajo futuro .....	178
Bibliografía .....	179

**La contribución de Laccei en la acreditación internacional en  
ingeniería en América Latina y el Caribe ..... 181**

Introducción .....	181
¿ Por qué es necesaria la acreditación en América Latina y el Caribe?.....	182
¿Y ahora qué? .....	183
¿Qué hacemos?.....	184
Conclusión .....	187
Referencias .....	188

**Propuestas para el mejoramiento de la educación en ingeniería  
en América Latina..... 189**

Introducción ..... 190

Factores para el mejoramiento de la educación y formación en  
ingeniería ..... 191

Referencias ..... 198



---

## Presentación

Con el título “Aseguramiento de la calidad y mejora de la educación en ingeniería: experiencias en América Latina”, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI) y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) presentan a las facultades, escuelas y programas de ingeniería del mundo su primera publicación conjunta, coincidente con la misión y los objetivos de cada una de las entidades.

El libro es uno de los resultados del acuerdo de cooperación entre el CONFEDI y la ACOFI, en la permanente tarea de construcción de la calidad de la educación en ingeniería en América Latina. Recoge aportes de Argentina y Colombia, y experiencias de Brasil, Chile y Ecuador, y contiene tres documentos de orden regional sobre aseguramiento de la calidad en programas de ingeniería, elaborados por la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI), el Consorcio Iberoamericano para la Educación en Ciencia y Tecnología (ISTEC, por sus siglas en inglés) y el Consorcio de Instituciones de Ingeniería de América Latina y el Caribe (LACCEI, por sus siglas en inglés).

Con esta obra, las dos entidades contribuyen al fortalecimiento de la ingeniería en la región y buscan promover entre los países un mayor acercamiento en procura del desarrollo tecnológico, con un impacto social. El trabajo conjunto interinstitucional es la base de la integración, del reconocimiento mutuo y de la búsqueda del fortalecimiento regional como parte de la vocación en CONFEDI y ACOFI.

Los presidentes del CONFEDI y la ACOFI le agradecen a cada uno de los autores por su trabajo e interés en la producción de este documento, que se espera sea de alto impacto académico y que a partir de este aporte sigan

surgiendo iniciativas similares entre los países de la región, para mostrar al mundo parte del quehacer que se lleva a cabo en esta parte del globo.

**Roberto Giordano Lerena**  
Presidente CONFEDI

**Carlos Arturo Lozano Moncada**  
Presidente ACOFI

---

## Introducción

Esta obra recoge doce trabajos de profesores de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador y México, con el objetivo de presentar a la comunidad académica del mundo una parte del trabajo que se desarrolla en las facultades de ingeniería de Latinoamérica.

Julio César Cañón, de la Universidad Nacional de Colombia, hace una descripción del modelo de aseguramiento de la calidad de la educación superior de su país en una interesante articulación con el contexto socio-económico, político y ambiental. Uriel Cukierman, de la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina, expresa de manera muy precisa la transformación de la educación en ingeniería, al pasar de un modelo centrado en el profesor a otro centrado en el estudiante, para lograr que, por medio de mejores aprendizajes, se siga garantizando la calidad en los programas de ingeniería.

Daniel Morano, de la Universidad Nacional de San Luis, de Argentina, expone todo el proceso histórico de la formación de ingenieros en su país, hasta llegar al contexto actual y propositivo en el marco de la calidad en los programas de ingeniería. Roberto Giordano, de la Universidad FASTA, describe los estándares de calidad para las carreras de ingeniería de Argentina, con una referencia muy clara a la mejora de la educación en ingeniería.

Carlos Lozano, de la Universidad del Valle, a partir de la experiencia en un proceso de reforma curricular de la Facultad de Ingeniería de su institución, incorpora en su escrito los aspectos sociales y explica como éstos forman parte del aseguramiento de la calidad de un programa de ingeniería. De la Universidad ICESI en Colombia, Angélica Burbano, Gonzalo Ulloa, Norha Villegas, Álvaro Pachón, Lina Quintero y Juliana Jaramillo presentan en su documento un análisis del proceso de acreditación internacional que desarrollaron en la

Universidad y el impacto que ha tenido en todos los ámbitos de un programa de ingeniería.

Vanderlei Fava de Oliveira, de la *Universidade de Juiz de Fora* en Brasil, expone la propuesta desarrollada por Asociación Brasileña de Educación en Ingeniería (ABENGE), alrededor de directrices que permitan aumentar la calidad de los programas. Teresa Sánchez, José Garrido y Luis Garzón, de la Universidad Técnica del Norte de Ecuador, plantean los desafíos de la acreditación de programas de ingeniería en su país, en un momento esencial en el que se pretende impulsar la innovación y el compromiso social, mediante los procesos de aseguramiento de la calidad de la educación

Juan Espinoza, Rosa Muñoz y Karen Hinrichsen, de la Universidad de Santiago de Chile, desarrollan su trabajo tomando como ejemplo a su institución y su labor para atender los desafíos que implica el proceso de aseguramiento de la calidad en el marco legal y académico de Chile.

Este libro cierra con tres artículos de entidades del orden regional: ISTECS, LACCEI y ASIBEI. Donato Vallín, del ISTECS, propone en su artículo un modelo de evaluación para la acreditación internacional de programas de educación superior y destaca el impacto y algunos resultados. Adriana Páez, de LACCEI, plantea la necesidad de la acreditación para los programas de ingeniería de América Latina y el Caribe y los aportes que su entidad ha realizado en este sentido.

Jaime Salazar, de ASIBEI, manifiesta cómo desde su entidad se ha desarrollado el tema del mejoramiento de la educación en ingeniería. Entre las estrategias centrales se encuentra una serie de propuestas para la construcción permanente de la calidad en los programas de ingeniería, teniendo en cuenta los factores que tienen mayor incidencia en una mirada regional.

Para el editor, el esfuerzo de cada uno de los autores y de CONFEDI y ACOFI como entidades responsables de hacer realidad este primer trabajo conjunto, refleja que en Latinoamérica se ha venido desarrollando un valioso trabajo para lograr que los programas de ingeniería garanticen la excelencia a partir de su propio contexto, de manera que cada día se contribuya a que la región crezca en pro del avance social.

---

# El área de impacto de la acreditación de programas de ingeniería

Julio César Cañón Rodríguez - jccanonr@unal.edu.co<sup>1</sup>

## *Resumen*

El reconocimiento oficial de la calidad con la que se ofrecen los programas de educación en ingeniería representa un importante activo que debe alimentar el diálogo entre las instituciones educativas y los protagonistas del desarrollo: el poder, el conocimiento, la producción y la ciudadanía.

Cuando los sistemas de acreditación alcanzan madurez y experiencia; las políticas, planes, estrategias e instrumentos empleados para formalizar la acreditación de los programas de ingeniería deben considerar, además de las exigencias impuestas por los procesos mismos, las condiciones de desarrollo científico y tecnológico, y las especificidades socioeconómicas, políticas, ambientales y culturales del entorno.

## *Abstract*

The official recognition of the quality with which offered engineering education programs represents an important asset that should feed the dialogue between educational institutions and the actors of the development: power, knowledge, production and citizenship.

When accreditation schemes reach maturity and experience; policies, plans, strategies and instruments used to formalize the accreditation of engineering programs, should be considered, in addition to the requirements imposed by the processes itself, the conditions of scientific and technological development, as well as the socioeconomic, political, environmental and cultural specificities of the environment.

---

<sup>1</sup> Profesor asociado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

## **Algunos rasgos normativos de la acreditación en Colombia**

Las etapas tempranas de las discusiones sobre la evaluación y las determinaciones de niveles de calidad de las instituciones educativas incluyen la oposición a emplear estrategias, instrumentos e indicadores tomados, sin mediación crítica, de sectores como el financiero o el industrial. Las mediciones de eficiencia y los indicadores de cobertura o incremento del número de graduados se objetan como no representativos, mientras que la coherencia de las acciones con los planes y declaraciones misionales, el impacto de los resultados de los procesos académicos sobre el nivel de vida de la sociedad y la posición favorable a la autoevaluación y el mejoramiento permanente se aceptan como indicios de la calidad de una institución de educación superior.

El concepto de calidad se aborda en el ámbito educativo desde perspectivas que incluyen: calidad basada en la proximidad del desempeño en relación con un modelo idealizado, calidad como expresión del apego de las acciones institucionales a sus declaraciones misionales, y calidad como percepción del aprecio social del valor agregado a los actores del proceso educativo [10]. Esta última concepción aprecia la calidad de instituciones y programas en función del impacto de su acción educativa, el cual se extiende al entorno como receptor de los resultados de los procesos académicos.

La calidad en el ámbito de la educación superior es un concepto multidimensional que involucra las funciones misionales, los procesos y actividades académicas, la administración y la capacidad de autorregulación, así como el bienestar y la infraestructura que sirven de soporte para los procesos formativos. La paulatina asimilación de las responsabilidades de rendición de cuentas por parte de los encargados de la gestión de instituciones y programas de educación superior facilita la adopción de la evaluación y el mejoramiento como ejes del desarrollo institucional. En el caso colombiano, dos circunstancias aceleran la implementación de la acreditación para programas de ingeniería: la explosión de titulaciones y ofertas curriculares y las expectativas de internacionalización y movilidad desatadas por los acuerdos europeos de convergencia universitaria enmarcados en el llamado Proceso de Bolonia.

La reforma constitucional de 1991 introdujo en Colombia los referentes políticos para orientar los procesos de regulación y control en el sector educativo. El desarrollo de los preceptos constitucionales, para el caso de la educación superior, se encuentra en la Ley 30 de 1992, instrumento normativo

que legitima a los organismos encargados de trazar los lineamientos para los procesos de acreditación de instituciones y programas de educación superior. Concebido como un referente para el aseguramiento de la calidad de las instituciones de educación superior, el Consejo Nacional de Acreditación (CNA), recién conformado, tuvo que actuar de urgencia, en medio de una crisis generada a finales del siglo pasado por la proliferación incontrolada de programas universitarios. En consecuencia, sus tareas iniciales se encaminaron a revisar las condiciones básicas de oferta de programas de pregrado, con el objeto de otorgar el permiso oficial de funcionamiento, en un proceso obligatorio conocido como registro calificado, que posteriormente se encomienda a un organismo especializado[9].

Una vez superada esta situación, el CNA se concentra en orientar los procesos de acreditación de programas, con base en lineamientos resultantes de un ejercicio en el que participaron en algún momento las comunidades académicas. En este proceso de creación y consolidación participó activamente la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), organismo privado que incluso preparó una propuesta dirigida a la creación de un sistema propio para acompañar los procesos de autoevaluación y acreditación de los programas de ingeniería [2]. La iniciativa, denominada SAAPI por sus iniciales, no prosperó debido a la decisión gubernamental de establecer como única acreditación oficialmente aceptada la otorgada por el Ministerio de Educación Nacional a través del proceso orientado por el CNA.

Después de más de dos décadas, el examen del compromiso con la calidad por parte de las instituciones de educación superior que ofrecen programas de ingeniería en Colombia, revela un conjunto variopinto de resultados: desde aquellos caracterizados por deficiencias de información y ausencia de resultados evaluables, hasta las que muestran un compromiso institucional serio y sostenido, basado en procesos permanentes de evaluación y mejoramiento que, incluso, han permitido a algunas de ellas acceder exitosamente al reconocimiento internacional [1]. Las universidades colombianas que han optado por acreditaciones y certificaciones extranjeras para sus programas de ingeniería agregan valor a sus propósitos de presencia internacional y establecen referentes de exigencia y compromiso para el conjunto de instituciones acreditadas por el CNA.

En la topografía de la calidad ofrecida por los programas de educación en ingeniería conviven los esfuerzos de cualificación y mejoramiento, con ofertas curriculares que, a pesar del tiempo de existencia del sistema, todavía no se

consideran preparadas para someterse al proceso de acreditación y permanecen en funcionamiento, apenas con la obligada satisfacción de los requerimientos mínimos contemplados en el registro calificado. Las estadísticas disponibles muestran que, para una población cercana al millar de programas de ingeniería ofrecidos en Colombia, apenas una cifra cercana al 40 % está acreditada actualmente [7].

La calidad de los procesos y productos de la ingeniería, y dentro de ellos, en lugar destacado, la propia formación de ingenieros, resultan esenciales como soporte del conjunto de variables políticas, culturales, científicas, tecnológicas, socioeconómicas y ambientales que conforman el mapa de intereses de la sociedad. En este marco hay una consideración de especial envergadura que tiene que ver con la obligación que tienen los sistemas y organismos responsables de los procesos de acreditación de permanecer fieles a sus principios misionales, alejados de criterios distintos del mérito y las evidencias de mejoramiento e invictos frente a los halagos de la corrupción. Cualquier pretensión de influir en la sociedad como paradigma de rigor y seriedad se desvanece si los organismos y las personas a quienes se confía la responsabilidad de certificar el reconocimiento social de la calidad de los programas de educación superior descuidan o abandonan sus principios.

## **El lugar de la calidad en el contexto social**

En la apreciación de la calidad y la pertinencia de los programas de ingeniería y en la valoración de las estrategias e instrumentos creados para su evaluación y seguimiento, es importante tener en cuenta el lugar que ocupa la calidad dentro de la agenda de la sociedad. Si las exigencias de calidad no forman parte de los supuestos sociales básicos, es muy difícil crear y sostener un ambiente propicio para definir y exigir calidad en las instituciones y programas responsables de la educación de los ingenieros.

La relatividad del concepto da origen a un amplio surtido de aproximaciones que se esgrimen eventualmente como representativas de la calidad: el prestigio, la antigüedad, los recursos físicos, los resultados en pruebas o exámenes, el éxito de los egresados, la posición en alguno de los escalafones que han aparecido en los últimos años, son algunos de los sucedáneos de los resultados de la acreditación.

La dificultad para aclimatar socialmente la calidad tiene razones variadas y poderosas: por una parte, los esfuerzos para el mejoramiento sostenible exigen

decisiones costosas e inversiones de largo plazo y, además, se requiere conjugar capacidad técnica, liderazgo y respaldo social. Es un hecho que la calidad cuesta [8] y los costos de la calidad involucran a toda la sociedad, considerando que participar en los procesos de acreditación exige condiciones de funcionamiento y dotación de alto nivel, a lo cual deben agregarse el costo social y el riesgo que representan los programas que no han permitido conocer los niveles de calidad de sus ofertas y, sin embargo, continúan entregando al mercado grupos significativos de egresados.

La educación de ingenieros es un factor clave para el desarrollo de la sociedad, pero la inequidad y la exclusión dificultan atender las especificaciones y requerimientos de calidad y, en esas condiciones, pueden ampliarse las brechas en las condiciones de vida de la sociedad. Es necesario realizar un esfuerzo sostenido para acercar las promesas misionales de las instituciones educativas a los logros que favorecen efectivamente el desarrollo social. La contribución calificada de la educación de los ingenieros al mejoramiento de las condiciones de vida de la sociedad está relacionada principalmente con el compromiso de actualización y mejoramiento permanente y con la preservación del rigor académico y la defensa de los valores y la ética.

Los programas de ingeniería deben preparar a sus egresados para encarar problemas de naturaleza compleja, distintos de los que sus propios formadores han conocido. Las necesidades sociales de infraestructura, energía limpia, provisión de bienes y servicios, y la existencia de procesos y sistemas de complejidad y autonomía crecientes, exigen replanteamientos de fondo en la formación que reciben los ingenieros. Los procesos de acreditación deben dar cuenta de la preparación que brindan los programas para trabajar en ambientes complejos, en condiciones políticas, sociales, culturales, económicas y ambientales verdaderamente inéditas.

## **Los lineamientos para la acreditación de programas de ingeniería en Colombia**

La acreditación en Colombia es un ejercicio voluntario, de tal manera que solamente los programas que deseen someterse al proceso deben seguir los lineamientos y protocolos establecidos por el CNA [6]. En estricto sentido, no existen estándares de calidad específicos para los programas de ingeniería, por lo que a ellos se aplican los lineamientos, factores y características existentes para todos los programas de pregrado en el país.

La estructura del proceso de acreditación descansa sobre un conjunto de factores integrados a un sistema que fundamenta los juicios de valoración. Los factores facilitan evidenciar la coherencia entre la fundamentación del programa y las declaraciones misionales de la institución, reflejan su compromiso por medio de un cuerpo docente altamente calificado, un proceso transparente de selección y acompañamiento de estudiantes, calidad en los procesos académicos de enseñanza, investigación y creación artística, esfuerzos para lograr visibilidad nacional e internacional, presencia e impacto de los egresados, políticas de bienestar, modelo de gestión, fuentes adecuadas de financiación, procesos de autorregulación y autoevaluación soportados en sistemas de información confiables e integrales, y planes de mejoramiento para superar las necesidades detectadas en los procesos de autoevaluación.

El juicio sobre estos factores se apoya en la evaluación de 40 características de calidad que expresan referentes universales y particulares, aplicables a todo tipo de institución o programa académico, sin perjuicio de una lectura diferenciada para efectos de conducir más apropiadamente los procesos de autoevaluación y reflejar la especificidad de los programas, como es el caso de las ofertas curriculares de ingeniería. Algunas reflexiones sobre la acreditación de programas de ingeniería, tanto desde perspectivas logísticas y operativas como desde el punto de vista del impacto social y académico que los procesos tienen en el entorno, pueden consultarse en las referencias [4] y [5].

La acreditación de los programas de ingeniería puede situarse en tres escenarios en el marco de la evolución del proceso en Colombia. En las etapas iniciales del proceso orientado por el CNA, la acreditación se impone como criterio diferenciador que favorece los propósitos de las instituciones para resaltar su imagen ante la sociedad y destacar sus fortalezas en relación con el resto de las instituciones no acreditadas. En cierta forma, la acreditación en esta primera etapa tiene rasgos de posicionamiento de las instituciones y los programas en el mercado local de educación superior.

Con el avance del proceso, el número de instituciones y programas acreditados aumenta, incluyendo nuevos actores, con lo cual el énfasis diferenciador del reconocimiento puede localizarse en la duración temporal asignada por el gobierno y en las evidencias de mejoramiento de la infraestructura física y tecnológica y en los esfuerzos de cualificación de la planta docente. Es una etapa de consolidación durante la cual la figura dominante es la renovación de la acreditación, usualmente con periodos de reconocimiento mayores que los inicialmente otorgados.

En la actualidad, el número de programas e instituciones acreditados es mayor –a pesar de que aún conviven con una importante cantidad de ofertas cuya calidad no ha podido apreciarse– lo cual impone nuevas estrategias de diferenciación que incluyen la búsqueda de acreditaciones y certificaciones internacionales y la aparición en escalafones de variada estirpe, como el THES [11].

## **Acreditación e impactos deseables**

El reconocimiento oficial de la calidad con la que se ofrecen los programas de educación en ingeniería representa un importante activo para las instituciones y los programas, un activo que debe ser empleado para reclamar presencia en las instancias de diálogo con los actores del desarrollo social: el poder, el conocimiento, la producción y la ciudadanía.

El crecimiento y la cualificación de las ofertas de programas de ingeniería, además de servir al reconocimiento de las fortalezas académicas y el compromiso con las declaraciones misionales, deben propiciar impactos sensibles en distintas dimensiones del entorno. El uso simplificado de la acreditación como ornamento heráldico para las instituciones educativas desconoce la inversión de recursos y esfuerzos sociales y puede engendrar nuevas expresiones de distanciamiento entre procesos de formación, robustos y reconocidos, y necesidades sociales que no encuentran satisfacción efectiva. El mejoramiento de los indicadores de producción académica y las inversiones en infraestructura y plantas docentes, además de respaldar procesos de educación de calidad, deben reflejarse en el mejoramiento de algunos indicadores de desarrollo social, particularmente en aquellas áreas que constituyen el objeto de estudio de las distintas especialidades de la ingeniería.

Los procesos de acreditación de programas de ingeniería, particularmente en sistemas que han alcanzado madurez y experiencia, demandan políticas, planes, estrategias e instrumentos en cuyo diseño y operación se consideren, además de las exigencias impuestas por los procesos mismos, las condiciones de desarrollo científico y tecnológico, así como las especificidades sociales, económicas, políticas, ambientales, éticas y culturales del entorno.

El resultado del proceso de acreditación de programas de ingeniería adquiere connotaciones de relevancia social si conduce a nuevas relaciones entre las instituciones educativas y los organismos representativos de los cuatro actores principales del desarrollo: poder, conocimiento, producción y ciudadanía. El papel central de la ciencia, la tecnología y la innovación en la sociedad

contemporánea pone de relieve la importancia que la ingeniería –puente natural entre la ciencia y la producción– adquiere para alcanzar y sostener condiciones de vida satisfactorias. La educación de nuevas promociones de ingenieros es uno de los compromisos medulares de las instituciones de educación superior, y hacerlo en condiciones de calidad que puedan ser reconocidas representa para la sociedad una fuente de inspiración y valor con repercusiones en todas las dimensiones de su actividad.

Uno de los más importantes efectos de la acreditación de programas de ingeniería es el ejemplo que se da a la sociedad sobre las bondades del trabajo perseverante, producto de compromisos de mejoramiento, dirigido con visión estratégica. Este es un excelente contraste para prácticas culturales que privilegian las soluciones coyunturales, en menoscabo de logros que requieran esfuerzos de largo plazo. La asimilación de este ejemplo requiere que el significado de la acreditación sea difundido y promovido como indicador de calidad y generador de confianza social en los resultados del proceso de educación de los ingenieros, y demanda la existencia de un organismo –la academia– que pueda representar los intereses de la ingeniería, alejado de los sesgos inevitables de la especialización y las presiones gremiales.

La acreditación de los programas de ingeniería debe poner en evidencia la capacidad de los nuevos profesionales para permanecer leales al compromiso de actualización permanente, y de esa manera asegurar su idoneidad para acompañar a la sociedad en la valoración crítica de los avances del conocimiento y en la revisión de la pertinencia de los desarrollos de la ciencia y la tecnología. Incidentes que involucran iniciativas tecnológicas que afectan la vida y la seguridad de las personas refuerzan la necesidad de incrementar las precauciones y reclaman de la ingeniería y, desde luego, de sus programas de formación, nuevas responsabilidades y orientaciones. La capacidad de aceptar la naturaleza permanente de los cambios es parte de las exigencias de formación que la sociedad espera que estén cubiertas por la acreditación de los programas de ingeniería, para afrontar el aumento del conocimiento disponible y la obsolescencia y transformación del ejercicio profesional.

El desarrollo de la sociedad es la más significativa responsabilidad de los ingenieros y, por esa razón, los programas de educación en ingeniería deben asegurar dentro de sus compromisos misionales la revisión permanente de la vigencia y pertinencia de las relaciones entre la dinámica académica interna y las expectativas del entorno. Los procesos de acreditación pueden contribuir a la reducción de las diferencias de intereses entre los programas y las demandas

sociales, para generar una posibilidad de cooperación que beneficie tanto a los programas al acercar a ellos los problemas reales de la sociedad, como a esta última al ampliar sus opciones de solución por medio del trabajo de los académicos.

La competitividad y la productividad, fuentes de bienestar y crecimiento económico de las naciones, están fuertemente asociadas a la calidad de la ingeniería que se practica en una sociedad y, por esta razón, la acreditación de los programas de ingeniería debe reconocer las evidencias de vínculos efectivos entre los desarrollos académicos y las necesidades del sector productivo. De esa manera, las relaciones de los programas con la industria y el Estado pueden ser vehículos para la innovación aplicada y la creación de empresas de base tecnológica, estrategias que pueden repercutir positivamente en la generación de empleos calificados y en la ampliación de la base social del conocimiento y el avance académico. En el trabajo colaborativo con la producción, la acreditación de los programas de ingeniería debe ser parte de un formidable mecanismo de crecimiento económico, consolidación académica y amplio beneficio social, porque en buena medida la acreditación es el reconocimiento de que los programas entregan las nuevas generaciones de ingenieros dotadas de competencias y habilidades que incluyen su comprensión del papel de la ingeniería en el desarrollo económico de su entorno.

Uno de los compromisos más apremiantes de la acreditación de los programas de ingeniería tiene que ver con el rescate de los valores y la defensa insobornable del comportamiento ético. Los proyectos de ingeniería están expuestos al escrutinio público y, eventualmente, develan actuaciones que riñen con el decoro profesional y menoscaban la credibilidad y el respeto de la sociedad. En un agitado escenario poblado de problemas éticos, colapsos de proyectos, desbordamientos de la tecnología y afloramiento de nuevas generaciones de amenazas y delitos, la ingeniería es un referente confuso para los ciudadanos [3].

La acreditación de los programas de ingeniería puede contrarrestar este efecto negativo, que castiga la credibilidad y reduce las vocaciones, mediante el compromiso explícito de formar a los estudiantes para asumir su máxima responsabilidad: contribuir al desarrollo, y no solamente el crecimiento material de la sociedad. Esto puede conseguirse apropiando la calidad como norte de los programas, en una matriz de competencia técnica y arraigados estándares éticos. El esfuerzo permanente de mejoramiento por parte de los responsables de la educación de los ingenieros, validado por la acreditación de los programas, propiciará una relación positiva entre la calidad de la ingeniería y

las condiciones de vida de la sociedad. La derrota del escepticismo y la desconfianza comienza en las aulas, lugares donde se encuentra el código genético de la profesión; pero para que la calidad se convierta en una impronta de los programas, es forzoso declarar y sostener tolerancia cero para el fraude académico y cualquier forma embrionaria o potencial de corrupción.

La influencia de los procesos de acreditación en la vida de la sociedad marcará significativamente el futuro de los procesos, determinará los alcances de los planes de mejoramiento y desarrollo y guiará la construcción social de una cultura de calidad basada en la actitud favorable hacia la evaluación y la rendición de cuentas.

## Referencias

- [1] ABET. Programas acreditados en Colombia (2017). Recuperado de <http://main.abet.org/aps/Accreditedprogramsearch.aspx>.
- [2] Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. (1996). Sistema de Acreditación y Asesoría para Programas de Ingeniería (SAAPI). Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.
- [3] Broncano, F. (2006). Entre ingenieros y ciudadanos: filosofía de la técnica para días de democracia. Madrid, España: Montesinos.
- [4] Cañón, J. C. (2003). Estándares de calidad: sus efectos en las aulas. Un ejercicio de microzonificación normativa. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- [5] Cañón, J.C. (2013). La acreditación de programas de ingeniería: una lectura entre líneas. Bogotá, Colombia: Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de Ingeniería.
- [6] Consejo Nacional de Acreditación CNA Colombia (2013). Nuevos lineamientos acreditación de programas de pregrado. Recuperado de [https://www.cna.gov.co/1741/articles-186359\\_pregrado\\_2013.pdf](https://www.cna.gov.co/1741/articles-186359_pregrado_2013.pdf).
- [7] Consejo Nacional de Acreditación CNA Colombia (2017). Programas de educación superior acreditados de alta calidad. Recuperado de <https://saces.mineduacion.gov.co/cna/Buscador/BuscadorProgramas.php?>.
- [8] Fondo de Desarrollo de la Educación Superior (FODESEP). Colombia. La educación superior de calidad cuesta. Recuperado de [http://www.fodesep.gov.co/images/Publicaciones/estudio\\_completo.pdf](http://www.fodesep.gov.co/images/Publicaciones/estudio_completo.pdf).
- [9] Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2018). Registro calificado para programas de educación superior. Recuperado de <http://web.mineduacion.gov.co/superior/index.htm>.
- [10] Salazar, J. & Cañón, J. (2011). La calidad de la educación en ingeniería: un factor clave para el desarrollo. *Revista Ingeniería e Investigación*, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia. Número Especial “150 años de la Facultad de Ingeniería”, Bogotá.

[11]The World University Rankings. (2018). The Times Higher Education World University THES. Recuperado de [https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2018/world-ranking#!/page/0/length/25/sort\\_by/rank/sort\\_order/asc/cols/stats](https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2018/world-ranking#!/page/0/length/25/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/stats).

---

# Aprendizaje centrado en el estudiante: un enfoque imprescindible para la educación en ingeniería

Uriel Rubén Cukierman – [uriel@cukierman.name](mailto:uriel@cukierman.name)<sup>2</sup>

## *Resumen*

En casi toda la historia de la educación, particularmente de la educación en ingeniería, el modelo dominante fue aquel en el que el docente era el centro del proceso educativo, y aún hoy en día lo sigue siendo en numerosos lugares y para muchos profesores. Este enfoque no se adecúa a la época actual, ni por los estudiantes que hoy cursan sus estudios, ni por las características de la sociedad. Este artículo pretende servir de introducción y guía para aquellos docentes de ingeniería interesados en actualizar sus prácticas docentes para lograr mejores y mayores aprendizajes en sus alumnos.

## *Palabras claves:*

*Aprendizaje centrado en el estudiante, aprendizaje activo, educación en ingeniería.*

## *Abstract*

In almost all the history of education, and particularly in engineering education, the dominant model was one in which the teacher was the center of the educational process and, even today, it is still prevalent in many places and for many professors. This approach is not adequate for the current epoch, neither for the students who are studying today, nor for the characteristics of society. This article intends to serve as an introduction and guide for those engineering teachers interested in updating their teaching practices in order to achieve better and greater learnings in their students.

---

<sup>2</sup> Director del Centro de Investigación e Innovación Educativa, Facultad Regional Buenos Aires – Universidad Tecnológica Nacional – Argentina.

*Keywords:*

*Student-Centered Learning. Active Learning. Engineering Education.*

*No puedes enseñar algo a  
alguien, sólo puedes ayudarle a  
que lo encuentre en su interior.  
Galileo Galilei*

## **Introducción**

En la actualidad, y según estimaciones realizadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones<sup>3</sup>, aproximadamente la mitad de la población mundial tiene acceso a internet [1], y Google es el servicio de búsqueda más utilizado (alrededor del 90 % según diferentes fuentes) [2] [3]. Por lo tanto, es de suponer que casi toda la información disponible en internet se puede ubicar utilizando dicha herramienta.

Ahora bien, una búsqueda como “student centered learning” o “engineering education”, devuelve 25.100 resultados. Investigando un poco más sobre dichas referencias, se puede encontrar que sólo 95 de ellas pertenecen a fechas anteriores al 2010, o sea, el 99,6 % se publicaron en los últimos siete años.

Alguien podría argumentar, con cierta razón, que Google no es una base datos científica. Una base de datos de particular relevancia, especialmente en el campo de la educación, es ERIC, la base de registros bibliográficos del Instituto de Ciencias de la Educación de los Estados Unidos de América (EUA) [4]. Una consulta igual a la efectuada en Google devuelve 62 resultados de los cuales 56 (el 90 %) corresponde al periodo comprendido desde 2012 hasta la actualidad.

En función de estos números se puede concluir que el tema del Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE) en el ámbito de la educación en ingeniería ha tomado relevancia sólo en los últimos años y, en consecuencia, se podría preguntar si en años anteriores había poco interés en lo que los estudiantes aprendían.

En efecto, en casi toda la historia de la educación, y particularmente de la educación en ingeniería, el modelo dominante fue aquel en el que el docente

---

<sup>3</sup> *La ITU, por sus siglas en inglés, es la agencia de las Naciones Unidas especializada en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).*

era el centro del proceso educativo, y aún hoy en día lo sigue siendo en muchos lugares y para numerosos docentes. De hecho, a la pregunta efectuada por este autor en innumerables talleres y cursos para docentes sobre si era más importante lo que se enseña o lo que aprenden los alumnos, no fueron pocos los que aseguraron lo primero. En realidad, si los alumnos no aprenden, todo lo que hacen los docentes no sirve para nada. Es más, en la actualidad se puede asegurar que el aprendizaje es algo que ocurre en todo momento y lugar y que la habilidad esencial para un profesional es la de “aprender a aprender”, de manera continua y por toda la vida.

Es importante aclarar en este punto, para no caer en omisiones significativas, que el concepto de ACE no es nuevo. En efecto, ya Hayward en 1905 y Dewey en 1956 [5] planteaban esta idea. También son importantes los aportes de Carl Rogers [6], así como los trabajos previos de Piaget y Vygotsky sobre la psicología del desarrollo.

### **¿Qué es el aprendizaje centrado en el estudiante?**

En el enfoque tradicional de la educación, centrado en el profesor, se habla de la “transmisión” del conocimiento. En cambio, en el ACE, el foco está puesto en lo que el estudiante hace para aprender y el profesor es el guía o “facilitador” ya que, desde su conocimiento y experiencia, tanto de su papel docente como de la disciplina de que se trate, configura las estrategias y acciones necesarias para que sea el alumno el que construya el conocimiento. Existen quienes, desde el desconocimiento o el prejuicio, suponen que este enfoque implica una desvalorización del papel docente; muy por el contrario, este enfoque requiere del docente una acción tanto o más importante y decisiva para el proceso educativo, por cuanto no puede limitarse a “dictar” clase, sino que debe generar las actividades que les permitan a los estudiantes aprender y, además, asegurarse de que eso ocurre por medio de una efectiva evaluación, tema que se abordará más adelante.

Algunos de los elementos que caracterizan al ACE son [7]:

- Sujeción a un aprendizaje más activo que pasivo.
- Énfasis en el aprendizaje profundo y la comprensión.
- Incremento en la responsabilidad del estudiante.
- Refuerzo del sentido de autonomía del estudiante.
- Interdependencia del profesor y el estudiante.
- Respeto mutuo en el marco de la relación estudiante-profesor.

- Abordaje reflexivo al proceso de enseñanza y aprendizaje tanto del profesor como del estudiante.

Para comprender un poco mejor lo que implica este enfoque, resulta muy clarificador el siguiente listado de principios elaborados en el marco del Proyecto T4SCL (Time for a New Paradigm in Education: Student-Centred Learning) [8]:

1. El ACE requiere un proceso de reflexión continuo.
2. El ACE no tiene una única solución para todos los casos.
3. Los estudiantes tienen diversos estilos de aprendizaje.
4. Los estudiantes tienen diferentes necesidades e intereses.
5. La posibilidad de elección es central para un aprendizaje efectivo en el ACE.
6. Los estudiantes tienen diferentes experiencias y conocimientos previos.
7. Los estudiantes deben ejercer control sobre su aprendizaje.
8. El ACE es acerca de “habilitar” en lugar de “contar”.
9. El aprendizaje necesita la colaboración entre estudiantes y docentes.

Una definición sumamente apropiada del ACE y que resume todo lo hasta aquí descrito, es la que se ofrece en el Greenwood Dictionary of Education:

“La instrucción centrada en el estudiante [ICE] es un enfoque instruccional en el que los estudiantes influyen en el contenido, las actividades, los materiales y el ritmo de aprendizaje. Este modelo de aprendizaje pone al estudiante (alumno) en el centro del proceso de aprendizaje. El instructor les brinda a los estudiantes la oportunidad de aprender de forma independiente y unos de otros y los capacita en las habilidades que necesitan para hacerlo de manera efectiva. El enfoque ICE incluye técnicas como la sustitución de lecciones expositivas por experiencias de aprendizaje activo, la asignación de problemas abiertos y problemas que requieren pensamiento crítico o creativo que no se pueden resolver siguiendo ejemplos de texto, involucrando a los estudiantes en simulaciones y juegos de roles, y utilizando el aprendizaje autoguiado o cooperativo (basado en el equipo). La ICE correctamente implementada puede generar una mayor motivación para aprender, una mayor retención de conocimientos, una comprensión más profunda y actitudes más positivas hacia la materia que se enseña” [9].

Esta definición resume todo lo que una implementación ideal del ACE debería tener, pero es imprescindible en este punto aclarar que existen diversos

grados de implementación de la modalidad y que no se puede pretender su implantación de un momento para otro o sin la adecuada formación de los docentes, especialmente en las disciplinas ingenieriles en las cuales muchos de los profesores no son profesionales de la docencia y, en general, no poseen formación pedagógica. Sin embargo, cabe destacar que los ingenieros que ejercen su profesión poseen muchas de las habilidades que se describen en la definición anterior (aprender en forma autónoma, aprender de y junto con los colegas, aprender por medio de la práctica y la experimentación, resolver problemas abiertos o que requieren soluciones creativas, etc.) por lo que, quizás, deberían estar mejor predispuestos para favorecer y promover un ACE. Pero, como se ha dicho, difícilmente esto ocurrirá por “generación espontánea”, por lo que es indispensable que las autoridades de las escuelas o facultades de ingeniería planifiquen y desarrollen actividades de formación y apoyo para sus docentes con el objetivo de que, en un plazo razonable, se pueda ir transformando la educación de un modelo centrado en el profesor a otro centrado en el estudiante.

Como se ha dicho en la introducción, el ACE es una tendencia en crecimiento en todo el mundo. En un estudio de muy reciente publicación, elaborado por Ruth Graham para el MIT [10] a partir de una serie de entrevistas con cerca de 200 académicos en ingeniería de los más diversos lugares del mundo, se destaca:

“...el surgimiento de una nueva generación de líderes en educación en ingeniería que ofrece currículos integrados centrados en el estudiante a escala. [...] Los entrevistados también sugirieron que, a largo plazo, algunos de los principales programas de ingeniería del mundo ofrecerán cada vez más el aprendizaje centrado en el estudiante a grandes grupos de estudiantes a través de una combinación de aprendizaje en línea personalizado fuera del campus (no presencial) y aprendizaje experiencial “hands-on” en el campus (presencial)”.

En cuanto a la efectividad de este enfoque, existen muchas y variadas investigaciones [7] [11] [12] que demuestran que el ACE les permite a los estudiantes alcanzar un aprendizaje más auténtico y de mayor significación y persistencia, a la vez que permite desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior (pensamiento crítico, creatividad, análisis, conceptualización, evaluación y autoevaluación, etc.), lo que es particularmente cierto en la educación superior.

Cabe mencionar aquí la propia experiencia del autor, que viene desarrollando esta modalidad desde hace varios años en el curso de comunicación y redes, perteneciente a la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, en la Facultad Regional Buenos Aires de la UTN. La evaluación de la modalidad por parte de los propios estudiantes, en las encuestas anuales obligatorias y anónimas, refleja un alto grado de satisfacción. Según dichas encuestas, en los últimos cuatro años los estudiantes otorgaron una calificación superior al 90 % en los ítems relacionados con la metodología utilizada durante el curso. Por otra parte, en las encuestas anónimas realizadas por el docente al final del curso se incluye la siguiente pregunta: “Si te dieran la oportunidad de elegir cursar esta materia con la metodología tradicional o con la que utilizamos durante este año, ¿cuál elegirías?” y el resultado ha sido siempre a favor de esta metodología, con porcentajes mayores del 80 %, y ha llegado en algunos años al 100 %.

## **¿Cómo implementar en la práctica un ACE?**

Una vez que hemos comprendido la importancia y la efectividad del ACE, surge la pregunta, tan necesaria como inevitable, acerca de cómo llevar a la práctica este enfoque en las aulas universitarias y, más específicamente, en las de ingeniería. La respuesta a esta pregunta puede ser rastreada a partir del análisis de los elementos y principios que caracterizan al ACE y que se han listado en el apartado anterior. En tal sentido, hay dos claves de singular importancia, el aprendizaje activo (AA) y el diseño inverso (DI), o “backward design”, como se lo menciona en la bibliografía internacional. Se analizarán en detalle, y a continuación, estos dos conceptos.

### **1. Aprendizaje activo**

Aparentemente, el concepto fue acuñado por el académico Inglés Reginald W. Evans, quien lo describió como la reflexión sobre la experiencia, y postuló que el aprendizaje se alcanza enfocándose en los problemas en un contexto social [13]. Más cerca en el tiempo fue definido como “actividades instruccionales que involucran a los estudiantes en hacer cosas y pensar acerca de lo que están haciendo” [14]. Simplificando el concepto, pero focalizando en su aspecto más importante, se podría decir que AA es todo lo que los estudiantes realicen que no sea simplemente estar sentados atendiendo una clase expositiva [15].

Por otra parte, el tiempo que una persona mantiene la atención en una exposición oral es variable. Si bien existe una creencia generalizada que dicha atención se limita a 10 o 15 minutos, existen estudios serios que ponen en duda

dicha aseveración [16]. Lo que nadie puede negar, y estos estudios también lo aseguran, es que cuanto más motivados y activos estén los estudiantes durante una clase, mayor será la comprensión de los temas desarrollados o trabajados. En efecto, existe evidencia científica que sustenta esta aseveración [17]. Algunas de las conclusiones de este estudio son:

- Los estudiantes recordarán más contenido si se intercalan actividades breves durante la clase. Esta conclusión contrasta con la predominante tiranía del contenido que alienta a los profesores a incluir tanto material como sea posible en una clase.
- La evidencia disponible sugiere que los docentes deben estructurar sus cursos de modo que promueva ambientes colaborativos y cooperativos.

Ahora bien, ¿qué tipo de actividades se pueden implementar fácilmente en el aula para lograr lo que se ha detallado hasta aquí? Se listan, sólo a modo de ejemplo, algunas de ellas:

- Pensar–Dialogar–Compartir (P-D-C) [18]. Durante el primer momento (aproximadamente un minuto), cada estudiante individual y silenciosamente piensa en una pregunta planteada por el profesor. Durante el segundo momento (aproximadamente un minuto), los estudiantes en parejas intercambian y discuten sus respuestas. Finalmente, cada estudiante puede compartir su respuesta, la de su compañero, o una síntesis de las conclusiones alcanzadas. Toda la actividad no tarda más de cinco minutos, pero genera un clima de alta participación e involucramiento en los temas en estudio.
- Debates: Plantear dos hipótesis contradictorias sobre un determinado tema. Dividir el curso en dos grupos y pedir a cada grupo que, independientemente de su propio parecer o conocimiento, elabore durante algunos minutos, razones para defender dicha hipótesis. Luego generar un debate entre los dos grupos en el que cada uno de ellos deberá defender la hipótesis que se le ha asignado.
- Aprendizaje entre pares [19]. Si bien existen diversas maneras de implementar esta modalidad, una de las más sencillas es la siguiente:
  - El docente les presenta a los alumnos una pregunta (generalmente de opción múltiple) que se prepara previamente para abordar las dificultades con los conceptos fundamentales del tema en estudio.
  - Los estudiantes consideran el problema por sí mismos y aportan sus respuestas de manera que la fracción de la clase que responde se puede determinar e informar.

- Los estudiantes luego discuten el problema con sus vecinos por dos minutos y votan nuevamente.
- Los problemas se resuelven con una discusión en clase y aclaraciones.

Las respuestas de los alumnos a la primera pregunta pueden obtenerse rápida y fácilmente por medio de los sistemas de encuestas en línea, utilizando aplicaciones para teléfonos celulares o vía web tales como Socrative<sup>4</sup>, Poll Everywhere<sup>5</sup> o Kahoot<sup>6</sup>.

- Aprendizaje invertido [20]. La idea básica es pedirles a los alumnos que accedan a un material antes de la clase (típicamente ver un video, aunque también podría ser leer un documento, realizar una breve investigación o intentar resolver un problema) para luego, cuando llegan al aula, hacer preguntas o debatir sobre el material al que accedieron previamente.

Existen muchas otras actividades, tanto o más sencillas que éstas (tabla 6.1-1 en [15]), que permiten implementar el AA del que se habla en este apartado de una manera fácil y sin requerir una dedicación considerable.

## 2. Diseño inverso

Habitualmente, cuando se les propone a los docentes implementar un AA, suelen aducir que no tienen tiempo para hacerlo ya que deben cubrir TODO el programa (o syllabus) durante el ciclo lectivo. En muchos casos, dicho programa ha sido heredado de docentes previos o, aun cuando ha sido desarrollado por el propio docente a cargo del curso, contiene demasiados temas. La secuencia habitual en estos casos consiste en tomar los contenidos mínimos del curso detallados en el plan de estudios, desarrollarlos en las unidades temáticas y temas incluidos en cada una de ellas, frecuentemente definidos a partir de un cierto libro de texto, y finalmente definir las actividades y las evaluaciones que se realizarán a lo largo del curso. La consecuencia de este tipo de abordaje es que los programas no se focalizan en aquellos conceptos fundamentales que los estudiantes deben aprender al completar el curso en cuestión. Muchas veces se dejan para el final del programa los temas que involucran dichos conceptos, lo que genera mayores problemas cuando, como suele ocurrir, los cronogramas se ven retrasados por cuestiones imprevistas.

---

4 <https://www.socrative.com/>

5 <https://www.poll.everywhere.com/>

6 <https://kahoot.com/>

El enfoque de diseño inverso (Backward Design) [21] se centra en el proceso de enseñanza-aprendizaje, haciendo mayor énfasis en la comprensión en profundidad de los temas y se define como un proceso que organiza el diseño curricular en tres etapas:

1. Identificación de los resultados de aprendizaje esperados, con base en prioridades definidas en relación con los conceptos más importantes.
2. Determinar qué evidencia se considerará aceptable para comprobar el logro de los resultados de aprendizaje previamente definidos.
3. Planificar las experiencias de aprendizaje que les permitirán a los estudiantes alcanzar los resultados de aprendizaje.

También es posible alterar el orden de los pasos dos y tres, pero siempre se debe empezar por el paso uno. La definición de las prioridades mencionadas en el primer punto debería iniciarse por identificar cuáles son los temas que requieren una comprensión duradera, luego aquellos temas que los alumnos deben saber, comprender y ser capaces de hacer y, por último, aquello con lo que vale la pena que se familiaricen, si es que el tiempo lo permite.

La adecuada implementación del DI habilitará el tiempo extranecesario para el desarrollo de un AA, facilitando y promoviendo así un ACE.

## **La evaluación en el ACE**

Una primera cuestión para destacar es que la evaluación es parte del proceso de enseñanza y aprendizaje y no es un mero proceso de verificación formal de los aprendizajes. Además, la evaluación debe ser entendida como un proceso de mejora y por lo tanto debe ser claramente diferenciada de la calificación que representa la asignación de un nivel con base en algún estándar previamente definido.

También es importante no penalizar el error. Es conocida la frase latina *Errare humanum est* (errar es humano), cuyo significado es obvio: que los seres humanos cometen errores. Lo importante es aprender de los errores y por eso la expresión se completa con *Sed perseverare diabolicum* (perseverar en el error es diabólico). El AA, componente esencial del ACE, implica aprender haciendo y hacerlo así conlleva la posibilidad cierta de cometer errores. Una frase atribuida a Winston Churchill dice que “Todos los hombres cometen errores, pero sólo los sabios aprenden de sus errores”.

Hechas estas aclaraciones, que son absolutamente generales para cualquier metodología de enseñanza, se puede avanzar en el análisis de las particularidades de la evaluación en el ACE. En tal sentido, es necesario avanzar sobre las tradicionales modalidades de evaluación del aprendizaje (sumativa), típicamente basadas en exámenes no muy periódicos –generalmente escritos– en los cuales se suele evaluar la capacidad de los alumnos de responder de la misma manera que lo haría el docente o de resolver ejercicios siguiendo una “receta” previamente definida. Si bien muchas veces es difícil dejar de lado este tipo de evaluaciones, para un efectivo ACE se requiere incorporar de una manera creciente la evaluación PARA el aprendizaje (formativa) que ocurre durante el proceso de enseñanza/aprendizaje y les permite a los docentes y a los estudiantes conocer cómo se desarrolla el proceso. Más aún, es necesario también incorporar, aunque sea esporádicamente, la evaluación como aprendizaje que es un proceso de desarrollo y apoyo de la metacognición de los estudiantes en el cual ellos son sus propios evaluadores (autoevaluación o evaluación por pares) [22].

En general, los docentes están acostumbrados a realizar evaluaciones del aprendizaje y, en menor medida para el aprendizaje. El desafío es entonces incrementar la segunda en relación con la primera e incorporar algo de la evaluación como aprendizaje, lo cual ha probado ser una herramienta sumamente efectiva para el desarrollo de un ACE [23]. La autoevaluación y la evaluación por pares, ambas les dan a los estudiantes cierto grado de control y responsabilidad, lo refuerza “un mayor sentido de autonomía en el alumno” [7].

Algunas actividades en particular son más apropiadas para realizar una efectiva evaluación en el ACE, por ejemplo:

- Proyectos, experiencias prácticas y trabajos en grupo: con el auxilio de herramientas informáticas tales como campus virtuales, documentos compartidos, plataformas de trabajo colaborativo, etc., es posible evaluar la participación y el desempeño de los estudiantes en estas actividades de manera continua y a lo largo del curso [24].
- E-portfolio: El e-portfolio, o portafolio en soporte digital, es “un sistema de evaluación integrado en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Consiste en una selección de evidencias/muestras que tiene que recoger y aportar el estudiante a lo largo de un periodo de tiempo determinado y que responde a un objetivo concreto (...) Estas evidencias le permiten al alumnado demostrar que está aprendiendo, a la vez que posibilitan al profesor un seguimiento del progreso de este aprendizaje” [25].

- Presentaciones e informes: la elaboración por parte de los estudiantes de presentaciones e informes, orales o escritos, le permiten al docente evaluar el trabajo realizado por el grupo y por cada uno de los integrantes del mismo. Además, permite también implementar algún tipo de evaluación por pares.

Es importante destacar en este punto, reforzando lo expresado anteriormente, que la evaluación no debe estar orientada a la verificación por parte del profesor de la adquisición de los conocimientos por parte de los estudiantes; debe ser, en cambio, un modo por medio del cual estudiantes y docentes lleguen a tener una cabal noción del efectivo desarrollo de las competencias establecidas en el plan de estudios o programa, o sea, no sólo los conocimientos, sino también las habilidades, actitudes y valores.

Por último, antes de concluir este apartado, es importante destacar el valor y la funcionalidad que tienen las rúbricas para la evaluación, tanto por parte del profesor como por el alumno. La rúbrica es una matriz de valoración en la cual se establecen criterios por niveles mediante la disposición de escalas que permiten determinar la calidad de la ejecución de los estudiantes en unas tareas específicas [26].

## **A modo de conclusión**

Este artículo pretende servir de introducción y guía para aquellos docentes de ingeniería interesados en actualizar sus prácticas docentes de manera que se logren mejores y mayores aprendizajes en sus alumnos. No habría sido posible, ni es la intención del autor, desarrollar el tema en profundidad, ya que hacerlo requeriría de una extensión mucho mayor, probablemente de un libro entero.

La experiencia de este autor indica que los estudiantes de ingeniería reciben de muy buen grado las propuestas docentes que se enfocan en la mejora de su propio aprendizaje. También se ha verificado, con numerosas actividades de formación destinadas a colegas docentes, que el tema en cuestión despierta gran interés y deseos de implementarlo de una manera efectiva, pero en la mayoría de los casos dichos docentes manifiestan que necesitan más herramientas y guías para hacerlo. La redacción de este artículo tiene, por lo tanto, la intención de servir de motivador y orientador para la mejora de la calidad de la educación en ingeniería y facilitar a los colegas el abordaje del tema, ya sea desde lo detallado en el artículo en sí mismo, como por medio de las variadas y extensas referencias ofrecidas.

## Referencias

- [1] ITU Statistics, International Telecommunication Union, [En línea]. Recuperado el 23 de marzo de 2018 de <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>.
- [2] The Statistics Portal, Statista, [En línea]. Recuperado el 23 de marzo de 2018 de <https://www.statista.com/statistics/216573/worldwide-market-share-of-search-engines/>.
- [3] GlobalStat, StatCounter, [En línea]. Recuperado el 23 de marzo de 2018 de <http://gs.statcounter.com/search-engine-market-share>.
- [4] ERIC, Institute of Education Sciences, [En línea]. Recuperado el 23 de marzo de 2018 de <https://eric.ed.gov/>.
- [5] M. O'Sullivan, The reconceptualisation of learner-centred approaches: a Namibian case study, *International Journal of Educational Development*, vol. 24, n.º 6, pp. 585-602, 2004.
- [6] R. C. Rogers, *Freedom to Learn: A View of What Education Might Become*, Merrill Publishing Company, 1986.
- [7] S.J. Lea, D. Stephenson y J. Troy, Higher Education Students' Attitudes to Student Centred Learning: Beyond "educational bulimia", *Studies in Higher Education*, vol. 28, n.º 3, pp. 321-334, 2003.
- [8] *Student-Centered Learning -- Toolkit for students, staff and higher education institutions*, Bruselas, 2010.
- [9] J. W. Collins y N. P. O'Brien, *Greenwood Dictionary of Education*, Londres: Greenwood Press, 2003.
- [10] R. Graham, *The global state of the art in engineering education*, MIT, Cambridge, 2018.
- [11] G. Brown Right, Student-Centered Learning in Higher Education,» *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, vol. 23, n.º 3, pp. 92-97, 2011.
- [12] Stanford Center for Opportunity Policy in Education, «Graduate School of Education, Stanford University, 17 Junio 2014. [En línea]. Recuperado el 30 de marzo de 2018 de <https://edpolicy.stanford.edu/news/articles/1217>.

- [13] R. W. Revans, Action Learning, Its Terms and Character, *Management Decision*, vol. 21, n.º 1, pp. 39-50, 1983.
- [14] C. C. Bonwell y J. A. Eison, Active Learning: Creating Excitment in the Classroom. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1, The George Washington University, School of Education and Human Development, Washington D.C., 1991.
- [15] R. Felder y R. Brent, Teaching and Learning STEM: A Practical Guide, Jossey-Bass, 2016.
- [16] K. Wilson y J. Korn, «Attention during Lectures: Beyond Ten Minutes, *Teaching of Psychology*, vol. 34, n.º 2, pp. 85-89, 2007.
- [17] M. Prince, Does Active Learning Work? A Review of the Research, *Journal of Engineering Education*, vol. 93, n.º 3, pp. 223-231, 2004.
- [18] F. Lyman, The Responsive Classroom Discussion: The Inclusion of All Students, University of Maryland, College Park, Maryland, 1981.
- [19] E. Mazur, Peer Instruction, Pearson, 1996.
- [20] J. Bergmann y A. Sams, Flip your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day, ISTE - ASCD, 2012.
- [21] G. Wiggins y J. McTighe, Understanding By Design (2nd Expanded edition), ASCD, 2005.
- [22] L. M. Earl, Assessment as Learning: Using Classroom Assessment to Maximize Student Learning, Corwin, 2012.
- [23] B. McDonald, Sel Assessment and Student-Centered Learning, Trinidad, 2012.
- [24] Oakley, Barbara, R. M. Felder, R. Brent y I. Elhadj, Turning Student Groups into Effective Teams,» *Journal of Student Centered Learning*, vol. 2, n.º 1, pp. 9-34, 2004.
- [25] E. Barberà, G. Bautista, A. Espasa y T. Guasch, Portfolio electrónico: desarrollo de competencias profesionales en la red, *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, vol. 3, n.º 2, 2006.
- [26] L. Vera Vélez, Rúbricas y Listas de Cotejo,» Departamento de Educación y Ciencias Sociales., Universidad Interamericana de Puerto Rico., Ponce, 2008.



---

# La formación de ingenieros en Argentina. El proceso de aseguramiento de la calidad

Daniel Morano - dmorano1963@gmail.com<sup>7</sup>

## Parte 1. Antecedentes

Se pueden escribir de modo lineal cada uno de los hitos que se sucedieron en las últimas tres décadas sobre el proceso de aseguramiento de la calidad de carreras de ingeniería en Argentina, y sería sin duda un documento que mostraría una sucesión de acciones de muy alto impacto en la formación de ingenieros.

Sin embargo, más allá de seguir un orden cronológico de los hitos mencionados, para el autor el principal objetivo será remarcar las condiciones internas y de contorno (en particular de política pública nacional e internacional) que, con una apariencia de amenaza previa, finalmente fueron las oportunidades que permitieron transitar un camino de consolidación del concepto de aseguramiento de la calidad en la República Argentina, que trascendió el campo disciplinar de la ingeniería y fue tomado como modelo por otras áreas disciplinares.

### 1. La formación de ingenieros en la Argentina (1865-1988)

La historia cuenta que el primer graduado en el campo de la ingeniería en pisar lo que hoy es suelo argentino fue Jorge Bermúdez de Castro, que llegó en 1702 para completar las obras del fuerte de Buenos Aires.

---

7

*Profesor Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Luis. Miembro Comité Asesor ASIBEL. Miembro Comité Técnico de Educación, World Federation of Engineering Organizations (UNESCO).*

## **2. Universidad de Buenos Aires**

En 1855, el ingeniero francés Carlos Enrique Pellegrini, padre del Carlos Pellegrini, presidente de la república en 1890, presentó ante el Consejo de Obras Públicas una serie de propuestas para demostrar la necesidad de crear en la Universidad de Buenos Aires una Facultad de Ingenieros, entendiendo por tales a los agrimensores, arquitectos, mecánicos, etc., “de cuyas luces tenía tanta falta el país”.

El 16 de junio de 1865, por decreto del gobernador Mariano Saavedra, el poder ejecutivo decretó la creación del Departamento de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires.

Hubo trece inscritos en la carrera de Ingeniería Civil. El primer diploma extendido fue el de Luis Augusto Huergo, de fecha 6 de junio de 1870, el cual lo habilitaba como “Ingeniero de la Escuela de esta Universidad en la Facultad de Ciencias Exactas”. Posteriormente, se instituyó oficialmente el 6 de junio como Día de la Ingeniería.

En 1898 se iniciaron los primeros estudios de la carrera de ingeniería industrial, dirigidos por el ingeniero Otto Krause y el ingeniero militar, coronel Olascoaga.

## **3. Universidad Nacional de Córdoba**

El origen de la Universidad Nacional de Córdoba se remonta al primer cuarto del siglo XVII, cuando los jesuitas abrieron el Colegio Máximo, donde sus alumnos –en particular, los religiosos de esa orden– recibían clases de filosofía y teología. Este establecimiento de elevada categoría intelectual fue la base de la futura universidad. Bajo la tutela de los jesuitas y con el impulso del obispo Juan Fernando de Trejo y Sanabria, en 1613 se iniciaron los estudios superiores en el Colegio Máximo de Córdoba.

Pasaron dos siglos y el deán Funes, al asumir el rectorado, fundó en 1808 una cátedra de aritmética, álgebra y geometría. En 1813, el rector Funes preparó un nuevo plan de estudios en el cual, en el curso de artes, se establecía en el segundo año la enseñanza de la aritmética, geometría y trigonometría, y en el tercero, física. En 1857 se agregó el estudio de la astronomía.

Ya en 1870, el presidente Sarmiento declaró que la más trascendental de las reformas producidas en la instrucción pública sería la aparición en los claustros de la UNC de siete profesores alemanes que vendrían a inaugurar en sus

aulas el estudio de las ciencias físico-matemáticas. Esta iniciativa respondió al propósito de organizar en la vieja casa de Trejo y Sanabria un centro de investigaciones científicas, una escuela de ingeniería en todas sus ramas y un instituto para formar profesores de enseñanza secundaria, en las ciencias físicas, naturales y exactas.

En 1879 y por iniciativa del académico Latzina, se propuso la modificación del plan de estudios de la Facultad, creando la Escuela de Ingeniería para la formación de Agrimensores, Arquitectos e Ingenieros Civiles.

Actualmente, la formación de ingenieros de la Universidad Nacional de Córdoba se realiza en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

#### **4. Universidad Nacional de San Juan**

El 21 de mayo de 1862, durante la gobernación de Domingo F. Sarmiento, se creó el Colegio Preparatorio. Desde la cátedra de mineralogía, a cargo del ingeniero Francisco Ignacio Rickard, se organizó la Escuela de Minas. En 1864 se creó el Colegio Nacional de San Juan, cuyos cursos se iniciaron el 16 de marzo de 1865, con el agregado de una clase especial de mineralogía, y el 9 de diciembre de 1871 se creó el Departamento de Minería, anexo al Colegio Nacional, en donde se podía cursar la carrera de Ingeniería de Minas. En 1876 se estableció la Escuela Mixta de Ingenieros Civiles y de Minas, y en 1877 comenzó a funcionar la Escuela Nacional de Ingenieros de San Juan.

El 21 de marzo de 1939 se creó la Universidad Nacional de Cuyo y la Escuela de Ingeniería, la Escuela de Minas e Industrial y la Escuela de Artes y Oficios se incorporaron a ella, y pasaron finalmente a ser parte de la Universidad Nacional de San Juan, creada en 1973.

#### **5. Universidad Nacional del Litoral**

En octubre de 1919 se creó, mediante la Ley Nacional 10.861, la Universidad Nacional del Litoral, y con ella la Facultad de Química Industrial y Agrícola, que en la década del cincuenta cambiaría su denominación por la actual Facultad de Ingeniería Química.

El 1.º de julio de 1920 dieron inicio formal a los cursos de la primera carrera de Ingeniería Química del país y de América del Sur y, consecuentemente, en 1926 se graduó el primer ingeniero químico, Gregorio Kleer, con la defensa del

proyecto “Instalación de una fábrica de jabón de tocador para una producción de 500 kg diarios”.

Esta facultad no sólo ha sido pionera en la implementación de estudios de grado sino también de posgrado. Instituyó en 1981 el primer programa de Doctorado en Ingeniería Química del país, conjuntamente con los doctorados en Química y Tecnología Química.

## **6. Universidad Obrera Nacional**

El 26 de agosto de 1948 se aprobó la Ley 13.299, en cuyo capítulo II se estableció la creación de la Universidad Obrera Nacional como institución superior de los ciclos de enseñanza técnica dependiente de la Comisión Nacional de Aprendizaje y Orientación Profesional (CNAOP).

Como finalidades de la Universidad Obrera en el artículo 10 de la ley de creación, se destacan:

- a) Brindar formación integral a los profesionales de origen obrero destinados a satisfacer las necesidades de la industria nacional.
- b) Proveer la enseñanza técnica de un cuerpo docente integrado por elementos formados en la experiencia del taller, íntimamente compenetrada con los problemas que afectan al trabajo industrial.
- c) Actuar como órgano asesor en la redacción de los planes y programas de estudio de los institutos inferiores.
- d) Asesorar en la organización, dirección y fomento de la industria, con especial consideración de los intereses nacionales.

Durante el mandato del presidente constitucional Arturo Frondizi, se aprobó una nueva ley universitaria, la Ley 14.855, que dispuso la puesta en marcha en el país de universidades privadas e incorporó el 14 de octubre de 1959 la Universidad Obrera Nacional al sistema universitario, y la denominó Universidad Tecnológica Nacional (UTN).

Así surgió como Universidad Nacional con la función específica de crear, preservar y transmitir la técnica y la cultura universal en el campo de la tecnología, y se convirtió en la única universidad nacional del país en cuya estructura académica las ingenierías son objetivo central.

La UTN como se la conoce en la actualidad, cuenta con 30 facultades regionales, un instituto superior y un centro de estudios, distribuidos en todas las regiones de la República Argentina.

## **7. Década del setenta, expansión del sistema universitario**

A finales de la década del sesenta funcionaban en Argentina sólo nueve universidades públicas, las de Buenos Aires, Córdoba, Cuyo, La Plata, Litoral, Nordeste, Sur, Tecnológica y Tucumán, y todas ellas ofrecían carreras de ingeniería.

La formación de ingenieros se completaba con la que realizaban las Fuerzas Armadas en la Escuela Superior Técnica, dependiente del Ejército, creada el 6 de noviembre de 1930 por inspiración del entonces teniente coronel Manuel N. Savio, y el Instituto Universitario Aeronáutico, organismo dependiente de la Fuerza Aérea Argentina, creado el 13 de diciembre de 1947.

A las mencionadas instituciones públicas deben agregarse las universidades privadas, cuya autorización de funcionamiento fue dado en 1959, donde a la par que se creaban las instituciones se comenzaba el dictado de carreras de ingeniería. Entre las más significativas se pueden mencionar el Instituto Tecnológico de Buenos Aires y las universidades Católica Argentina, Católica de Córdoba, Católica de Salta, Argentina de la Empresa, de Belgrano, de Mendoza y de Morón.

A finales de la década del sesenta, el Gobierno nacional dispuso la creación de nuevas universidades públicas y división de universidades preexistentes, y así, entre 1968 y 1974 se pusieron en marcha las universidades nacionales de Catamarca, Centro de la Provincia de Buenos Aires, Comahue, Entre Ríos, Jujuy, La Pampa, Lomas de Zamora, Luján, Mar del Plata, Misiones, Patagonia San Juan Bosco, Río Cuarto, Rosario, Salta, San Juan, San Luis y Santiago del Estero.

Todas estas universidades, sin excepción, pusieron en marcha carreras de ingeniería, con lo cual la formación de ingenieros alcanzó una expansión territorial nunca antes lograda en el país. En general, las carreras de ingeniería que se crearon estaban relacionadas con el desarrollo regional.

*Este crecimiento de unidades académicas de ingeniería en todo el país traería aparejado un aspecto luego reconocido como negativo, que fue el incremento descontrolado de las titulaciones de ingeniería, lo cual no siempre dejaba claro las incumbencias y alcances de las nuevas titulaciones en función de la formación recibida, lo cual*

*generaría conflictos en cuanto a la regulación del ejercicio profesional, teniendo en cuenta que en Argentina las universidades otorgan títulos habilitantes para el ejercicio profesional.*

## **8. 1988. El inicio de una nueva época. Se crea CONFEDI**

A finales de 1987 la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Plata organizó unas jornadas dedicadas al análisis de planes de estudios de carreras de grado de ingeniería. En estas jornadas estuvieron presentes varios decanos que decidieron reunirse a comienzos del año siguiente para conformar una asociación de decanos de ingeniería.

En la reunión realizada en marzo de 1988 se definió el nombre, que sería Consejo Federal de Decanos de Ingeniería y su sigla CONFEDI, y se eligió al primer presidente, el ingeniero Jorge Domingo Petrillo, decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

El objetivo inicial fue conformar un ámbito en el cual se debatieran y propiciaran, a partir de experiencias propias, soluciones a las problemáticas universitarias planteadas en las unidades académicas de ingeniería. Desde entonces, CONFEDI se ha convertido en el actor clave de la evolución que ha tenido la formación de ingenieros en Argentina e Iberoamérica, y ha sido impulsor y partícipe en los eventos claves que permitieron esta evolución.

Volviendo a los comienzos, luego del periodo organizativo de los primeros años, se puso en marcha en 1991 el primer gran proyecto de CONFEDI, vigente hasta este año, 2018, el Proyecto de Unificación Curricular en la Enseñanza de las Ingenierías en la República Argentina, más conocido como el Libro Azul.

## **9. Proyecto de Unificación curricular de la Enseñanza de las Ingenierías**

Producto de un relevé realizado por la Comisión de Enseñanza del CONFEDI, se determinó la existencia de una muy alta e innecesaria cantidad de titulaciones de ingenieros, así como la existencia de situaciones muy dispares en la formación, tanto en contenidos como en créditos horarios.

Se realizó un acuerdo con el Instituto de Cooperación Iberoamericana (ICI) y se realizaron dos talleres sobre modernización de la enseñanza de la ingeniería en la República Argentina. En el “Primer taller sobre modernización curricular” realizado en Mar del Plata en diciembre de 1991, se abarcaron los temas de

enseñanza de grado, enseñanza de posgrado, investigación y desarrollo, relación universidad-empresa e incumbencias profesionales.

En el “Segundo taller sobre modernización curricular”, realizado en La Cumbre (Córdoba) en diciembre de 1992 se analizaron las posibilidades de unificación curricular en el nivel de grado y se debatieron los siguientes temas:

- Ciencias básicas: matemática, física y química.
- Experiencias preliminares de ingeniería electromecánica, electrónica y química.

Participaron en este taller expertos españoles, quienes poseían la experiencia de haber realizado un proceso similar en su país. El haber conocido un proceso similar, con sus problemas y dificultades, resultó muy enriquecedor para el proyecto.

En junio de 1993, en la XIII Reunión Plenaria del CONFEDI realizada en la Universidad Tecnológica Nacional Regional Delta, se resolvió desarrollar el tema en forma institucional y prioritaria. Se iniciaron las gestiones con el Instituto de Cooperación Iberoamericana (ICI) para la formulación del proyecto. Esta propuesta fue aprobada en la XV Reunión Plenaria realizada en Bahía Blanca, propuesta que había sido elaborada previamente con el apoyo del coordinador general del ICI, Adolfo Rodríguez Gil. El proyecto resultó aprobado y las actividades comenzaron en el mismo 1994. Se realizaron otros tres talleres entre 1994 y 1996, con amplia presencia de especialistas de cada terminal y de expertos españoles que oficiaron como moderadores de los intensos debates.

El tercer taller se realizó en Carlos Paz (Córdoba) en junio de 1994. Tuvo lugar un foro de especialistas de ciencias básicas para la ingeniería y las terminales de Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Química.

El cuarto taller tuvo lugar en Carlos Paz (Córdoba) en junio de 1995. Se trataron las terminales de ingeniería civil, ingeniería eléctrica o electricista, ingeniería mecánica e ingeniería industrial.

El quinto taller se realizó en Horco Molle (Tucumán) en junio de 1996. Se trataron las terminales de ingeniería en alimentos e ingeniería en sistemas de información e informática.

En la XX Reunión Plenaria del CONFEDI, del año 1996, se realizaron los ajustes finales y el porcentaje de unificación curricular se estableció para todas las terminales en el 55%.

En el proyecto participaron las unidades académicas de ingeniería de las universidades públicas de Buenos Aires, Catamarca, Centro de la Provincia de Buenos Aires, Comahue, Córdoba, Cuyo, Entre Ríos, Jujuy, La Matanza, La Pampa, La Plata, la Rioja, Litoral, Lomas de Zamora, Luján, Mar del Plata, Misiones, Nordeste, Patagonia San Juan Bosco, Río Cuarto, Rosario, Salta, San Juan, San Luis, Santiago del Estero, Sur, Tucumán y Tecnológica; y las universidades privadas Argentina de la Empresa, Austral, Belgrano, Católica Argentina, Católica de Córdoba, Mendoza y Morón, y el Instituto Tecnológico de Buenos Aires.

*El último párrafo es a título personal. El autor se lo dedica a uno de los expertos españoles que coordinó el proyecto, el ingeniero Luis Ortiz Berrocal, quien no sólo contribuyó con su experiencia y capacidad personal a encauzar el proyecto, sino que generó relaciones personales y de amistad tan sólidas, que sólo un año después, en diciembre de 1997, y a partir de una iniciativa de la Universidad Politécnica de Madrid y del CONFEDI, se creó la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI), de la cual el ingeniero Berrocal fue partícipe y artífice hasta sus últimos días.*

## **Parte 2. Informe final del Proyecto: Modelo de formación del ingeniero argentino**

### **1. Perfil del ingeniero**

La descripción conceptual de las características del egresado constituye la base para el análisis de las cuestiones atinentes a su formación. Un balance equilibrado de conocimientos científicos, tecnológicos y de gestión, con formación básica humanística, son los ingredientes fundamentales del currículo de ingeniería.

Los egresados serán sólidos generalistas que completarán y actualizarán permanentemente su formación a lo largo de la vida laboral, en el marco informal o en el formal, por medio de posgrados, que las unidades académicas deben asumir como obligaciones prioritarias en los próximos años.

## **2. Marco de la formación**

Los siguientes criterios generales deben contemplarse en la formulación de los planes de estudios:

- Contener los análisis de las consecuencias políticas del uso de la tecnología y su implicancia en el desarrollo económico y social del país.
- Suministrar una visión geopolítica actualizada del país y del mundo, para encarar la elaboración de las soluciones que demande la sociedad.
- Posibilitar la difusión de aptitudes profesionales con sentido humanístico y ético, para la conservación del patrimonio cultural y ecológico del medio.
- Desarrollar capacidad para afrontar situaciones de incertidumbre, consolidando actitudes para la solución de problemas no tradicionales con predisposición a la adopción de soluciones bajo riesgo.
- Estimular la creatividad, la iniciativa personal, el trabajo interdisciplinario y la innovación en el área tecnológica.
- Potenciar su capacidad de abstracción y reflexión crítica. No se pretende un ingeniero omnivalente ni orientado exclusivamente a la acción empresarial; se requiere una capacitación equilibrada para posibilitar la creatividad, o sea generar respuestas a problemas nuevos, inesperados y no triviales. Tener capacidad para adquirir aptitudes que le posibiliten percibir los cambios y, si es posible, anticiparse a ellos.

Es de interés adoptar metodologías que preserven y estimulen el uso del idioma materno como herramienta fundamental para la permanente comunicación multidisciplinaria a la que tienden las actividades profesionales. En igual sentido, resultan necesarios el dominio del idioma inglés y el desarrollo máximo de su capacidad para el uso de las herramientas que le brindan la informática, el diseño asistido por computador y el acceso a redes computarizadas.

En el desarrollo de toda formación ingenieril deberán estar presentes los estudios de calidad, higiene y seguridad en el trabajo, así como los conocimientos necesarios para la interpretación de los impactos ambientales.

## **3. Carreras (terminales) analizadas**

Se analizaron los planes de estudios de las siguientes carreras de ingeniería: de alimentos, civil, eléctrica o electricista, electromecánica, electrónica, industrial, mecánica, sistemas de información / informática y química.

#### **4. Estructura curricular**

Para todas las carreras referidas, se agruparon los contenidos mínimos en cuatro áreas temáticas fundamentales:

- Ciencias básicas: asignaturas que abarcan los conocimientos comunes a todas las carreras, que aseguren una sólida formación conceptual para el sustento de las disciplinas específicas y la evolución permanente de sus contenidos en función de los avances científicos y tecnológicos.
- Tecnologías básicas: asignaturas que incluyen los contenidos de ciencias básicas con la orientación y aplicaciones propias de cada especialidad.
- Tecnologías aplicadas: asignaturas que desarrollan los conocimientos fundamentales que identifican el perfil profesional de la carrera.
- Complementarias: asignaturas que comprenden los conocimientos complementarios a la especialidad y contribuyen a la formación integral del ingeniero.

Los contenidos mínimos de todas las áreas deben asegurar el cumplimiento del perfil profesional antes descrito y de transmitir los conocimientos vinculados con las competencias de cada especialidad.

#### **5. Cargas horarias y duración de las carreras**

Se recomienda una duración mínima de 3.750 horas por desarrollarse en cinco años.

#### **6. Identidad de los títulos. Troncalidad**

La identidad de los distintos títulos ha sido tomada en cuenta y reflejada en el proceso de unificación curricular mediante una asignación porcentual del 55 % a la denominada troncalidad de la carrera.

Esta troncalidad acordada para todas las terminales analizadas se complementa en las distintas áreas temáticas con la distribución porcentual mínima obligatoria que se detalla a continuación:

- Ciencias básicas: 20 % (750 horas)
- Tecnologías básicas: 15 % (575 horas)
- Tecnologías aplicadas: 15 % (575 horas)
- Complementarias: 5 % (175 horas)
- Total: 55 % (2075 horas)

Con el 45 % remanente de la referida asignación troncal del 55 %, las unidades académicas disponen del margen necesario para la adecuación de sus planes a los perfiles acordes con sus particularidades propias y regionales. Dentro de este remanente, queda incluida y es recomendable la selección de asignaturas de libre elección.

## **7. Trabajo final o proyecto integrador**

Se recomienda incluirlo como requisito para la obtención del título.

## **8. Otros aspectos vinculados a la modernización de la enseñanza de las ingenierías**

- Se considera que la unificación curricular propuesta deberá necesariamente incluir en su implementación la adecuación de otras actividades que acompañan la puesta en vigencia de un plan de estudios. Por lo tanto, se cree conveniente avanzar en los siguientes aspectos:
- Innovación en las técnicas de enseñanza-aprendizaje.
- Adecuación de las normativas que rigen el proceso de enseñanza-aprendizaje (régimen de enseñanza, sistemas de control de gestión docente).
- Estricto monitoreo de los contenidos impartidos en las asignaturas, a efectos de evitar el agregado de temas excesivos e innecesarios.
- Adecuada concatenación de los estudios de grado con los de posgrado (cursos de actualización y perfeccionamiento, maestrías y doctorados).
- Búsqueda permanente de la excelencia académica.

Sobre la base de este proyecto, se continuó la unificación curricular de otras terminales, y se llegó a un total de veintiuna.

A las nueve iniciales se agregaron las terminales de aeronáutica, agrimensura, ambiental, bioingeniería o biomédica, computación, hidráulica, materiales, metalúrgica, minas, nuclear, petróleo y telecomunicaciones.

*La creación de CONFEDI, su inmediata consolidación con la presencia de prácticamente todas las unidades académicas de ingeniería del país, y fundamentalmente la puesta en marcha de proyectos comunes de alto impacto, como el de unificación curricular, constituyeron una fenomenal plataforma y generó una fortaleza cuyas implicancias futuras fueron decisivas para el posicionamiento de la ingeniería en las políticas públicas.*

*Para los poderes públicos, y es sencillo de entender el porqué, resulta fundamental contar con interlocutores representativos de sus pares y que los potenciales acuerdos no sean cuestionados por parte de la comunidad a la que dice representar. CONFEDI cumplió y cumple a rajatabla con esta premisa, representa la totalidad de las unidades académicas de ingenieros en Argentina y la palabra o presentaciones de sus autoridades interpretan en todo momento la opinión de sus asociados.*

## **Parte 3. Proyecto de Acreditación de Carreras de Grado de Ingeniería**

### **1. Introducción**

En 1995 se aprobó la Ley de Educación Superior (LES) 24.521 que introdujo, entre otros aspectos, la novedad de la creación de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) y la obligatoriedad de acreditar aquellos títulos declarados de interés público.

La sanción de esta ley fue fuertemente rechazada por el sistema universitario, tanto autoridades como docentes y estudiantes, en particular en lo referente a la creación de CONEAU y la puesta en marcha de sistemas de acreditación que quitaran la validez nacional de los títulos. Todo esto en un contexto de aplicación de políticas públicas de ajuste del estado y privatizaciones masivas de servicios. En el caso de la educación, el debate estaba centrado en considerar a la educación un bien transable o un bien público y derecho humano del que nadie puede estar excluido.

En este contexto, como se expresó, CONFEDI se encontraba desarrollando el Proyecto de Unificación Curricular de Carreras de Ingeniería que finalizó en 1996, financiado por el Instituto de Cooperación Iberoamericano (ICI) y la continuidad, identificado como punto 8 en el apartado anterior, se centró en el mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje y de la calidad de la formación. Este proyecto fue aprobado para su ejecución, pero el cambio de gobierno español en 1997, con la asunción de José María Aznar como primer ministro, determinó la suspensión de todos los proyectos del ICI que no habían comenzado a ejecutarse, por lo que quedó trunco.

De todos modos, con base en lo escrito para dicho proyecto, y teniendo en cuenta lo pautado en la LES sobre acreditación, se comenzó a debatir la idea de declarar las carreras de ingeniería de interés público y comenzar el proceso de acreditación.

Como se anticipó, en 1998 el sistema universitario en general rechazaba mayoritariamente los procesos de acreditación, por considerar que ésta era una herramienta diseñada para quitarle validez nacional a los títulos de las carreras que no acreditaran y, por tanto, obligar su cierre. Todo esto, teniendo en cuenta que en ese momento CONEAU estaba financiada por el Banco Mundial y se inscribía en las políticas neoliberales de la época.

*En el CONFEDI se debatió que la acreditación era precisamente un instrumento y no un fin en sí misma, y que la finalidad era el aseguramiento de la calidad en el marco de un proceso de mejora continua. Esto llevó a comenzar un trabajo interno, por un lado, y de relaciones con la Secretaría de Políticas Universitarias, por otro.*

*Donde el sistema universitario visualizaba una amenaza, CONFEDI decidió asumir el desafío de convertirlo en una oportunidad. Esta fue otra decisión estratégica, que tendría implicancias no imaginadas en un futuro no muy lejano.*

## **2. Propuesta de CONFEDI de Acreditación de carreras de grado de Ingeniería.**

En primer lugar, se debatió acerca de la inclusión de los títulos de ingeniería en el marco del artículo 43 de la Ley de Educación Superior (LES), que textualmente fija:

“Cuando se trate de títulos correspondientes a profesiones reguladas por el Estado, cuyo ejercicio pudiera comprometer el interés público poniendo en riesgo de modo directo la salud, la seguridad, los derechos, los bienes o la formación de los habitantes, se requerirá que se respeten, además de la carga horaria a la que hace referencia el artículo anterior, los siguientes requisitos:

- a. Los planes de estudios deberán tener en cuenta los contenidos curriculares básicos y los criterios sobre intensidad de la formación práctica que establezca el Ministerio de Cultura y Educación, en acuerdo con el Consejo de Universidades.
- b. Las carreras respectivas deberán ser acreditadas periódicamente por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria o por entidades privadas constituidas con ese fin, debidamente reconocidas.

El Ministerio de Cultura y Educación determinará con criterio restrictivo, en acuerdo con el Consejo de Universidades, la nómina de tales títulos, así como las actividades profesionales reservadas exclusivamente para ellos”.

Con el proyecto de unificación curricular, que como se planteó fue anterior a la LES, CONFEDI ya había definido, y al solo efecto de un acuerdo entre facultades de ingeniería, la nómina de títulos, los contenidos curriculares básicos y los criterios de intensidad de la formación práctica.

Restaba definir las actividades profesionales reservadas exclusivamente para cada título y las dimensiones e indicadores de calidad por evaluar y los criterios por adoptar con dichos indicadores.

En el plenario realizado en octubre de 1998 en la ciudad de Río Cuarto (Córdoba), se constituyó una comisión de acreditación para definir estos temas y efectuar una propuesta integral.

*Como todo proyecto, lo primero es analizar bibliografía y experiencias previas, y consultar sistemas de acreditación de carreras de ingeniería en marcha. Allí nació una relación institucional con México, que hacía poco tiempo había creado el Consejo de Acreditación de Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) y estaba llevando a cabo su acreditación nacional. CACEI está integrado, entre otros, por la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI), que formó parte de la fundación de ASIBEI en diciembre de 1997. Comenzaba a transitarse el camino de la internacionalización de CONFEDI y la consolidación de las relaciones de la ingeniería iberoamericana. Cabe reconocer la implementación de los sistemas de aseguramiento de la calidad en Latinoamérica, a cargo del expresidente de CACEI, el maestro ingeniero Fernando Ocampo Canabal.*

La tarea de la comisión de acreditación se desarrolló durante el año 1999, con vistas a presentarlo en el plenario que tuvo lugar en el Instituto Tecnológico de Buenos Aires en mayo de 2000. Luego de un debate de tres días, se aprobó la propuesta de dimensiones e indicadores por unanimidad del plenario y posteriormente se presentó formalmente por parte del CONFEDI al Ministerio de Educación.

La CONEAU, puesta en marcha en 1996, comenzó el proceso de acreditación de carreras de grado con el título de medicina en 1999 en un proceso que abarcó 24 carreras solamente y significó una experiencia piloto en el país.

Allí introdujo un concepto que resultó fundamental para la toma de decisiones en la comisión de acreditación de CONFEDI y fue el concepto de acreditar carreras con compromisos de mejora.

Resumiendo, las carreras que cumplieran la totalidad de los estándares fijados se acreditarían por seis años y aquellas que no lo hicieran presentarían un plan de mejoras institucional para subsanar los déficits, acreditaría con compromisos de mejora por un lapso de tres años, tiempo en el cual sería verificada la ejecución del plan de mejoras y se extendería, en caso de cumplir en los tres años restantes.

Comenzaba una alineación con la mirada de CONFEDI de concebir la acreditación no como un fin en sí mismo, sino como una herramienta para el aseguramiento de la calidad.

En este contexto, otro debate tuvo que ver con el nivel de los estándares, y teniendo en cuenta la incipiente política de internacionalización de CONFEDI, la puesta en marcha de ASIBEI, las experiencias preexistentes y los primeros debates para la puesta en marcha del Sistema de Acreditación del MERCOSUR (luego ARCU-SUR), se decidió que la propuesta de estándares debía ser comparable con estándares internacionales. En 2001, en la Declaración de Monte Albán (México) se comenzó a utilizar el concepto de “sustancialmente equivalente”.

Éramos conscientes de que la mayoría de nuestras carreras no cumplirían con la totalidad de los estándares, pero el concepto del plan de mejoras fijado por la CONEAU significaba comenzar a transitar un proceso de mejora continua a partir del diagnóstico surgido de la autoevaluación y la evaluación externa.

Así fue y surgió el borrador de la propuesta final de estándares, a la que le faltaban las actividades reservadas y sobre las que, en consenso con el Ministerio de Educación, se decidió no abrir el debate sino tomar las incumbencias que en ese momento estaban vigentes para cada título de ingeniería y que regulaban el ejercicio profesional.

Esto implicó que las actividades reservadas no fueran tales en el sentido estricto del término, sino alcances de título, situación que a partir de 2013 se comenzó a debatir para todos los títulos declarados de interés público en Argentina (50 en total, de los cuales 25 son de ingeniería y 4 de ingeniería agropecuaria) y finalmente fue aprobado por el Consejo de Universidades en diciembre de 2017.

Paradojas del destino, volviendo al 2001, la propuesta de estándares fue aprobada por el Consejo de Universidades y fechada en un día histórico para la Argentina, el 20 de diciembre de 2001, día en que renunció el presidente

de la República y el país estaba sumido en la mayor crisis de su historia moderna.

En una primera etapa se aprobaron los estándares de trece (13) títulos, a los cuales se agregarían años después los ocho (8) restantes hasta llegar a las veintiún terminales (21) unificadas por CONFEDI. Con la redefinición de actividades reservadas, la cantidad de títulos actualmente es de veinticinco (25), que se agregan a los iniciales, las terminales de automotriz, biotecnología, ferroviaria y mecatrónica.

### **3. Proceso de acreditación de carreras de grado de ingeniería**

En este contexto de crisis a escala nacional que tuvo su pico económico y social en el segundo semestre de 2001 y el primero de 2002, las facultades de ingeniería fueron convocadas para acreditar las carreras en un contexto en el cual el desafío para las autoridades de esos momentos era, esencialmente, poder abonar los salarios del personal con la menor demora posible y hacer frente a los servicios básicos para mantener las universidades abiertas.

La CONEAU convocó a las regiones del país. Para las regiones Metropolitana y Cuyo el proceso de acreditación comenzaría el 1.º de junio de 2002, en las carreras de los 13 títulos incluidos en la Resolución 1232/01 de fijación de estándares para carreras de ingeniería. Durante el mismo proceso se decidió, de común acuerdo, separar el título de Ingeniería Hidráulica del de Ingeniería Civil, CONFEDI propuso los estándares y finalmente fueron 14 los títulos.

Si bien se compartía el proceso, la coyuntura nacional era muy compleja y por lo expuesto, corría mayo de 2002, a los decanos les resultaba prácticamente imposible comprometer fondos para un plan de mejoras cuando, como se dijo, las universidades tenían complicaciones para pagar los servicios básicos.

A pesar de todo, y con no pocos inconvenientes operativos y de implementación, tanto para la CONEAU como para las facultades, comenzó un proceso de acreditación que abarcó 237 carreras de ingeniería de facultades de universidades públicas y privadas que alcanzó el pico en los años 2003 y 2004.

Los resultados fueron los esperados en cuanto al cumplimiento de estándares, a saber:

<b>Terminal</b>	<b>6 años</b>	<b>3 años</b>	<b>No acreditó</b>	<b>Total</b>
Ingeniería Electrónica	3	32	6	41
Ingeniería Civil	1	36	3	40
Ingeniería Mecánica	2	28	1	31
Ingeniería Química	2	27	1	30
Ingeniería Electromecánica	0	22	3	25
Ingeniería Eléctrica	4	18	1	23
Ingeniería en Alimentos	1	15	4	20
Ingeniería Ambiental	0	3	2	5
Ingeniería Aeronáutica	1	3	1	5
Ingeniería en Minas	1	4	1	6
Ingeniería en Petróleo	1	3		4
Ingeniería en Materiales	1	2		3
Ingeniería Hidráulica	0	3		3
Ingeniería Nuclear		1		1
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>197</b>	<b>23</b>	<b>237</b>
<b>Porcentajes</b>	<b>7%</b>	<b>83</b>	<b>10%</b>	

Como se preveía, sólo el 7 % de las carreras de ingeniería cumplió los estándares, el 83 % acreditó con compromisos de mejoras y el 10 % no acreditó, con lo cual las carreras debieron dejar de inscribir ingresantes.

De estas 23 carreras, quince fueron cerradas definitivamente y las ocho restantes tuvieron la oportunidad de volver a solicitar la acreditación en 2006, cuando se realizó el proceso de cuatro (4) nuevas terminales.

En cuanto a los principales déficits detectados, a mediados de 2004, la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación convocó a una comisión de expertos, con la presencia de CONFEDI, y se analizaron los resultados de cada una de las dimensiones analizadas y los déficits detectados.

Dicha comisión, denominada 111, por ser creada por la Resolución SPU 111/2004, produjo, detallado por terminal, el siguiente informe que por razones de espacio se presenta de modo general para las 237 carreras:

### Cuerpo docente

Incrementar las actividades de investigación	132	56 %
Incrementar las dedicaciones	109	46 %
Incrementar las actividades de vinculación	91	38 %
Promover la formación de posgrado de los docentes	86	36 %
Aumentar el número de docentes ordinarios	70	30 %
Incrementar el número de docentes	61	26 %
Conformar un registro de antecedentes docentes de carácter público	46	19 %
Promover la formación de los docentes en la especialidad	30	13 %
Implementar un sistema de evaluación docente	23	10 %
Garantizar que todos los docentes posean título de grado	16	7 %
Incentivar la promoción de categorías docentes	11	5 %
Promover la actualización de los docentes	6	3 %

### Alumnos

Incorporar alumnos en actividades de investigación	63	27 %
Diseñar o implementar un sistema de seguimiento de alumnos	63	27 %
Diseñar o implementar un sistema de apoyo pedagógico	38	16 %
Diseñar o implementar estrategias para mejorar el ingreso de los alumnos	25	11 %
Diseñar o implementar estrategias de retención de alumnos	23	10 %
Incorporar alumnos en actividades de vinculación	7	3 %
Incorporar alumnos en actividades de docencia	5	2 %

### Plan de estudios - Ciencias básicas

Incluir análisis numérico	39	16 %
Incluir cálculo avanzado	29	12 %
Incluir contenidos de sistemas de representación	27	11 %
incluir cálculo numérico	14	6 %
Incluir óptica	11	5 %
Incluir contenidos de química	11	5 %
Incluir electromagnetismo	7	3 %
Incluir contenidos de probabilidad y estadística	2	1 %

### Plan de estudios - otras áreas

Incluir comunicación oral y escrita	37	16 %
Incluir gestión e impacto ambiental	35	15 %
Incluir programación en computación	31	13 %
Incluir higiene y seguridad del trabajo	26	11 %
Incluir ciencias sociales y humanas	15	6 %
Incluir hidráulica, obras hidráulicas	10	4 %
Incluir aeropuertos, puertos y vías navegables	8	3 %
Incluir inglés	8	3 %
Incluir formulación y evaluación de proyectos	6	3 %
Incluir hidrología	4	2 %
Incluir uso de instrumental de medición	3	1 %
Incluir organización industrial	3	1 %
Incluir ejecución y procesamiento de documentación técnica	1	0 %

### Formación práctica

Incorporar la práctica profesional supervisada al plan de estudios	74	31 %
Incrementar horas de trabajo experimental	72	30 %
Implementar la práctica profesional supervisada	44	19 %
Incrementar horas de proyecto y diseño	33	14 %
Incrementar horas de resolución de problemas abiertos de ingeniería	9	4 %
Incrementar horas de práctica profesional supervisada	1	0 %

### Gestión curricular

Mejorar la articulación vertical y horizontal	75	32 %
Diseñar o implementar un sistema de seguimiento del plan de estudio	41	17 %
Implementar convenios que garanticen la realización de la pps	2	1 %

### Infraestructura

Incorporar equipamiento de laboratorio	85	36 %
Mejorar la infraestructura de los laboratorios	53	22 %
Mejorar la infraestructura	31	13 %
Actualizar equipamiento de laboratorio	29	12 %
Incorporar equipamiento informático	26	11 %
Mejorar la infraestructura de los laboratorios de física	24	10 %
Mejorar la infraestructura de los laboratorios de química	16	7 %
Incorporar <i>software</i> específico para la carrera	14	6 %
Actualizar equipamiento informático	7	3 %

### Biblioteca

Incrementar el número de libros	102	43 %
Incrementar el número de publicaciones periódicas	56	24 %
Actualizar periódicamente la biblioteca	41	17 %
Incrementar el acceso a bibliotecas virtuales	29	12 %
Mejorar los espacios físicos	27	11 %

Posteriormente, acreditaron las siguientes terminales, con los resultados que siguen:

<b>Terminal</b>	<b>Año de acreditación</b>	<b>6 años</b>	<b>3 años</b>	<b>No acreditación</b>	<b>Total</b>
Agrimensura	2006/07	4	5		9
Biomédica	2006/07	2	3		5
Industrial	2006/07	7	22		29
Metalúrgica	2006/07		2		2
Telecomunicaciones	2008/09	1	6		7
Computación	2010/12	1	3		4
Informática/Sistemas	2010/12	12	42		56
<b>Total</b>		<b>27</b>	<b>83</b>		<b>112</b>
<b>Porcentajes</b>		<b>25%</b>	<b>75%</b>		

Como se observa en esta etapa de acreditación, ya no hubo carreras no acreditadas al finalizar la totalidad del proceso, y mejoró el porcentual de carreras que cumplían los estándares, así como la cantidad de compromisos disminuyó considerablemente.

La puesta en marcha de los planes de mejora en todas las facultades y un proyecto de mejoramiento desarrollado por el Ministerio de Educación en 2006 impactó directa e indirectamente en estas terminales.

#### **4. Proyecto de Mejoramiento de la Enseñanza de la Ingeniería (PROMEI)**

Finalizado el proceso de acreditación en 2004, sólo 17 de las 237 carreras cumplieron con todos los estándares y recibieron acreditación por seis años, mientras que a la mayoría se les otorgó por tres años y debieron poner en marcha planes de mejoras para superar las debilidades detectadas.

En el año 2005, la Secretaría de Políticas Universitarias realizó una convocatoria a las universidades estatales (203 de un total de 237 carreras), basada en los siguientes fundamentos:

- a. La formación del capital humano necesario, la incorporación del conocimiento científico y la innovación en los procesos productivos deben ser impulsadas a partir de la convergencia de las políticas educativa, científica y tecnológica para contribuir al desenvolvimiento de la competitividad de la economía argentina.
- b. En este contexto, una de las políticas prioritarias de la Secretaría de Políticas Universitarias desde 2003, es el mejoramiento del sistema nacional de formación de ingenieros ya que se trata de un campo profesional clave para el desarrollo económico nacional.
- c. La propuesta del Proyecto de Mejoramiento de la Enseñanza en Ingeniería (PROMEI) requiere la confluencia de tres dimensiones fundamentales: equidad, calidad y pertinencia, las cuales se explican a continuación:
  - Equidad: esta convocatoria constituye una presentación de proyectos no competitivos y con componentes cooperativos, con un financiamiento fijado por unidad académica, que permita mejorar la pertinencia y calidad de la totalidad del sistema nacional de gestión pública de formación de ingenieros.

- Calidad: la convocatoria está dirigida a carreras de ingeniería acreditadas en el marco de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). El PROMEI es un instrumento para el apoyo a los planes de mejoramiento que las instituciones se comprometieron a implementar para el cumplimiento de los estándares de calidad.
- Pertinencia: las carreras de ingeniería son prioritarias, dada la necesidad del país de contar con mayor cantidad de ingenieros formados de acuerdo con estándares de calidad nacionales e internacionales. Por ello, además de lo expuesto, en el marco de los objetivos generales del PROMEI se establece que las unidades académicas consideren la puesta en marcha o consolidación de actividades que impacten en el desarrollo local y regional, atendiendo a la sustentabilidad y la responsabilidad en el uso y preservación de los recursos naturales.

De acuerdo con estos fundamentos y consideraciones, 31 universidades presentaron 70 proyectos correspondientes a sendas facultades o unidades académicas que abarcaron un total de 197 carreras de universidades públicas, el 100 % de las que estaban en condiciones de hacerlo, ya que las seis (6) restantes fueron discontinuadas por las universidades. Los proyectos PROMEI, de alcance trianual, se implementaron a partir de 2006 y finalizaron su aplicación en el año 2009.

El proyecto PROMEI abarcó los siguientes subproyectos:

- Mejoramiento del ciclo de especialización: Abarcó actividades relacionadas con mejora en la formación de los futuros ingenieros, convenios interinstitucionales, formación y actualización de la planta docente y adquisición de equipamiento, *software*, computadoras, bibliografía y elementos de seguridad necesarios para asegurar la formación práctica de los alumnos.
- Mejoramiento del ciclo básico: similar al anterior, pero además, y considerando que el ciclo básico es común para las 14 especialidades, se impulsó la formación de consorcios de universidades para acordar el reconocimiento automático del ciclo.
- Recursos humanos académicos: el objetivo fue incrementar el porcentaje de docentes con dedicación exclusiva para asegurar las actividades de investigación, vinculación y transferencia tecnológica de las facultades de ingeniería. Destinado a docentes investigadores, se aprobaron más de 2000 aumentos de dedicación o radicaciones, y se incrementó la cantidad

de docentes con dedicación exclusiva en un 70 %, aproximadamente, y pasó del 17 al 28 % de la planta docente total.

- Docentes para ciencias básicas: asignación de alrededor de 700 cargos de auxiliares de docencia para mejorar y asegurar una adecuada relación docente-alumno en las ciencias básicas, especialmente en el primer año de la carrera.
- Sistemas de tutorías: se asignaron 1.550 módulos tutores para apoyar la puesta en marcha de sistemas de tutorías propuestos por las universidades y mejorar los índices de retención y rendimiento académico en el primer y segundo año de la carrera.
- Becas de fin de carrera: como dato relevante, la necesidad de las empresas de tener mano de obra calificada llevó a que alumnos de años avanzados de ingeniería abandonaran o postergaran excesivamente su carrera, lo que dio lugar a una deserción tardía del orden del 20 %. Las becas de fin de carrera se destinaron a alumnos con segundo año aprobado, buen rendimiento académico y necesidad socioeconómica. Se implementó entre 2006 y 2008 con 391 beneficiarios y una tasa de retención de becarios del 81 % entre 2006 y 2008. En 2009 se puso en marcha el Sistema Nacional de Becas Bicentenario para estudiantes de carreras prioritarias. Actualmente hay alrededor de 20.000 estudiantes de ingeniería becados por año.
- Conectividad: destinado a la adquisición de 66 salas de videoconferencia y aulas virtuales para interconectar virtualmente las 70 unidades académicas participantes en el proyecto.

## **5. Resultados de impacto**

El objetivo primario de PROMEI fue apoyar los planes de mejoras surgidos del proceso de acreditación. En 2009, ante el vencimiento de los seis años del periodo, se decidió mantener los estándares vigentes con vistas al segundo ciclo de acreditación.

Los resultados de las 19 terminales que completaron el segundo ciclo de acreditación son los siguientes:

<b>Terminal</b>	<b>6 años</b>	<b>3 años</b>	<b>Total</b>
Aeronáutica	4	0	4
Agrimensura	6	4	10
Alimentos	14	5	19
Ambiental	1	3	4
Biomédica	5	0	5
Civil	24	13	37
Electricista	11	11	22
Electromecánica	17	7	24
Electrónica	25	12	37
Hidráulica	3	0	3
Industrial	29	13	42
Materiales	1	2	3
Mecánica	23	8	31
Metalúrgica	1	1	2
Minas	3	2	5
Nuclear	1	0	1
Petróleo	2	2	4
Química	22	7	29
Telecomunicaciones	3	0	3
<b>Total</b>	<b>214</b>	<b>98</b>	<b>312</b>
<b>Porcentajes</b>	<b>69%</b>	<b>31%</b>	

Se pasó de un 7 a un 69 % de carreras que cumplían todos los estándares y las que no lo hicieron fueron por unos pocos compromisos, relacionados fundamentalmente con la dimensión seguridad de infraestructuras, atento a la puesta en marcha de nuevas disposiciones legales para el sistema universitario. Como ejemplo va el único compromiso de las once (11) carreras de una muy prestigiosa unidad académica de ingeniería de una universidad nacional:

“Adecuar los espacios (aulas y laboratorios) utilizados por la carrera a los efectos de subsanar las insuficiencias detectadas en cuanto a los aspectos que a continuación se enumeran: apertura de puertas al exterior, salidas de emergencia, colocación de luces de emergencia, alarmas y cartelera de evacuación, cartelera con números de emergencia médica y bomberos, indicaciones de primeros auxilios, botiquín de primeros auxilios, extintores,

lavajos, edificación de un depósito transitorio de residuos peligrosos (área química), realización de ensayos a la caldera y programas de simulacro de evacuación por terremotos e incendios”.

Entre 2013 y 2014 la CONEAU verificó el cumplimiento de los compromisos asumidos. Las 98 carreras cumplieron con sus compromisos y se extendió el período por los tres años restantes, con lo cual se cerró el segundo ciclo de acreditación con el 100 % de las carreras de ingeniería cumpliendo los estándares.

*Este proceso, que se extendió por aproximadamente una década, implicó nuevamente una confluencia de factores entre las políticas macro y la realidad de las instituciones formadoras de ingenieros.*

*Ante una necesidad no satisfecha de ingenieros en el país, el Gobierno nacional las declaró carreras prioritarias en 2003, y de modo inmediato CONFEDI realizó una propuesta para la década denominada “Hacia el aseguramiento de la calidad”. Esa propuesta, enmarcada en los lineamientos de política pública del Ministerio de Educación, fue trabajada y dio origen al “Proyecto de mejoramiento de la ingeniería”. Año a año se medían las metas físicas solicitadas por el Ministerio de Economía y finalmente se llegó al fin de la primera década del siglo, con los objetivos planteados cumplidos. Las facultades de ingeniería supieron aprovechar con creces los proyectos especiales y sirvieron como parámetros para otras disciplinas.*

*Al PROMEI le siguieron PROMAGRO (Agronomía), PROMFyB (Bioquímica y Farmacia), PROMINF (Informática, Sistemas y Computación), PROMFORZ (Forestal, Zootecnista y Medioambiente), PROMODO (Odontología), PROMARQ (Arquitectura), PROMED (Medicina), PROMQUI (Química) y PROMBIO (Biología).*

*El proceso iniciado en 1992 con la unificación curricular de la ingeniería argentina finalizó en 2010, en una confluencia de las políticas públicas en la que el “secreto” fue que CONFEDI tenía respuestas inmediatas y consensuadas a los planteamientos de política pública. Visión estratégica y proyectos factibles de implementar permitieron estar en el lugar adecuado en el momento justo. Se había terminado una época, y se debía ir por más, ya no alcanzaba con proyectos, era fundamental pensar en un plan estratégico para las próximas dos décadas.*

## 6. Plan estratégico de formación de ingenieros (PEFI)

El 5 de noviembre de 2012, la presidente de la nación, Cristina Fernández lanzó formalmente el “Plan estratégico de formación de ingenieros 2012-2020”, con acciones definidas para el periodo 2012-2016.

*Se expresó en el momento: “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 aumentando el número de profesionales. La meta propuesta es tener la mayor tasa de graduados por año de Latinoamérica, que es de un nuevo ingeniero cada 4.000 habitantes por año, es decir, 10.000 nuevos graduados por año.*

*Además de ello, es necesario continuar con los cambios en los paradigmas de la formación, de modo que estén preparados para el desarrollo sostenible. Esto 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 con el conocimiento de contenidos, sino inculcar, durante el proceso formativo, competencias, capacidades, actitudes y aptitudes que permitan generar un profesional de alta formación técnica, con compromiso social, conciencia ambiental y 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”.*

Entre los impactos de los proyectos de mejoramiento, la evolución del rendimiento académico de las carreras con planes de mejora de universidades públicas se presenta en la siguiente tabla.

Evolución de alumnos de ingeniería con planes de mejora (PROMEI)  
(19 terminales) Universidades Públicas

<b>Tipo de alumnos</b>	<b>Año 2003</b>	<b>Año 2009</b>	<b>Evolución 2003/2009</b>
Ingresantes	19.900	22.743	14 %
Reinscritos	67.720	81.752	21 %
Total	87.620	104.495	19 %
Avanzados (con +26 materias)	13.048	20.878	60 %
% Avanzados / Reinscritos	19%	26%	
Graduados	3.119	3.859	24 %

El PEFI se basó en tres ejes:

<b>Eje</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Objetivos específicos</b>
Mejoramiento de indicadores académicos	Incrementar la cantidad de graduados en ingeniería en un 50 % en 2016, y en un 100 % en 2021, en relación con el año 2009, en forma gradual en carreras que completen el segundo proceso de acreditación. Asegurar el logro de competencias de egreso.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Generar vocaciones tempranas y facilitar el tránsito entre niveles educativos.</li> <li>2. Incrementar la retención en el ciclo básico.</li> <li>3. Incrementar la retención en el ciclo de especialización.</li> <li>4. Incrementar la graduación de alumnos avanzados.</li> </ol>

<b>Eje</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Objetivos específicos</b>
Aporte al desarrollo territorial	<p>Asegurar los perfiles de formación y la cantidad de recursos humanos necesarios para la consolidación de cadenas productivas de valor en el territorio.</p> <p>Orientar las actividades de investigación, desarrollo y transferencia del conocimiento en temas de alto impacto tecnológico, de inclusión social y cuidado ambiental en el territorio.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Poner en marcha el Consejo Consultivo Nacional de Educación Superior en Ingeniería para el Desarrollo Sostenible.</li> <li>2. Poner en marcha observatorios de recursos humanos de alcance territorial.</li> <li>3. Incrementar las actividades de investigación, desarrollo, transferencia, vinculación e innovación en Ingeniería.</li> </ol>
Internacionalización	Presencia internacional de la ingeniería argentina.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Consolidar y ampliar proyectos de cooperación con países de Latinoamérica y reconocer sistemas de acreditación nacionales.</li> <li>2. Consolidar y ampliar proyectos de cooperación con países de la Unión Europea.</li> <li>3. Mantener presencia activa en foros educativos internacionales.</li> </ol>

La implementación del PEFI implicó la puesta en marcha de proyectos tendientes a cumplir con cada uno de los objetivos genéricos y específicos.

Entre los más destacados se mencionan los siguientes:

### *Eje A. Indicadores académicos*

- Proyecto de articulación universidad-escuela secundaria para asegurar competencias de egreso del secundario. Propuesta original de CONFEDI sobre competencias de ingreso a carreras de ingeniería. (En 2017, el Ministerio de Educación aprobó el Programa NEXOS de articulación de los niveles educativos y el primer objetivo general es el logro de las competencias de egreso del secundario).
- Programa Nacional de Becas Bicentenario para carreras prioritarias.
- Subprograma de Becas Bicentenario para estudiantes de ingeniería en etapas avanzadas.
- Subprograma de acciones complementarias para apoyo a ingresantes.
- Proyecto de implementación de *software* de gestión para la gestión integral de alumnos (SIU-Guaraní) y análisis estadísticos de niveles de logro de los estudiantes.
- Desarrollo del sistema SIU-Guaraní 3.x para la gestión de planes de estudios basados en competencias.
- Proyecto Delta-G de apoyo a la graduación de estudiantes avanzados que trabajan.
- Redefinición de las actividades reservadas de todos los títulos declarados de interés público, separando el concepto de actividades reservadas (definidas por el estado nacional) y alcances de título (definidas por la universidad).

### *Eje B. Aporte al desarrollo territorial*

- Aprobación por parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva del Sistema Nacional de Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTS), propuesto por CONFEDI en 2011.
- Proyecto Doctorar Ingeniería y Agronomía para apoyar la adecuación de los doctorados en ingeniería en tecnológicos y becar a cerca de 300 doctorandos en tesis relacionadas con proyectos de desarrollo tecnológico y social.
- Proyecto de Observatorios Territoriales de Demanda de Recursos Humanos. Puesto en marcha para el área de informática, sistemas y computación. En agenda para poner en marcha en 2018 por parte del Ministerio de Educación de la Nación, de acuerdo con las jurisdicciones provinciales.
- Desarrollo de aplicaciones para la industria como la computadora industrial abierta argentina (CIAA), desarrollada por la Red de Universidades de Sistemas Embebidos en conjunto con la Cámara Argentina de Empresas Electromecánicas y Electrónicas (CADIEEL).

- Apoyo a la puesta en marcha de once (11) carreras de ingeniería en áreas de vacancia territoriales o nacionales (mecatrónica, ferroviaria y biotecnología).
- Apoyo a la puesta en marcha de 55 carreras de técnicos universitarios en áreas de vacancia territoriales.

### *Eje C. Internacionalización*

- Incremento de los proyectos de movilidad e intercambio con países del MERCOSUR.
- Puesta en marcha del Proyecto JIMA de intercambio y movilidad con México.
- Apoyo a la puesta en marcha del Proyecto FINAM, coordinado por la OEA y ASIBEI.
- Aprobación del plan estratégico de reconocimiento automático de titulaciones de ingeniería, agronomía y medicina, acreditadas por el Sistema ARCUSUR en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Se ha sumado Bolivia al acuerdo. Se implementará en su totalidad en 2019.
- Reconocimiento automático con Chile de títulos de ingeniería, agronomía y medicina acreditados por la respectiva entidad en cada país.
- Apoyo para la puesta en marcha del Rally Latinoamericano de la Innovación.
- Proyectos de carreras de posgrado de doble titulación con Alemania.
- Incremento de los proyectos de movilidad e intercambio con Alemania.
- Puesta en marcha del proyecto ARFITEC con Francia.
- Acuerdo con Italia para la puesta en marcha del proyecto ITARTEC, en 2019.
- Apoyo a la presencia de CONFEDI en la World Federation of Engineering Organizations (WFEO), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES) y la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI).

## **6. Hacia el 2030**

El cambio de Gobierno nacional en 2015, con un planteamiento muy distinto en cuanto a modelos de desarrollo, hizo que se discontinuaran algunos proyectos, pero en el caso de la ingeniería, se fueron retomando gradualmente y se ajustaron a la nueva realidad.

Como se indicó en los párrafos anteriores, algunos proyectos se continuaron, y otros se retomaron luego de algunos cambios en el nivel macro.

En diciembre de 2017 se aprobó el nuevo esquema de actividades reservadas, que es el mandante para definir los nuevos estándares de acreditación y además con un esquema diferente de acreditación institucional y de carreras por separado.

CONFEDI llevó a cabo el trabajo de acordar una propuesta de estándares denominada de segunda generación, en la que, entre otros aspectos, se pretende asegurar las competencias de egreso y el perfil del ingeniero iberoamericano propuesto por ASIBEI, y cumplir con los requisitos de buenas prácticas acordadas por las acreditadoras internacionales.

Todo lo realizado en los años anteriores ha generado una fortaleza sistémica que permite hacer frente a estos desafíos. La agenda indica que esta propuesta de estándares debería ser aprobada por el Ministerio de Educación durante 2018, con lo que el tercer ciclo de acreditación se pondrá en marcha con un nuevo concepto de aseguramiento de la calidad, entendida esencialmente como el aseguramiento de un perfil de egreso predefinido. Se deberán acreditar entre el segundo semestre de 2019 y el primero de 2020 todas las carreras de ingeniería del país y certificar el cumplimiento de los estándares propuestos, en cuya implementación se está trabajando arduamente desde CONFEDI y en cada una de las redes de directores de carreras.

Quedan otros desafíos en cada uno de los ejes propuestos por el plan estratégico. Los datos de año 2016 indican que se graduaron 7051 nuevos ingenieros con una curva ascendente, aunque con una pendiente menor que la prevista. El PEFI pretendía 7500 en ese año, con vistas a llegar a los 10.000 en 2020. El desafío continúa.

El aporte de la ingeniería al desarrollo territorial, en especial al de productos y servicios basados en el conocimiento (SBC), es otro aspecto para seguir impulsando. El 54 % de los PDT aprobados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva pertenecen a las áreas de ingeniería, agronomía y materiales. El impulso a los doctorados tecnológicos, cuya red se conformó en CONFEDI, es un aspecto de vital importancia. La consolidación de las versiones locales del Rally Latinoamericano de la Innovación será otro elemento para determinar problemas locales, la puesta en marcha de proyectos de vinculación y transferencia y la incorporación de estudiantes a estos proyectos.

Finalmente, se entiende que se han generado las bases para la creación del Espacio Latinoamericano de Educación en Ingeniería, basados en un perfil de

egreso consensuado en cuanto a que es necesario formar ingenieros globales con pertinencia territorial, programas de movilidad e intercambio y el aseguramiento de la calidad a partir de sistemas de acreditación sustancialmente equivalentes.

*Nuevamente, CONFEDI en Argentina y ASIBEI en Iberoamérica y particularmente en Latinoamérica, tienen respuestas concretas e inmediatas en cada uno de estos aspectos y es necesario esperar el momento y la oportunidad. Cada vez más, el logro en un país tendrá impacto en los países vecinos.*

*El desarrollo futuro del mundo dependerá de las nuevas generaciones de ingenieros, a las cuales se tiene la enorme, irrenunciable, desafiante y apasionante responsabilidad de formar.*

## **Bibliografía**

- Página web de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires  
<http://www.fi.uba.ar/es/node/27>
- Página web de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba [http://www.portal.efn.uncor.edu/?page\\_id=71](http://www.portal.efn.uncor.edu/?page_id=71)
- Página web de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan <http://www.fi.unsj.edu.ar/institucionalHistoria.php>
- Página web de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral <http://www.fiq.unl.edu.ar/pages/institucional/historia.php>
- Página web de la Universidad Tecnológica Nacional <http://www.seu.utn.edu.ar/cultura-y-comunicacion/memorias-utenianas/universidad-obrera-nacional-historia.php>
- Página web de CONFEDI <https://confedi.org.ar/quienes-somos/>
- Página web de CONFEDI <https://confedi.org.ar/libro-azul-y-libro-verde/>
- Unificación curricular de la ingeniería argentina CONFEDI 1996 (Libro Azul).
- Propuesta de Manual de acreditación para carreras de grado de ingeniería CONFEDI 2000 (Libro Verde).
- Página web de ASIBEI. <http://www.asibei.net/>
- Informe preliminar de la comisión ad-hoc creada por Resolución SPU 111/04 sobre análisis del primer proceso de acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina. Victoria Guerrini, Fabián Irassar y Daniel Morano.
- Bases para la convocatoria a las carreras de ingeniería de Argentina al Proyecto de Mejoramiento de Enseñanza de la Ingeniería (PROMEI).
- Informes de ejecución e indicadores de logro del Proyecto PROMEI. Coordinador del Programa de Calidad Universitaria del Ministerio de Educación Ing. Daniel Morano.
- Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016. Coordinador del Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016 del Minis-

terio de Educación Ing. Daniel Morano. <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005669.pdf>

Propuesta de estándares de 2° generación para acreditación de carreras de ingeniería CONFEDI 2018 (Libro Rojo). <https://confedi.org.ar/download/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018.pdf>

---

# **Diseñando los nuevos estándares de acreditación de carreras de ingeniería en Argentina. Aseguramiento de la calidad y mejora de la educación en ingeniería**

Roberto Giordano Lerena - rogiord@ufasta.edu.ar <sup>8</sup>

## **Introducción**

La educación está viviendo tiempos de profundas transformaciones, en todos los niveles y en todas las disciplinas, en la Argentina y en el mundo.

Las últimas décadas han generado una serie de cambios en el mundo que han afectado directamente a la educación y le han impuesto nuevos elementos y aspectos por considerar en el proceso y producto; en el caso de la educación universitaria, ese producto es el profesional que la sociedad demanda.

La educación en ingeniería no es una excepción, todo lo contrario. El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería lo tiene claro y por eso hace más de 30 años trabaja para que la educación en ingeniería se desarrolle y evolucione consistentemente con los avances del mundo y las exigencias de la sociedad.

Desde principios de este milenio, la educación en ingeniería transitó un proceso sostenido de aseguramiento de la calidad, determinado por la acreditación de sus carreras, declaradas de impacto social conforme al artículo 43 de la Ley de Educación Superior que establece como tales a aquellas profesiones

---

<sup>8</sup> Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad FASTA. Presidente del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI).

reguladas por el Estado, cuyo ejercicio pueda comprometer el interés público, poniendo en riesgo directo la salud, la seguridad y los bienes de los habitantes.

Prácticamente la totalidad de las especialidades de la ingeniería pertenecen al mencionado art. 43 y todas las facultades, estatales y privadas, han pasado por un proceso de acreditación de sus carreras que asegura el cumplimiento de las exigencias de calidad dispuestas para ellas.

El proceso no fue fácil. Los estándares de acreditación de la calidad establecidos fueron sumamente pretenciosos y demandaron un gran esfuerzo de las facultades por alcanzar los niveles de calidad requeridos.

Al cumplirse dos ciclos de acreditación de carreras de ingeniería en Argentina, el CONFEDI realiza un análisis de los nuevos escenarios y desafíos que visualiza y en el marco del proceso de redacción de estándares de acreditación, consistente con éstos. Este artículo pretende poner marco y describir ese proceso.

## **Marco formal para la acreditación de carreras en Argentina**

El artículo 43 de la Ley 24.521 de Educación Superior de la República Argentina establece:

“Cuando se trate de títulos correspondientes a profesiones reguladas por el Estado, cuyo ejercicio pudiera comprometer el interés público poniendo en riesgo de modo directo la salud, la seguridad, los derechos, los bienes o la formación de los habitantes, se requerirá que se respeten, además de la carga horaria a la que hace referencia el artículo anterior, los siguientes requisitos:

- a. Los planes de estudio deberán tener en cuenta los contenidos curriculares básicos y los criterios sobre intensidad de la formación práctica que establezca el Ministerio de Cultura y Educación, en acuerdo con el Consejo de Universidades.
- b. Las carreras respectivas deberán ser acreditadas periódicamente por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria o por entidades privadas constituidas con ese fin, debidamente reconocidas.

El Ministerio de Cultura y Educación determinará con criterio restrictivo, en acuerdo con el Consejo de Universidades, la nómina de tales títulos, así como las actividades profesionales reservadas exclusivamente para ellos.

La Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) es una agencia pública de evaluación de instituciones y de carreras de grado y de posgrado. Fue creada por la Ley de Educación Superior (LES) de 1995 y está en funcionamiento desde 1996. Es un organismo público descentralizado que funciona en jurisdicción del Ministerio de Educación, con la finalidad de garantizar la fe pública a través de procesos sistemáticos de evaluación y acreditación, contribuyendo al mejoramiento de la calidad educativa.

Entre otras, son funciones de la CONEAU: a) coordinar y llevar adelante la evaluación externa que toda institución universitaria está obligada a hacer como mínimo cada seis años; b) acreditar las carreras de grado cuando se trate de títulos correspondientes a profesiones reguladas por el Estado, cuyo ejercicio pudiera comprometer el interés público poniendo en riesgo de modo directo la salud, la seguridad, los derechos, los bienes o la formación de los habitantes.

La evaluación institucional en la Argentina responde fundamentalmente a propósitos de mejoramiento de la calidad, mientras que la acreditación de carreras está focalizada en el aseguramiento de un nivel de calidad establecido por estándares previamente definidos [1]. Desde su puesta en vigencia, el sistema de evaluación y acreditación ha dinamizado las instancias de gestión y producción de consenso del sistema universitario en su conjunto y ha asegurado la calidad de las carreras reguladas por el Estado.

Para estas carreras, los planes de estudios deben tener en cuenta los contenidos curriculares básicos y los criterios sobre la intensidad de la formación práctica que establezca el Ministerio de Educación, de acuerdo con el Consejo de Universidades (CU). En este sentido, es necesario contar con una determinación de las condiciones mínimas de calidad que las instituciones deben asegurar, compiladas en los “estándares de acreditación”. El CU, que representa a todos los rectores de universidades públicas y privadas, es el que participa, como interesado, en la definición de las actividades reservadas para cada título y los consecuentes estándares para la acreditación de carreras del art. 43 de la LES. La misma LES dice que el ministerio determinará con criterio restrictivo, de acuerdo con el CU, la nómina de los títulos incluidos en la exigencia de acreditación, así como las actividades profesionales reservadas exclusivamente para ellos.

El proceso de evaluación y acreditación de las carreras está a cargo de comités de pares, con reuniones de consistencia entre ellos, para asegurar criterios comunes de evaluación y acreditación. Los pares tienen la misión de evaluar las carreras, señalar los aspectos favorables y desfavorables, formular propuestas para mejorar su calidad y proponer la acreditación para el periodo que corresponda (3 o 6 años) o la no acreditación. Ésta se otorga por seis años si se cumple plenamente con el perfil de acreditación previsto por los estándares y por tres años en los casos en los que, si bien no se alcanza lo establecido, hay elementos suficientes para considerar que la carrera desarrolla estrategias efectivas de mejoramiento para lograrlo. Es muy importante señalar que la acreditación de las carreras citadas en el art. 43 determina la validez oficial del título. Para Fernández Lamarra [2], este es uno de los motivos por los cuales los procesos de acreditación han tenido mayor participación de las instituciones universitarias, por lo cual es un indicador fuerte en materia de calidad.

En 1999, el Ministerio de Educación estableció la inclusión en dicha nómina de la carrera de medicina y fijó los estándares y criterios académicos, organizativos y pedagógicos por tener en cuenta para el proceso de acreditación. Cabe señalar que el ministerio y el CU, para establecer los estándares y criterios, contaron con una propuesta elaborada por la Asociación de Facultades de Medicina de la República Argentina (AFACIMERA). A partir de la decisión ministerial, la CONEAU, en ese mismo año 1999, hizo una convocatoria de carácter voluntario y concluida ésta formuló una segunda convocatoria de carácter obligatorio, con lo cual dio inicio al proceso de acreditación de carreras de grado del art. 43 en Argentina.

En diciembre de 2001, continuando con el proceso en el ámbito nacional, el Ministerio de Educación, de acuerdo con el CU, aprobó los contenidos curriculares básicos, la carga horaria mínima, los criterios de intensidad de la formación práctica y los estándares para la acreditación de las carreras correspondientes a trece títulos de ingeniería: aeronáutica, de alimentos, ambiental, civil, electricista, electromecánica, electrónica, de materiales, mecánica, de minas, nuclear, de petróleo y química. Estos estándares se establecieron a partir de la propuesta elaborada por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), entidad que representa a las facultades de ingeniería de Argentina, y constituyen el primer paso en orden al aseguramiento de la calidad en carreras de ingeniería en Argentina.

## **Sobre la acreditación de las ingenierías en Argentina (Breve reseña 1998-2016)**

El proceso de definición de estándares previo a la acreditación de carreras de ingeniería tuvo su principal antecedente en la homogeneización de titulaciones, lo que dio como resultado el denominado *Libro azul del CONFEDI*, proyecto llevado a cabo entre 1992 y 1996 con apoyo del Instituto de Cooperación Iberoamericano (ICI). El resultado del trabajo concluyó en una nómina de 21 titulaciones o carreras, denominadas “terminales” de la ingeniería, que conformaban el universo de las carreras de ingeniería en Argentina (el proceso había comenzado con 68 terminales). Ese mismo trabajo consensuó los contenidos mínimos exigibles (55 % del total del plan de estudios) de las 21 terminales, e incorporó los laboratorios de práctica que se consideraban necesarios y recomendables en cada caso.

En 1998 se conformó en el seno de CONFEDI una comisión para redactar la propuesta de estándares de acreditación de carreras de grado de ingeniería en la República Argentina que, tomando como base los acuerdos del *Libro azul* en cuanto a titulaciones, contenidos y formación práctica, redactó los indicadores por evaluar en cada una de las dimensiones institucionales y académicas para asegurar la calidad de la formación de ingenieros y las actividades reservadas de cada titulación.

Concluida la tarea, en el mes de mayo del 2000, CONFEDI presentó la propuesta y le solicitó al Ministerio de Educación la incorporación de las 21 terminales al art. 43 (reconocimiento de carrera regulada por el Estado) y la aprobación de los estándares de acreditación, cosa que fue ocurriendo por etapas, con una primera incorporación importante en 2001.

En ese contexto, y a efectos de fundamentar la incorporación al art. 43 de las carreras de ingeniería y fijar el marco en el cual se debían definir los estándares de calidad que determinarían el proceso de acreditación, el mismo CONFEDI debió confeccionar (con la participación de los referentes de las terminales) las “actividades reservadas” de cada una.

En un país donde el título universitario es habilitante para el ejercicio de la profesión, la descripción taxativa de las actividades reservadas de una carrera constituye un aspecto fundamental a la hora de definir el campo de acción exclusivo de tales profesionales. Una vez definidas las actividades reservadas al título de una carrera comprendida en los términos del art. 43, le corresponde a la

Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU), creada por la LES al efecto, proceder con los mecanismos de acreditación para asegurar el cumplimiento de los estándares educativos de calidad exigidos, de modo que se puedan brindar garantías a la sociedad sobre la competencia e idoneidad de los graduados.

El artículo 43 de la LES expresa que “El Ministerio de Educación, en acuerdo con el Consejo de Universidades, fijará la nómina de las titulaciones reguladas por el Estado” y “determinará con carácter restrictivo, las actividades reservadas exclusivamente a las mismas”. Como expresa Recabarren [3], claramente, las actividades profesionales constituyen nichos laborales que pueden interesar a más de una titulación, lo que genera conflictos de muy difícil solución, cosa que ocurrió en Argentina, luego de este proceso. A más de 20 años de la sanción de la LES, y 15 de la especificación de actividades reservadas para las carreras de ingeniería (y de otras disciplinas en general), la cuestión no había sido resuelta satisfactoriamente.

Una serie de resoluciones del Ministerio de Educación establecieron los estándares de acreditación; entre ellas las siguientes: 1232/01, 1054/02, 13/04, 1603/04, 1610/04, 1456/06, 786/09.

A partir de 2002, la CONEAU comenzó con el proceso de acreditación de las terminales de ingeniería. Diferentes convocatorias, en general cada tres años, iban cubriendo la totalidad de las terminales y carreras de las unidades académicas. Las carreras se fueron acreditando y reacreditando durante 16 años. Al cabo de 16 años y 2 periodos de acreditación completos, todas las carreras de ingeniería del art. 43 han sido acreditadas en Argentina, lo cual asegura la calidad de éstas.

### **Sobre la redacción de los primeros estándares de acreditación de ingeniería en Argentina**

Volviendo a los estándares de acreditación, podemos decir que los primeros existentes (aún vigentes), fueron fundamentalmente redactados por expertos convocados por CONFEDI. En los mismos se fijaban las actividades reservadas de cada título. El concepto de actividades reservadas era considerado (erróneamente) como sinónimo del alcance profesional, en el marco de su terminal. Esto significa “Todo lo que el ingeniero hace”. La especificación de las actividades reservadas, realizada con un sentido amplio por los propios interesados, había sido inclusiva de todas las actividades propias del ejercicio

profesional del ingeniero (de cada terminal). De ahí que muchas actividades profesionales fueran erróneamente consideradas como “reservadas” o exclusivas de cada título. Sin entrar en detalles, y en el extremo, cualquier actividad como “colaborar...”, “participar de...”, no podrían ser exclusivas de ninguna terminal; sin embargo, figuraban como actividades reservadas, pese a no requerir un título profesional para su concreción y, por supuesto, no ponen “en riesgo de modo directo la salud, la seguridad, los derechos, los bienes o la formación de los habitantes”. Expresadas así, las actividades reservadas se transformaron, de facto, en el “alcance” o “incumbencias” del título.

La carga horaria, los contenidos curriculares básicos y los criterios sobre intensidad de la formación práctica de los planes de estudios se ajustaron en los estándares a esa definición amplia de actividades reservadas. La exigencia respecto de los contenidos mínimos en estos estándares contempla el 55 % del total, considerados como la base de homogeneización a escala nacional. El 45 % restante queda en manos de cada universidad para dar lugar a la formación del perfil institucional de sus egresados. Además, los estándares abordaban aspectos exigibles tanto de la unidad académica donde se dicta la carrera como de ésta.

Con estos estándares de acreditación, hoy denominados de “primera generación”, se acreditaron todas las carreras del país desde 2001 hasta la actualidad.

### **La revisión de las actividades reservadas por parte del Consejo Interuniversitario Nacional**

Como plantea Recabarren [3] en su trabajo, previamente a la sanción de la LES, el Decreto 256/94 acuñó dos términos que se instalaron como parte de las definiciones en relación con los mecanismos para nominar la habilitación profesional: Incumbencias y Alcances del título. Este decreto denominó Incumbencias a las actividades profesionales comprendidas en los alcances del título cuyo ejercicio pudiera comprometer el interés público. La LES, posteriormente, incluyó el concepto de actividades profesionales reservadas, y no se empleó más el término *incumbencia* para referirse a ellas.

Se entiende por “alcances de un título” el conjunto de actividades del ejercicio de una profesión, para las que el graduado es competente. Las fijan las instituciones universitarias.

Son “profesiones reguladas por el Estado” aquellas que tienen actividades profesionales que pueden comprometer el interés público, poniendo en riesgo de modo directo la salud, la seguridad, los derechos, los bienes o la formación de los habitantes. Las actividades profesionales cuyo ejercicio puede generar estos riesgos se denominan “actividades reservadas”. En la actualidad, se habla de incumbencias para referirse a las actividades profesionales de las carreras comprendidas en el artículo 42 y de “actividades reservadas”, en el caso de las del artículo 43.

Por otra parte, algunas de las actividades enunciadas en títulos del artículo 43 también son competencia de titulaciones del artículo 42, sin que exista solapamiento de actividades reservadas entre ambos grupos de carreras. A diferencia de las actividades reservadas, los alcances sí pueden superponerse. Esto implica que carreras reguladas y no reguladas pueden compartir sus alcances.

En cuanto al concepto de riesgo expresado en la ley, es fundamental recalcar su condición de directo, es decir, debe surgir de la actuación profesional, sin mediación, o mediada sólo bajo la responsabilidad del profesional.

Como se expresó previamente, las actividades reservadas de los estándares de primera generación no habían sido redactadas con el espíritu que fija la ley, lo que generó una serie de conflictos en el campo profesional. Ante esta situación, un documento publicado por el CIN en mayo de 2013, “Doctrina de las carreras comprendidas en el art. 43 de la LES...”, se plantean cuatro posibles cursos de acción: a) modificar las actividades reservadas ya establecidas; b) modificar el art. 43; c) atender cada situación problemática en forma particular; d) no hacer nada.

En 2012, el CIN optó por la primera de estas posibilidades, y generó en 2013 un proceso de revisión de las actividades reservadas por parte del mencionado consejo.

El CIN comenzó a trabajar en la modificación de las actividades reservadas de todas las titulaciones, y llevó a cabo una importante etapa preparatoria, en la que se tomó en cuenta alcanzar acuerdos de unificación de criterios sobre la interpretación de los términos de la norma y la cronología del proceso, a fin de no cometer nuevamente errores en la implementación que condujeron a la situación que se desea resolver. La tarea recayó en la subcomisión “del artículo 43” de la Comisión de Asuntos Académicos.

Recabarren [3] señala algunas cuestiones destacables que caracterizan el proceso de revisión. Uno de los aspectos relevantes tuvo que ver con la cronología del proceso. En la primera implementación el proceso se hizo en forma secuencial, una titulación después de otra. Esto generó dificultad en la redacción a medida que el proceso avanzaba, dado que las primeras carreras aprobadas reservaban, en forma exclusiva, actividades profesionales que luego no podían ser reservadas por las subsiguientes carreras abordadas.

Para esta revisión se decidió que las redacciones debían ser aprobadas en su conjunto, simultáneamente, luego de discusiones generalizadas.

Otro aspecto de suma importancia es la designación de los organismos o personas sobre los que caería la responsabilidad de elaborar las nuevas actividades reservadas. La importancia de esta faceta del problema radica en que se consideraba que la principal causa de los inconvenientes observados en la implementación inicial fue un excesivo corporativismo por parte de los expertos que participaron en la elaboración de los documentos que dieron lugar a las resoluciones ministeriales que están vigentes, y por las que se rigen actualmente las evaluaciones y acreditaciones de las carreras reguladas. Las redacciones originales de las actividades reservadas estuvieron a cargo de las asociaciones de decanos o de facultades.

Con el propósito de evitar la situación descrita, en la revisión en curso se conformaron comisiones, en la órbita del CIN, sin participarles directamente a las asociaciones de decanos o a las redes de carreras (pese a la inconformidad de algunas de ellas, que solicitaron, al menos, intervenir en las reuniones de consistencia).

Como documento marco del trabajo de revisión, debe referirse al Acuerdo Plenario 123 del CIN, de 2013, en el que se establecen las definiciones, convenciones e interpretaciones sobre los términos “riesgo directo”, “alcances”, “actividad reservada”, “interés público”, entre otros. El acuerdo, además, establece los grupos de trabajo conforme el campo de formación, incluyendo no sólo carreras reguladas por el Estado (art. 42) y una serie de criterios por tener en cuenta por parte de los redactores de las actividades profesionales reservadas, entre los que se destacan: hacer la revisión en forma conjunta en grupos de carreras con actividades convergentes; definir las actividades reservadas requiere una combinación entre el juicio de expertos de las áreas disciplinares, sin caer en actitudes corporativas que pudieran generar sesgos en las redacciones; evitar la superposición con actividades de carreras comprendidas en el artículo 42.

También se restablecen las siguientes recomendaciones: la reserva de actividades debe reducirse a un mínimo de las de carácter profesional, específicas dentro del total de alcance del título; deben enunciarse restrictivamente; deben basarse en el criterio del riesgo que pueda ocasionar la intervención profesional y dicho riesgo debe ser emergente de la actuación profesional; el riesgo debe ser producto de la actuación prescriptiva; la actuación debe ser directa, y en caso de ser mediada, serlo bajo la responsabilidad del profesional, en la totalidad o en parte de las acciones; la exclusividad debe entenderse como propia del conjunto de titulaciones incluidas en la nómina del artículo 43 y no como privativa de una de ellas; no pueden declararse como reservadas las actividades profesionales que para su ejercicio convoquen la participación de más de una titulación.

A modo de ejemplo, se considera que no cumplen con los criterios acordados: a) actividades no específicas, de carácter genérico, como por ejemplo “investigar” o “analizar”; b) actividades que presuponen trabajos conjuntos entre profesiones sin una responsabilidad prioritaria de una de ellas, como “participar en...”, “formar parte de...”, etc.; c) actividades que guardan relación indirecta con el objeto de intervención y no son prescriptivas e implican la intervención responsable de otros actores para la realización de la tarea, como “asesorar”.

Finalmente, en el 2016 el CIN alcanzó un acuerdo plenario formalizado por la Resolución CIN 1131/16 [4] respecto de las actividades reservadas de todas las titulaciones abordadas, incluyendo las ingenierías contempladas por el art. 43, que luego fue refrendado por el plenario del Consejo de Universidades, que aprobó el despacho 137 de su Comisión de Asuntos Académicos (diciembre 2017) [5].

En esta última resolución, entonces, se explicitan las actividades reservadas con un nuevo criterio, sin agotarla totalidad de las actividades que un profesional puede realizar. No son sinónimo de alcance (o incumbencias). Ahora, como corresponde, el alcance del título lo define cada universidad, y deben incluir las actividades reservadas.

Esta nueva interpretación de las AARR no significa que las carreras pierdan alcance o incumbencia. Cada universidad debe incluir las actividades profesionales que considera pertinentes en su alcance, previendo un plan de estudios que garantice contenidos, carga horaria, formación práctica, competencias y saberes necesarios tanto para el desarrollo de las actividades reservadas como de las profesionales que propone, sin que tengan superposición con las reservadas de otras carreras.

En el caso particular de la ingeniería, la Resolución CIN 1131/16 y su aprobación por parte del CU consolidan las AARR de todos los títulos del art. 43 analizados. Definen también AARR para ingeniería automotriz, biotecnología, ferroviaria y mecatrónica. Así, una nueva síntesis de actividades reservadas para cada título se constituye como un factor determinante para la confección de nuevos estándares de acreditación, consistentes con estas nuevas actividades reservadas.

## **Nuevos escenarios, nuevos desafíos**

Pasados dos ciclos de acreditación de las carreras de ingeniería, cabe la evaluación y reflexión. Redactar otros estándares, a partir de nuevas actividades reservadas, supone incorporar elementos propios de un paradigma educativo más “aggiornado” y acorde a las recientes demandas de la sociedad, local y global.

El antiguo paradigma de formación de profesionales basado en la enseñanza como simple esquema de transferencia de conocimientos que el alumno oportunamente sabrá abstraer, articular y aplicar eficazmente, ha ido perdiendo espacio en la realidad actual. La visión actual de la sociedad propone ver al egresado universitario como un ser competente (con un conjunto de competencias), capaz de ejercer su profesión en la realidad que lo rodea.

Esto es un cambio de paradigma educativo, centrado en el aprendizaje, en las competencias, en el alumno más que en la enseñanza, en los contenidos dictados y las horas de diseño. Este cambio, puertas adentro de las universidades, involucra tanto la docencia como la investigación, extensión y gestión. Los procesos de revisión, cambio e implementación de estándares, planes institucionales en general y planes de estudios en particular, deben estar, indefectiblemente, conducidos y analizados desde la perspectiva de las competencias buscadas de egreso y el perfil profesional del graduado, sobre la base de un nuevo concepto del proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto demandará un esquema de reflexión y renovación interna en las facultades, en el que la recapacitación de docentes aparece como aspecto clave.

Las nuevas actividades reservadas y los criterios para la determinación de las mismas conforme una interpretación estricta del art. 43, el sistema de reconocimiento de trayectos académicos (créditos), la acreditación de actividades y competencias producto de la movilidad nacional e internacional o la experiencia laboral, la virtualidad en el proceso de enseñanza, el acceso a laboratorios remotos y la simulación, la consistencia y equiparabilidad de los

sistemas de acreditación con los modelos internacionales (a efectos ulteriores de facilitar la movilidad estudiantil y el reconocimiento internacional de títulos y de nuestras acreditaciones nacionales con otras extranjeras), la revisión de los contenidos de las ciencias básicas (a la luz de las competencias, actividades reservadas y especificidad de las terminales), la articulación con el nivel secundario, la necesidad de disminuir la duración real de las carreras y aumentar la tasa de graduación, el sistema de reconocimiento de las actividades de desarrollo tecnológico con impacto social, los doctorados con perfil tecnológico, la escasez de vocaciones, la incorporación a la oferta educativa nacional de universidades extranjeras que proponen carreras a distancia, la influencia del sistema educativo europeo donde la formación de grado en ingeniería se equipara con el grado y máster de la unión (cinco años), etc., son algunos de los aspectos que surgen del minucioso debate realizado en el seno del CONFEDI, y que configuran un nuevo escenario político-social que exige creatividad para diseñar una nueva educación en ingeniería en Argentina, para el futuro.

En este contexto se impone el gran desafío de innovar. Y desde CONFEDI comienza a delinearse un proceso de reingeniería de la educación en ingeniería, que asegure y acreciente la calidad que supo conseguir en estos últimos años, mantenga el lugar de liderazgo en la región y forme los profesionales que la Argentina requiere para el desarrollo sostenido como país. Los nuevos estándares de acreditación deben ser un instrumento en ese sentido.

## **El gran desafío de “las competencias”**

En lo académico, el gran desafío que enfrenta CONFEDI en este proceso de reingeniería, que se debe reflejar en los estándares, tiene que ver con la migración del modelo de enseñanza-aprendizaje a uno centrado en el alumno, en vez del clásico basado en contenidos.

En esto, la definición y contemplación de las competencias de ingreso y egreso como punto de partida (ideal, por cierto) y punto de arribo, respectivamente, del proceso de formación, constituye el punto central ya que supone la necesidad de un cambio de paradigma en el propio proceso.

En este sentido, un aspecto importante por considerar es que en Argentina una mayoría de los estudiantes de ingeniería, que oscilan entre el 40 y el 80 % según región del país y terminal, trabajan durante la carrera y de acuerdo con un relevo muestral de la Secretaría de Políticas Universitarias de 2013,

alrededor del 90 % de los estudiantes avanzados (al menos 75 % de la carrera aprobada) que trabajan, lo hacen en tareas relacionadas con la carrera (datos del Proyecto de Indicadores Académicos del Plan estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016).

Esta actividad laboral contribuye al desarrollo de competencias en el alumno. Precisamente, apuntando a ello, es condición obligatoria que las carreras incluyan la realización de estancias o prácticas de carácter formativo en entidades o empresas vinculadas a la disciplina y la elaboración de un trabajo de carácter integrador. Las unidades académicas pueden reconocer, entonces, esta contribución extracurricular al fortalecimiento de las competencias esperadas en la evaluación de su desarrollo.

## **El proceso de diseño de nuevos estándares**

Desde el punto de vista político, es importante marcar algunos hitos en el camino hacia nuevos estándares de acreditación; los llamados estándares de segunda generación.

En la asamblea de CONFEDI, realizada en la ciudad de Resistencia, provincia de Chaco, en octubre de 2016, se acordó avanzar a un modelo de educación basada en competencias (aprendizaje activo, centrado en el estudiante y basado en resultados) y en la redacción de una propuesta de estándares acordes con los nuevos escenarios y desafíos, y considerando las actividades reservadas.

En relación con lo anterior, se creó una comisión ad hoc “De nuevos estándares” en CONFEDI, coordinada por el ingeniero Sergio Pagani, decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán, e integrada por los siguientes miembros de CONFEDI: los ingenieros Pablo Recabarren (Universidad Nacional de Córdoba), Daniel Morano (Universidad Nacional de San Luis), Roberto Giordano Lerena (Universidad FASTA), Marcos Actis (Universidad Nacional de La Plata), Carlos Savio (Universidad Nacional de Catamarca), Uriel Cukierman (Universidad Tecnológica Nacional), Jorge del Gener (Universidad Tecnológica Nacional), Miguel Sosa (Universidad Tecnológica Nacional) y Héctor Paz (Universidad Nacional de Santiago del Estero). La comisión trabajó durante seis meses para elevar al plenario de CONFEDI una propuesta de marco conceptual para los nuevos estándares.

En la asamblea de CONFEDI de Oro Verde, provincia de Entre Ríos, en mayo de 2017, se aprobó el documento “Marco conceptual y definición de estándares de acreditación de las carreras de ingeniería”.

En ese documento se establecen aspectos comunes a todas las carreras de ingeniería, que forman parte fundamental de los nuevos estándares, en cuanto configuran y delimitan los parámetros de aseguramiento de la calidad en esta segunda generación. Toma como base el perfil del ingeniero iberoamericano aprobado por la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI), en la Asamblea General realizada en noviembre de 2015 en Ushuaia (Argentina), que reconoce cuatro dimensiones de formación: académica, profesional, ambiental y social.

Como puntos destacados de este documento de marco conceptual cabe señalar:

- Se establecen las dimensiones de la acreditación de la carrera: a) institucional; b) gestión académica (organización y desarrollo, información y transparencia, gestión de la calidad); c) investigación, extensión y transferencia; d) recursos; e) resultados.
- La duración de las carreras de ingeniería es de cinco años, con una carga horaria mínima de 3600 horas reloj.
- Los contenidos mínimos están divididos en cuatro grandes bloques, no necesariamente correlativos: ciencias básicas de la ingeniería, tecnologías básicas, tecnologías aplicadas y ciencias y tecnologías complementarias.
- Las carreras deben incluir la realización de estancias o prácticas de carácter formativo en entidades o empresas vinculadas a la disciplina y la elaboración de un trabajo de carácter integrador.
- Se apunta a un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante (ACE), comparable internacionalmente, especialmente en Latinoamérica y con el máster integrado europeo.
- Se define el modelo basado en competencias, contenidos, intensidad de formación práctica y sistema de transferencia de créditos.
- Se definen familias de carreras. La definición de familia es una aproximación a un agrupamiento por coincidencias, afinidades o mayores puntos de contacto en los bloques de las ciencias básicas de la ingeniería, tecnologías básicas, tecnologías aplicadas y ciencias y tecnologías complementarias. No es una definición estanco y no impide el reconocimiento entre ellas.
- Se establece que el perfil de egreso deberá ser definido explícitamente por cada institución, sobre la base de su proyecto institucional y de las actividades reservadas definidas para cada título, con el objetivo de 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.

- Se especifican las competencias esperadas de ingreso a las carreras de ingeniería.
- Se especifican las competencias genéricas de egreso de las carreras de ingeniería, tomando el acuerdo de CONFEDI 2006 (tecnológicas y sociales, políticas y actitudinales).
- Se establece el reconocimiento del aporte de la actividad laboral en el desarrollo de competencias.
- Se establece que se definirán las competencias específicas de egreso por terminal (conforme a las nuevas actividades reservadas de cada una).

Así mismo, en la asamblea de CONFEDI de Oro Verde se acordó convocar a las redes de carreras” del CONFEDI para trabajar en la definición de las competencias específicas de cada terminal.

La misma comisión ad hoc de nuevos estándares asumió la tarea de convocar a las redes y promover la creación de ellas en las terminales que no las tenían conformadas.

Las redes de carreras del CONFEDI reúnen a los respectivos directores de carrera de las unidades académicas que integran el consejo. También en el seno de CONFEDI existen redes temáticas, orientadas a problemáticas disciplinares más específicas, como en el caso de la Red Universitaria de Sistemas Embebidos (RUSE), de conformación transversal a carreras que incorporan en su currículo saberes de electrónica digital, *software*, etc., la Red IPECYT de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas, o la recientemente creada Red Universitaria de Informática Forense (UNIF), enfocada en problemas vinculados a la actividad forense digital, la ciberseguridad y el cibercrimen.

CONFEDI reconoce las redes de carrera como agrupaciones de referentes de diversas unidades académicas, de una misma terminal, o de terminales afines, agrupadas en un espacio de discusión, coordinación y articulación de problemas propios de tal terminal. Para efectos de ser consideradas por CONFEDI como actores fundamentales cuyos aportes coadyuven a la toma de decisiones al más alto nivel académico, las redes de carrera deben contar con representatividad

y legitimidad, disponer de mecanismos democráticos y abiertos de decisión, inclusión y experiencia en su área disciplinar. Los representantes de gestión de las carreras que integran las redes son avalados por sus decanos y alineadas siempre con uno de los objetivos de CONFEDI: la mejora permanente de la enseñanza de la ingeniería.

Ante la convocatoria de la comisión ad hoc de nuevos estándares a las redes, se estableció la necesidad de crear algunas que no existían aún. Alrededor de 60 unidades académicas, con 240 representantes de las universidades de 26 terminales respondieron a la convocatoria a organizarse en nuevas redes de carreras. Además de las diez redes de carreras existentes, se crearon otras doce. Las existentes: Red Universitaria de Ingeniería Aeronáutica (RUIA), Red de Ingeniería Biomédica/Bioingeniería (BioRed), Consejo de Directores de Carreras de Ingeniería Civil (CODIC), Red Universitaria de Ingeniería Electrónica (RUIE), Consejo de Escuelas de Agrimensura (CONEA), Asociación Universitaria del Sector Alimentario (AUSAL), Asociación Argentina de Carreras de Ingeniería Industrial (AACINI), Consejo de Directivos de Carreras de Ingeniería Química (CODIC), Red de Carreras de Ingeniería en Informática y en Sistemas de Información del CONFEDI (RIISIC), Red Universitaria Nacional de Ingeniería en Computación (RUNIC). Las nuevas: Red Universitaria de Ingeniería Ambiental (RUDIA), Red de Ingeniería Eléctrica/Electricista (RedEL), Red de Ingeniería Electromecánica (RIEM), Red de Ingeniería en Materiales (RIMAT), Foro Docente del Área Mecánica (FODAMEC), Red Argentina de Ingeniería Mecatrónica (RADIM), Red de Ingeniería en Minas (REDMIN), Red de Universidades Petroleras (RUP), Red Argentina de Ingeniería Ferroviaria (RAIF), Red Argentina de Ingeniería Hidráulica y Recursos Hídricos (RADHIRHI) y las de Ingeniería Nuclear y de Ingeniería en Telecomunicaciones [6].

Las redes de carreras trabajaron con la consigna de redactar las competencias específicas y los contenidos mínimos imprescindibles de cada terminal para garantizar que el egresado pueda resolver satisfactoriamente las actividades reservadas para el título propuestas por el CIN.

En la reunión plenaria de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires, en el mes de octubre de 2017, los representantes de las redes de carrera expusieron sus conclusiones ante la asamblea de decanos, que aprobó en general y en particular la totalidad de las propuestas tratadas.

## **La síntesis del proceso de desarrollo de nuevos estándares**

Con el detalle, terminal por terminal, de las competencias específicas y contenidos mínimos de las carreras de ingeniería, se complementa, entonces, el marco general y se procede a compilar lo conceptual y genérico con lo particular, en un único documento de proyecto de nuevos estándares de acreditación para las carreras de ingeniería en Argentina.

A modo de ejemplo, se presenta un resumen de los aspectos que constituyen la propuesta de nuevos estándares de ingeniería de la Argentina, tomando como caso particular la terminal “ingeniería en computación”, a efectos de que se vean tanto las cuestiones generales como las actividades reservadas, competencias específicas y descriptores de conocimiento mínimos necesarios en una carrera.

### **1. Ingeniería – Marco de referencia de la acreditación**

#### *Dimensiones*

##### Institucional

- Existe un proyecto institucional que incluye la misión, la visión, los objetivos y las estrategias. y la institución prevé una metodología de revisión y actualización periódica del mismo.
- La carrera cuenta con un soporte institucional adecuado para el desarrollo del plan de estudios que garantiza su sostenibilidad.
- Los objetivos de la carrera son consistentes con la misión de la universidad y su consecución se garantiza con un adecuado soporte en términos económicos, humanos y materiales, y de una estructura organizativa que permite una apropiada designación de responsabilidades y una toma de decisiones eficaz.

## Gestión académica

<p>Organización y Desarrollo</p>	<p>La implantación del plan de estudios y la organización del programa son coherentes con el perfil de competencias y objetivos del título definidos originalmente. El perfil de egreso definido está actualizado según los requisitos de su ámbito académico, científico o profesional. El plan de estudios cuenta con mecanismos de coordinación docente (articulación horizontal y vertical de las curriculares) que permiten tanto una adecuada asignación de la carga de trabajo del estudiante como una apropiada planificación temporal, y asegura la adquisición de los resultados de aprendizaje. La aplicación de las normativas y estrategias académicas se realiza de manera correcta y permite mejorar los valores de los indicadores de rendimiento académico.</p>
<p>Información y transparencia</p>	<p>La institución dispone de mecanismos para comunicar de manera adecuada a todos los grupos de interés las características del plan de estudios y de los procesos que garantizan su calidad.</p>
<p>Gestión de la calidad</p>	<p>La institución define su sistema de gestión de la calidad, formalmente establecido e implementado, que asegura de forma eficaz la mejora continua de la carrera. El sistema implementado y revisado periódicamente: a) garantiza el análisis continuo de información y de los resultados relevantes para la gestión apropiada de la carrera, en especial de los resultados de aprendizaje y la satisfacción de los grupos de interés; b) facilita el proceso de seguimiento, modificación y acreditación de la carrera y garantiza su mejora continua a partir del análisis de datos objetivos y verificables; c) dispone de procedimientos que facilitan la evaluación y mejora de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.</p>

<p>Investigación, extensión y Transferencia</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando se refiere a “investigación” se alude en forma inclusiva tanto a investigación básica y la aplicada como al desarrollo de tecnología.</li> <li>• La institución dispone de capacidad y actividad permanente en investigación, extensión y transferencia, acorde con la realidad institucional y su contexto local.</li> <li>• En el proyecto institucional deben constar la política y los lineamientos institucionales para el desarrollo de la investigación, extensión y transferencia de la unidad académica.</li> <li>• Se valora muy positivamente en las carreras de ingeniería el compromiso social institucional que se manifiesta en la actividad de desarrollo de tecnología.</li> <li>• Las actividades de investigación, extensión y transferencia deben ser planificadas, formalizadas y acreditadas por las propias instituciones u organismos nacionales o internacionales y tener continuidad en las temáticas definidas institucionalmente.</li> </ul>
---	--

## Recursos

<p>Personal docente</p>	<p>La planta docente es suficiente y adecuada, de acuerdo con las características de la carrera y el número de estudiantes. Los docentes se actualizan de manera que puedan desarrollar correctamente el proceso de enseñanza y aprendizaje.</p> <p>La planta docente de la carrera: a) reúne el nivel de cualificación académica requerido para el título y dispone de la adecuada experiencia y calidad docente, investigadora, de extensión y transferencia, según el proyecto institucional. b) es suficiente y dispone de la dedicación adecuada para el desarrollo de sus funciones y la atención a los estudiantes.</p>
<p>Personal de apoyo, infraestructura y servicios</p>	<p>El personal de apoyo, la infraestructura y los servicios puestos a disposición del desarrollo de la carrera son los adecuados en función de la naturaleza, modalidad de la carrera, número de estudiantes matriculados y competencias que deben adquirir. El personal de apoyo que participa en las actividades formativas es suficiente y apoya adecuadamente la actividad del personal docente vinculado a la carrera.</p> <p>La infraestructura (aulas y equipamiento, espacios de trabajo y estudio, laboratorios, talleres y espacios experimentales, bibliotecas, etc.) se adecúa al número de estudiantes y a las actividades formativas programadas.</p> <p>En caso de que la institución otorgue títulos o desarrolle actividades en modalidad a distancia/semipresencial, la infraestructura tecnológica y los materiales didácticos son adecuados para el desarrollo de las actividades formativas y las competencias esperadas.</p> <p>Los servicios de apoyo y orientación académica, profesional y para la movilidad, puestos a disposición de los estudiantes, se ajustan a las competencias y modalidad del título y facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje. La realización de prácticas externas se realiza de acuerdo con una planificación que contribuye al desarrollo de las competencias del título.</p>

## Resultados

De aprendizaje	Los resultados de aprendizaje alcanzados por los graduados son coherentes con el perfil de egreso y corresponden a las actividades reservadas al título. Las actividades formativas, sus metodologías docentes y los sistemas de evaluación y calificación empleados son adecuados con respecto al logro de los resultados de aprendizaje previstos, que satisfacen los objetivos de la carrera.
Indicadores de satisfacción y rendimiento	<p>Los resultados de los indicadores del plan de estudios son congruentes con el diseño, la gestión y los recursos puestos a disposición de la carrera y satisfacen las demandas sociales de su entorno.</p> <p>La evolución de los datos e indicadores de la carrera (número de ingresantes por curso académico, tasa de graduación, duración de la carrera, deserción y desgranamiento) es adecuada para la carrera y el entorno en el que se inserta, y coherente con las características de los que ingresan.</p> <p>La satisfacción de los estudiantes, del cuerpo docente, de los egresados y de otros grupos de interés es adecuada.</p> <p>Los valores de los indicadores de inserción laboral de los egresados de la carrera son adecuados al contexto socioeconómico y profesional del título.</p>

## 2. Ingeniería. Marco de referencia de las carreras

Duración: cinco años

Carga horaria mínima: 3600 horas reloj<sup>9</sup>

Organización: cuatro grandes bloques, no necesariamente correlativos:

- a. Ciencias básicas de la ingeniería (710 horas mínimo).
- b. Tecnologías básicas (545 horas mínimo).
- c. Tecnologías aplicadas (545 horas mínimo).
- d. Ciencias y tecnologías complementarias (365 horas mínimo).
- e. Exigencias complementarias.
- f. Estancias o prácticas de carácter formativo en entidades o empresas vinculadas a la disciplina.
- g. Trabajo de carácter integrador.

---

<sup>9</sup> Esta carga horaria mínima debe destinarse a asegurar el desarrollo de las competencias incluidas en las actividades reservadas para cada título.

Modelo de aprendizaje: centrado en el estudiante, basado en competencias, contenidos, intensidad de formación práctica y sistema de transferencia de créditos. Perfil de egreso: definido explícitamente por cada institución, sobre la base de su proyecto institucional y de las actividades reservadas definidas para cada título.

### 3. Ingeniería. Competencias genéricas de ingreso [8]

<p>Competencias básicas</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprensión lectora</li> <li>2. Producción de textos</li> <li>3. Resolución de problemas</li> </ol>	<p>Competencias transversales</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Autonomía en el aprendizaje</li> <li>5. Destrezas cognitivas generales</li> </ol>
<p>Competencias específicas para carreras de ingeniería</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Análisis de una función o un fenómeno físico o químico sencillo a partir de su representación gráfica o de sus ecuaciones matemáticas.</li> <li>7. Reconocimiento y utilización de conceptos en matemática, física o química</li> <li>8. Reconocimiento y análisis de propiedades físicas o químicas de la materia en ejemplos cotidianos.</li> <li>9. Transferencia del conocimiento científico de física, química y matemática a situaciones problemáticas variadas.</li> <li>10. Utilización de la computadora aplicando lógica procedimental.</li> </ol>	

### 4. Ingeniería. Competencias genéricas de egreso [9]

<p>Competencias tecnológicas</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.</li> <li>2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.</li> <li>3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.</li> <li>4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.</li> <li>5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos o innovaciones tecnológicas.</li> </ol>	<p>Competencias sociales, políticas y actitudinales</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.</li> <li>7. Comunicarse con efectividad.</li> <li>8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.</li> <li>9. Aprender en forma continua y autónoma.</li> <li>10. Actuar con espíritu emprendedor.</li> </ol>
---	---

## **5. Ingeniería. Perfeccionamiento de competencias en el ámbito laboral**

Las competencias genéricas o específicas de egreso pueden desarrollarse y perfeccionarse también fuera del ámbito académico, en el campo laboral, por ejemplo, o bien en actividades solidarias o de actuación ciudadana, entre otras. Las unidades académicas podrán reconocer esta contribución extracurricular al fortalecimiento de las competencias esperadas en la evaluación de su desarrollo.

## **6. Ingeniería en computación. Actividades reservadas**

- a. Diseñar y proyectar computadores; sistemas embebidos; sistemas de generación, transmisión y procesamiento de señales digitales; sistemas computarizados de automatización y control; sistemas de procesamiento y comunicación de datos.
- b. Especificar, proyectar y desarrollar, en lo concerniente a su actividad profesional, software cuya utilización pueda afectar la seguridad, salud, bienes o derechos.
- c. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de lo anteriormente mencionado.
- d. Certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de los sistemas mencionados anteriormente.
- e. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en su actividad profesional, incluyendo la seguridad informática.

## **7. Ingeniería en computación. Competencias específicas de egreso**

1. Implementar arquitecturas de computadoras mononúcleo, multinúcleo, paralelas y distribuidos
2. Desarrollar la organización de computadores en lo concerniente a distintos tipos de procesadores y de subsistemas de memoria, entrada/salida, programación con lenguaje ensamblador y mediciones de desempeño.
3. Desarrollar sistemas digitales combinacionales y secuenciales, su control y datapath.
4. Utilizar procesamiento de señales en los sistemas lineales invariantes en el tiempo, en el dominio del tiempo y de la frecuencia.
5. Desarrollar sistemas embebidos fijos, móviles, sus periféricos y software de soporte.
6. Desarrollar sistemas conjuntos de hardware y software usando conceptos, métodos y herramientas de gestión de proyectos,

- ingeniería de software, base de datos, experiencia del usuario, elicitación, análisis, especificación y validación de requerimiento.
7. Desarrollar redes de computadores de área amplia, locales, inalámbricas y móviles.
  8. Aplicar sistemas de gestión de recursos de hardware y software a sistemas generales, de tiempo real, distribuidos, para dispositivos fijos y móviles.
  9. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de todo lo mencionado.
  10. Certificar el funcionamiento, condición de uso o estados de todos los sistemas mencionados.
  11. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad de todo lo mencionado, incluyendo la seguridad informática.

## 8. Ingeniería en computación. Descriptores de conocimiento necesarios

<p>Ciencias básicas de la ingeniería</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Física (calor, electricidad, magnetismo, mecánica, óptica, sonido).</li> <li>• Informática (fundamentos de programación).</li> <li>• Matemática (álgebra lineal, cálculo diferencial e integral, estructuras discretas, geometría analítica, probabilidad y estadística).</li> </ul>	<p>Tecnologías aplicadas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arquitectura y organización de computadores.</li> <li>• Diseño conjunto de <i>hardware</i> y <i>software</i>.</li> <li>• Redes de computadores.</li> <li>• Seguridad de la información.</li> <li>• Sistemas de gestión de recursos de <i>hardware</i> y <i>software</i>.</li> <li>• Sistemas embebidos.</li> </ul>
<p>Tecnologías básicas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algoritmos y estructuras de datos.</li> <li>• Circuitos y electrónica.</li> <li>• Diseño de sistemas digitales.</li> <li>• Diseño y desarrollo de <i>software</i>.</li> <li>• Procesamiento de señales.</li> </ul>	<p>Ciencias y tecnologías complementarias</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Economía.</li> <li>• Ética y legislación.</li> <li>• Formulación y evaluación de proyectos.</li> <li>• Gestión de las industrias y servicios de tecnologías de la información.</li> <li>• Gestión ambiental.</li> <li>• Higiene y seguridad.</li> </ul>

## Conclusiones

El aseguramiento de la calidad de la formación de ingenieros es un aspecto clave para mantener y mejorar los niveles alcanzados por la ingeniería argentina en general, y de los egresados en particular. En tal sentido, CONFEDI ha sido protagonista de un proceso pionero en el país y en la región respecto de la acreditación de carreras, que ha conseguido consolidarse, mejorar y crecer, sirviendo de experiencia para otras profesiones y países.

Pasados dos ciclos de acreditación en las carreras de ingeniería en Argentina, los resultados en términos de aseguramiento de la calidad han sido muy satisfactorios. En 2017 la totalidad de las carreras de ingeniería consideradas de interés social están acreditadas. La experiencia en el proceso, las condiciones normativas actuales y el solo paso del tiempo en un mundo que cambia vertiginosamente imponen nuevos desafíos a la educación en ingeniería y, con ello, la necesidad de contar con un marco de referencia acorde a la realidad, que les permita a las instituciones llevar a cabo los proyectos institucionales necesarios para adecuarse a esta nueva realidad y formar los profesionales que la Argentina y el mundo necesitarán en las próximas décadas.

En ese marco, CONFEDI abordó el proceso de reflexión y diseño de nuevos estándares, entendiendo que la sociedad demanda a la universidad en general, y a las facultades de ingeniería en particular, la formación de personas responsables, con conciencia ética y solidaria, reflexivas y críticas, capaces de actuar transdisciplinariamente, de adaptarse y liderar los cambios acelerados que caracterizan los tiempos modernos y que en su ejercicio profesional y con visión amplia y sistémica contribuyan a una mejor calidad de vida, del hombre individual, y de la sociedad en general, al desarrollo sostenible regional y nacional, al respeto al hombre y a la humanidad, al ambiente, a las instituciones de la república, a la vigencia del orden democrático y a la paz social. Ese es el gran desafío institucional que CONFEDI asume permanentemente, y que honra en cada una de sus acciones. Estos nuevos estándares, generados a partir del consenso de los decanos con el valiosísimo aporte de las redes temáticas, obedecen a ese gran desafío y brindan un marco para su consecución.

Es necesario que las instituciones de educación superior en general y las facultades de ingeniería en particular tengan una clara visión del horizonte prospectivo de las sociedades y les proporcionen ciudadanos comprometidos, con una formación profesional de excelencia.

## Referencias

- [1] Villanueva, E. F. (s.f.). “El sistema argentino de evaluación y acreditación universitaria”. Buenos Aires: s.n., 200\* 30 h. 1. Educación. Biblioteca de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). Recuperado el 5 de febrero de 2018 de BIBLIO1 - 378+006.063 – VII. <https://eco.mdip.edu.ar/cendocu/repositorio/00080.pdf>.
- [2] Fernández L., N. (2011). “Evaluación y acreditación en la educación superior argentina”. Segundo Congreso Argentino de Administración Pública. Sociedad, Estado y Administración. Scribd. Cargado por samaisurense el 23 de febrero de 2011. Recuperado el 5 de febrero de 2018 de <https://es.scribd.com/document/49399034/Evaluacion-y-acreditacion-en-la-educacion-superior-argentina>.
- [3] Recabarren, P. “Las titulaciones de ingeniería en Argentina: una visión crítica sobre el proceso de revisión de las actividades reservadas”. Trabajo final de maestría. Máster en Gestión y Políticas Universitarias. Universidad de Barcelona – Universidad Blas Pascal. Córdoba.
- [4] Consejo Interuniversitario Nacional. Comisión de Asuntos Académicos. Resolución Comité Ejecutivo CIN 1131/16. “Documento revisión de actividades reservadas”. Buenos Aires. 15 de marzo de 2016.
- [5] Acta de reunión plenaria del Consejo de Universidades. Aprobación del despacho 137 de su Comisión de Asuntos Académicos (diciembre de 2017).
- [6] Recabarren, Pablo; Berardi, Omar; Giordano Lerena, Roberto; Cukierman, Uriel. “El CONFEDI y las redes de carreras de ingeniería”. Revista Argentina de Ingeniería. CONFEDI. Año 5. Volumen 10. Octubre de 2017. ISSN 23140925.
- [7] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. “Marco conceptual y definición de estándares de acreditación de las carreras de ingeniería”. CONFEDI. Mayo de 2017.
- [8] Documento “Competencias requeridas para el ingreso a los estudios universitarios en Argentina” propuesto por CONFEDI y adoptado por AUDEAS, CONADEV, CONFEDI, CUCEN, ECUAFyB, FODEQUI y Red UNCI. “Documentos de CONFEDI.

Competencias en Ingeniería.” Universidad FASTA 2014. ISBN 9789871312-61-0 eISBN 978-987-1312-62-7.

- [9] Documento “Competencias genéricas de egreso del ingeniero argentino”, aprobado por CONFEDI en 2006. “Documentos de CONFEDI. Competencias en ingeniería”. Universidad FASTA 2014. ISBN 978-987-1312-61-0 eISBN 978-987-1312-62-7.



---

# Lineamientos curriculares de programas de ingeniería con proyección social en la Universidad del Valle – Colombia

Carlos A. Lozano-Moncada - carlos.a.lozano@correounivalle.edu.co<sup>10</sup>

## *Resumen*

Este artículo plantea las reflexiones que se realizaron en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, en Colombia, para iniciar un proceso de reforma curricular, el cual busca integrar nuevos paradigmas de enseñanza de la ingeniería, nuevas modalidades educativas y nuevos enfoques de aprendizaje tanto de estudiantes como de profesores. También se menciona algunos desafíos que se enfrentan al proponer una modificación de estructuras curriculares bien establecidas, basadas en modelos tradicionales, los cuales se ven retados por las nuevas tendencias de formación en ingeniería, basadas en que el estudiante debe ser el centro del proceso formativo y, por tanto, se le deben proveer los espacios y herramientas de aprendizaje más adecuadas en cada contexto. Es clave que en el proceso de reforma curricular se considere la integración de un enfoque multidisciplinar y de solución de problemas reales de la comunidad, lo cual generará en el estudiante sentido de la ética y la responsabilidad social. En el artículo se mencionan algunos antecedentes internacionales sobre la implementación de reformas curriculares y las implicaciones filosóficas, políticas y sociales de las mismas, las cuales forman parte integral de los contextos en los cuales se desarrollan los programas académicos de educación superior.

## *Palabras clave:*

*Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Concebir, Diseñar, Implementar, Operar (CDIO), diseño curricular, Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas (STEM), Educación Basada en Resultados (OBE).*

---

<sup>10</sup> Decano de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, Cali, Colombia

## *Abstract*

This paper focuses on the reflections carried out at the Faculty of Engineering at Universidad del Valle, Colombia to start with the curriculum reform, which look for the integration of new teaching paradigms in engineering education, new educational types and new learning processes for students and professors. Also, it mentions some challenges, which arisen when a well-established curriculum structure, based on traditional models, is proposed to be modified. This traditional approach is challenged by the new paradigms of curriculum design, which focuses on the student learning process (student as a center of the educational process); as such, it is important to provide the student with more adequate both learning spaces and tools according to the context. It is key to the curriculum redesign to consider the integration of a multidisciplinary approach and a real problem-based learning, which may generate in the student a better sense of ethics and social responsibility. In this paper an international background on curriculum reform implementation is introduced including the philosophical, political and social aspects, which are part of the contexts where the higher engineering education programs take place.

## *Keywords:*

*Project-Based Learning (PBL), Conceive, Design, Implement, Operate (CDIO), Curriculum Design, Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM), Outcomes-Based Education (OBE).*

## **Introducción**

Durante los últimos años, se ha convertido en una necesidad y una tendencia realizar esfuerzos para incorporar en los currículos de ingeniería nuevos enfoques pedagógicos, los cuales deben facilitar los procesos de aprendizaje de los estudiantes y, además, se motive a muchos más aspirantes para estudiar ingeniería. Los enfoques utilizados para la oferta de programas de ingeniería juegan un papel clave para atraer una mayor cantidad de aspirantes y que, finalmente, se gradúen.

En Aglan (1996) se presenta una experiencia de diseño curricular enfocada en el concepto de *hands on*, que busca que los estudiantes apropien el conocimiento a través de la descomposición de artefactos o dispositivos tecnológicos en sus componentes. El propósito es que los estudiantes procedan con un reensamble sistemático que les permita ver la función de cada componente y aprendan los conceptos tecnológicos y científicos asociados a ellos; el

apoyo con espacios de laboratorio, donde los estudiantes puedan realizar sus prácticas, es clave en este modelo de aprendizaje.

En Chi-kuang Chen (2007) se revisa la efectividad de programas que fomentan la creatividad en el currículo de ingeniería. Uno de los aspectos claves de los diseños curriculares actuales de programas de ingeniería es que deben fomentar la creatividad y la innovación. El estudio propuesto por Chi-kuang Chen (2007) tuvo como objetivo mejorar la habilidad de los estudiantes para la solución creativa de problemas, para lo cual desarrollaron tres cursos: comunicación industrial, solución creativa de problemas y metodología de la investigación científica. Al final, observaron que sus estudiantes mejoraron sus habilidades para la solución de problemas de manera creativa, lo cual debe conducir a un pensamiento innovador.

En este proceso de diseño curricular también ha sido fundamental explorar acuerdos de cooperación internacional que faciliten la movilidad de los estudiantes y su exposición a nuevas culturas, otros modelos pedagógicos, infraestructuras físicas diferentes y relacionamiento en contextos internacionales.

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle se ha considerado no sólo la importancia de realizar una actualización curricular que integre nuevos paradigmas de organización del trabajo académico de los estudiantes, así como su motivación hacia el estudio de las ingenierías, sino la intervención en proyectos de impacto social. Para el logro de este objetivo, se han introducido en los programas los que se denominan proyectos integradores o seminarios-talleres en los que se aborden las necesidades de la comunidad que requieran nuevas alternativas de solución. En este sentido, es fundamental que los estudiantes aprendan y sean motivados en procesos de pensamiento innovador, en los que las soluciones tradicionales sean referentes, pero no las únicas posibilidades para explorar.

En Latinoamérica se han venido analizando las tendencias y experiencias internacionales en formación en ingeniería que se han propuesto. Se reconoce que el Acuerdo de Bolonia puede ser un referente importante para llevar a cabo reformas curriculares que faciliten la integración regional de los programas de ingeniería; sin embargo, como lo reporta Beneitone (2015), los gobiernos latinoamericanos “limitan sus intervenciones a la financiación, y permiten que las fuerzas de oferta y demanda, los intereses institucionales y corporativos, y las regulaciones negociadas del juego, definan sus sistemas”. Todo esto conduce a que haya dificultades para la integración y la colaboración cercana

entre instituciones, e impida en algunos casos la movilidad de estudiantes y profesores. Este tema ha venido siendo objeto de trabajo en los encuentros regionales de decanos de ingeniería y por parte de las asociaciones de facultades de ingeniería, como ACOFI en Colombia, que buscan generar espacios de colaboración más cercanos entre los programas académicos, los cuales conduzcan en el futuro no sólo al intercambio de docentes y estudiantes, sino a compartir recursos que fortalezcan las capacidades de investigación y mejoren la calidad de los programas de ingeniería.

En este artículo se presentan los lineamientos generales que se definieron para la reforma curricular de los programas de ingeniería de la Universidad del Valle, algunos de los desafíos para su implementación, así como una reflexión sobre el papel que deben desempeñar las acreditaciones internacionales en el proceso. También se introduce el seguimiento a la evaluación del proceso educativo, clave para garantizar el logro de los objetivos de aprendizaje que se le plantean en el ingreso a los estudiantes.

Otro aspecto clave en el proceso de reforma curricular ha sido la incorporación de problemas reales de la comunidad en los procesos de enseñanza, los cuales generan en los estudiantes y profesores no sólo un desafío de aprendizaje sino un espacio de responsabilidad social. Se espera que en el mediano plazo se puedan observar los resultados de aprendizaje que se han establecido como parámetros de inicio en el proceso de rediseño curricular.

## **Lineamientos generales de diseño curricular en los programas de ingeniería de la Universidad del Valle**

En los procesos de diseño curricular es clave definir los lineamientos que orientan el enfoque de la educación de los estudiantes. De acuerdo con Dym (2005), la educación en ingeniería debe buscar “graduar ingenieros que puedan diseñar, y que el pensamiento de diseño sea complejo”. En este sentido, los autores de este artículo se enfocan en las dimensiones del pensamiento de diseño utilizando como metodología de enseñanza Project-Based Learning (PBL) junto con el seguimiento a la evaluación del proceso de aprendizaje a lo largo del currículo.

Este último factor, la evaluación, es clave para mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes no solo a lo largo de su programa académico sino de la vida.

En el caso de nuestra Facultad de Ingeniería, y con base en la reflexión que se ha hecho por parte de profesores, con el acompañamiento de los egresados, el sector productivo, el sector público, los estudiantes y el personal administrativo, se definieron los siguientes lineamientos:

- a. Diseño curricular centrado en el estudiante. Efectivamente, para realizar un buen diseño curricular se debe partir de lo que se espera que sea el perfil del egresado para que, a partir del mismo, se pueda determinar cuáles son los componentes de aprendizaje claves para lograr los objetivos formativos. Además, se hace vital que el objeto del proceso formativo sea el estudiante para que, de esta forma, todas las estrategias pedagógicas, las actividades, la infraestructura física, los procesos académico-administrativos, entre otras, permita que los estudiantes desarrollen las habilidades que se requieren una vez se incorporen a la sociedad en el ejercicio de sus profesiones.
- b. Diseño curricular con enfoque internacional. Es fundamental que los currículos que se diseñen posean características flexibles, permita la participación de estudiantes internacionales, faciliten la movilidad entrante y saliente, generen confianza en los procesos de homologación, definan claramente el alcance de los objetivos formativos y, de forma esencial, integren la práctica como parte del desarrollo de las habilidades de los estudiantes. Este enfoque debe lograrse a partir del análisis del contexto internacional, de las experiencias pedagógicas en las disciplinas, de la integración de habilidades complementarias que permitan que los estudiantes se integren y se motiven hacia el trabajo multidisciplinario en ambientes culturales diversos. Un aspecto clave en este proceso es que los estudiantes adquieran las habilidades de trabajo en equipo, el uso adecuado de su lengua materna y la aplicación de un idioma extranjero que les permita integrarse en contextos internacionales; también es clave que haya un reconocimiento de la diversidad cultural, la importancia de su propia cultura en el contexto global, el valor de los idiomas, de la aceptación y la flexibilidad.
- c. Enfoque práctico. Se busca que los estudiantes aprendan a partir de la experiencia práctica, con el uso de laboratorios donde se verifique la teoría, con un proceso de aprendizaje basado en la gestión de proyectos, considerando normas de aseguramiento de la calidad (ISO:9000, 17025, 14000, 57000, entre otras), a partir de necesidades identificadas en el sector real, interactuando con estudiantes de otras disciplinas para que, de esta forma, su enfoque de solución de problemas sea integral y no únicamente desde la disciplina.

- d. Enfoque social. Se estimulará la participación de los estudiantes en proyectos de interés de la comunidad, analizados desde un punto de vista sistémico y con enfoque holístico, integrando no sólo el conocimiento desde la disciplina sino desde la interdisciplinariedad, en conjunto con otras especialidades de la ingeniería y, por qué no, multidisciplinario, con la participación de estudiantes de las humanidades y las artes. Los estudiantes de ingeniería deben entender que el ejercicio de su profesión debe estar enfocado en la solución de los problemas de la comunidad y, por ende, estos mismos deben construirse con la participación y para el uso de la comunidad.

Con base en estos lineamientos, se propusieron guías de diseño curricular para todos los programas de ingeniería; además, se establecieron componentes de aprendizaje transversales que facilitan la integración de los estudiantes en sus procesos formativos. También se diseñaron herramientas y plataformas informáticas para verificar el cumplimiento de los objetivos formativos y facilitar el seguimiento de los resultados de aprendizaje.

Durante el proceso de rediseño curricular se logró la participación de profesores y estudiantes para la definición de las rutas de aprendizaje más adecuadas. Al mismo tiempo, se definieron las necesidades de capacitación en el diseño de actividades en el aula de clase, necesarias para el logro de los objetivos formativos (resultados de aprendizaje).

## **Desafíos en la implementación de las propuestas curriculares**

Los cambios en general siempre producen incomodidad en la mayoría de las personas; estamos acostumbrados a hacer las cosas de cierta forma y nos acostumbramos a esto. Es aún más difícil cuando hemos recibido reconocimientos por la calidad del trabajo realizado. Sin embargo, un aspecto clave en los diseños curriculares tiene que ver con su continua actualización, particularmente en las áreas tecnológicas como la ingeniería, donde los cambios surgen prácticamente en tiempo real.

Durante los últimos años, los cambios tecnológicos en todas las áreas de la ingeniería han impactado no sólo a la sociedad en general sino a las facultades de ingeniería que tienen la responsabilidad de educar a los futuros profesionales en el uso de estas tecnologías, en ambientes cada vez más complejos, más globales, con impacto no sólo en sus propias vidas sino en las de las personas que les rodean.

Tanto profesores como estudiantes están a la expectativa de las implicaciones de los cambios en la dinámica de sus procesos de enseñanza-aprendizaje. Por un lado, los profesores están a la expectativa de lo que significan los nuevos enfoques pedagógicos en su quehacer académico e investigativo, el impacto que puede tener en la infraestructura física, en la organización del trabajo académico propio y de los estudiantes, en el diseño de las actividades en el aula de clase para garantizar el cumplimiento de los objetivos formativos y, por supuesto, en los tipos de estudiantes que deben atender.

Para los estudiantes, significa un cambio en sus propios paradigmas de aprendizaje, en la actitud frente a su proceso formativo; un cambio en su responsabilidad frente a las actividades propias del aprendizaje (un aprendizaje cada vez más autónomo) e, incluso, en el alcance de su proceso de formación.

Los estudiantes pueden tener la expectativa de recibir un conjunto de herramientas que les permitan ejercer la profesión inmediatamente se gradúan e incorporarse al mercado laboral; ahora, el enfoque es darles un entrenamiento para que aprendan de forma dinámica, menos enfocado en la disciplina y más en los métodos de aprendizaje autónomo, con el propósito de capacitarlos para los retos que representa el ejercicio de la profesión en un mundo cambiante. Al ser menos disciplinar, pueden sentir que no estarán entrenados para realizar un trabajo de ingeniería en el mercado laboral; sin embargo, la tendencia en este sentido es que los estudiantes y futuros ingenieros entiendan que la capacitación a lo largo de la vida debe ser una constante, incluyendo la realización de programas de posgrado y educación continua.

Passow (2012) presenta un estudio de las competencias claves que se encuentran en programas con acreditación ABET, las cuales están orientadas al desarrollo de competencias en el ejercicio de la profesión. Para este estudio se realizó una encuesta a un grupo de graduados, la cual arrojó entre sus resultados que las competencias de más alto impacto están relacionadas con el trabajo en equipo, la comunicación efectiva, el análisis de información y la solución de problemas.

También encontraron otros aspectos claves en la educación de ingenieros que incluyen temas como problemas contemporáneos, diseño de experimentos, y la comprensión del impacto del trabajo personal. Estos aspectos han sido considerados en los lineamientos de la reforma curricular y forman parte de los resultados de aprendizaje que deben ser verificados y evaluados.

Beneitone (2015) se analiza el impacto de los proyectos Tuning en las universidades latinoamericanas participantes, a partir del cual se concluye que ha habido un cambio en la orientación de la educación en ingeniería, desde un enfoque por contenidos hacia un enfoque por competencias, donde el apoyo institucional ha sido clave en las reformas que se llevaron a cabo para facilitar los cambios. Además, los cambios en los diseños curriculares y los perfiles de grado incluyeron un marco de referencia apropiado para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las competencias adquiridas por los estudiantes durante el desarrollo de los programas académicos.

Todo lo anterior conduce a tener en cuenta estos elementos a la hora de definir el diseño curricular de los programas de ingeniería no sólo en la Universidad del Valle sino en cualquier otro programa de ingeniería a escala global.

### **Sistemas de acreditación internacional: expectativas**

Dentro de las políticas de internacionalización de las instituciones de educación superior, una de las estrategias que se han venido explorando tiene que ver con la acreditación internacional de los programas. Estas acreditaciones generalmente son llevadas a cabo por agencias privadas que verifican el cumplimiento de las condiciones de calidad, de acuerdo con lineamientos generales y sistemas de evaluación que analizan los compromisos adquiridos en la oferta de los programas académicos. El reconocimiento de las agencias acreditadoras es fundamental para la aceptación de los sellos de calidad, dado que facilita el reconocimiento de las experiencias académicas entre instituciones que tienen estos reconocimientos.

Sin embargo, la búsqueda de una acreditación no puede definir la estructura curricular de un programa académico. La acreditación de un programa debe ser el resultado de un diseño curricular que sea pertinente y responda a las necesidades de formación de los estudiantes de ingeniería.

Algunas de las agencias acreditadoras que se conocen para los programas de ingeniería son ABET, Eur-ACE, CNA, Arcu-Sur Mercosur, entre otras. Algunas de estas acreditaciones tienen mayor reconocimiento y visibilidad internacional que otras; sin embargo, su alcance es similar y lo que se busca es verificar el cumplimiento de los compromisos adquiridos con los estudiantes, es decir, los pares buscan comprobar que los estudiantes adquieran, de acuerdo con los diseños curriculares, las competencias, sensibilidades, capacidades o habilidades establecidas por la institución en sus proyectos educativos.

Someterse a una u otra depende de decisiones que van más allá de las académicas y buscan obtener un reconocimiento en un espacio en determinada comunidad internacional. Por ejemplo, si lo que se desea es tener mayores vínculos con universidades norteamericanas, seguramente una decisión podría ser la acreditación internacional ABET; si es con instituciones europeas, Eur-ACE o si es en América del Sur, con Arcu-Sur Mercosur. También depende de los costos que impliquen los procesos de acreditación, lo cual debe pasar por un compromiso institucional al más alto nivel (rectores de las instituciones de educación superior) para el financiamiento de este tipo de acreditaciones. En este sentido, es importante que se promuevan las reflexiones en las Facultades de Ingeniería y sus programas académicos sobre la conveniencia de ellas.

Indudablemente, es necesario reconocer que hay nuevas tendencias en la educación en ingeniería que comienzan a visibilizar nuevas instituciones líderes en la formación de ingenieros. Fredin (2018) muestra que hay instituciones emergentes que comienzan a destacarse como líderes en la formación en ingeniería, entre ellos el Instituto Tecnológico de Monterrey. Su modelo TEC21 es una iniciativa de aprendizaje híbrido que mezcla el aprendizaje en ambientes virtuales, con aprendizaje presencial y solución de problemas reales.

En el reporte “MIT New Engineering Education Transformation (NEET)” (2018) se identifican los líderes actuales en la enseñanza de la ingeniería como aquellas instituciones de investigación con un alto reconocimiento global y amplia base de graduados. También se identifica a los líderes emergentes en la formación en ingeniería, como aquellas instituciones en las cuales, con premisas de transformación educativa, comienzan a generar rutas para las reformas curriculares de los programas de ingeniería implementando nuevos paradigmas pedagógicos, nuevas modalidades de enseñanza, particularmente aquellas basadas en los recursos tecnológicos (virtualidad), con una orientación a que el estudiante sea el centro del proceso formativo, estimulando el trabajo multidisciplinario y la autorreflexión como aspectos claves. Para lograr estos propósitos se requiere que el profesorado sea innovador, líder y modelo a seguir para los estudiantes, con la disponibilidad de herramientas tecnológicas que faciliten la experimentación en clase.

## **Sistemas de seguimiento a la evaluación**

Bell (2015) presenta un reporte acerca de las percepciones de docentes universitarios sobre la integración de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las

matemáticas (STEM: Science, Technology, Engineering, and Mathematics) en los sistemas de educación superior de los diferentes países. Se observó que, en muchos casos, la implementación de STEM se hace de formas diversas de acuerdo con la comprensión que se ha tenido del tema en cada país y en cada institución de educación superior. Algunos consideran que STEM debe ser enseñada de manera independiente de las disciplinas mientras que otros piensan que deben ser estudiadas en el contexto de éstas, es decir, asociadas a los problemas de ingeniería, por ejemplo, para hacer evidente la necesidad de estas competencias por parte de los estudiantes.

Hay quienes opinan que debe hacerse una combinación de ambas aproximaciones. En algunos países se han hecho esfuerzos para implementar STEM en las estructuras curriculares obedeciendo a una presión externa, mientras que otros lo han tomado como una forma de mejorar los sistemas educativos y darles a los estudiantes mejores herramientas para el ejercicio profesional.

En cualquier caso, es importante que STEM haga parte de las estructuras curriculares de los programas de ingeniería, ojalá en el contexto de la disciplina, para facilitar la comprensión de los temas y generar en los estudiantes un pensamiento orientado a la solución de problemas con la aplicación de principios científicos.

En este sentido, es clave realizar un seguimiento al proceso de aprendizaje de los estudiantes en el contexto de su disciplina y observar que vaya adquiriendo las competencias necesarias para que, a medida que avanza en su proceso formativo, demuestre las capacidades para la solución de problemas en contextos complejos.

En cualquier escenario de diseño curricular que se emplee, es importante que se realice un debido seguimiento a la adquisición por parte de los estudiantes de las competencias para el desempeño de su profesión, una vez se gradúen de la institución. Esta evaluación debe incluir no sólo aquellas propias de la disciplina sino la de las competencias complementarias (soft-skills) fundamentales para el desempeño exitoso de la profesión.

El seguimiento a esta evaluación no sólo se debe hacer con base en las competencias adquiridas por los graduados de los programas, sino que se debe convertir en un proceso continuo, por medio del cual se puedan identificar no sólo las fortalezas en el diseño curricular sino las oportunidades de mejora del programa y de las asignaturas mismas.

La evaluación debe considerar tanto los aspectos técnicos de la disciplina como las capacidades que debe adquirir el estudiante en cada período académico para desempeñarse exitosamente durante su programa de estudios y que, finalmente, redunde en su desempeño laboral.

Para lograr este propósito se deben acordar con el equipo de profesores las características de la plataforma tecnológica y realizar el seguimiento a la evaluación y la toma de decisiones en caso de requerirse modificaciones en los niveles microcurricular, mesocurricular y macrocurricular.

## **Enfoque Social de la Ingeniería**

El ejercicio profesional de la ingeniería tiene un alto impacto en la sociedad; los ingenieros son responsables de generar mejores condiciones de vida para las comunidades y, por tanto, su ejercicio requiere de una gran responsabilidad social. Además, en muchos países los programas de ingeniería se convierten en una ruta de ascenso social de sus estudiantes, los cuales esperan mejorar sus propias condiciones de vida una vez se gradúan de la universidad.

El estudio de ingeniería requiere de estructuras curriculares que generen conciencia sobre el impacto de las decisiones técnicas en el bienestar no sólo personal sino de las comunidades para quienes se realizan las obras de ingeniería. En Suráfrica llevaron a cabo reformas que condujeron a la implementación de nuevos paradigmas pedagógicos, como la educación basada en resultados (OBE: Outcomes-Based Education) para facilitar los procesos de aprendizaje de los estudiantes y hacerle un seguimiento.

A pesar de los efectos positivos que se generan en este tipo de estructuras curriculares, Jansen (2006) se critica el hecho de que en este enfoque no se tuvo en cuenta el contexto social y educativo de las escuelas sudafricanas. Este mismo fenómeno se presenta en los contextos latinoamericanos, donde se impulsan reformas curriculares en la educación superior sin tener en cuenta los contextos educativos de nuestros países. Cuando se realicen procesos de reforma curricular se debe considerar no sólo a la institución de educación superior y su programa académica, con fortalezas y debilidades, sino el contexto de la educación que han recibido los aspirantes que ingresan a la Universidad.

Es importante recordar, entonces, que la ingeniería es una profesión que aplica el conocimiento de las ciencias naturales a la solución de problemas de la comunidad. Su sentido está en las personas, para quienes se desarrollan

las soluciones y con quienes se trabaja en la identificación de los problemas. No sólo debe buscar el ingeniero la solución desde su perspectiva personal y técnica, sino que debe involucrarse con la gente para que su solución empodere y genere condiciones de calidad de vida.

## **Conclusiones**

El ejercicio profesional de la ingeniería conlleva una gran responsabilidad social. Los ingenieros ejercen su profesión para la gente, por la gente y con la gente; cualquier solución a un problema o necesidad debe tener en cuenta a las personas que afectará de manera directa o indirecta. Además, es clave que las soluciones de ingeniería empoderen a las personas para que ellas mismas puedan implementarlas en sus contextos locales y las consideren parte de su vida. Es importante que el enfoque curricular de los programas de ingeniería considere este aspecto dentro de los espacios de aprendizaje que se le proponen a los estudiantes.

Las facultades de ingeniería tienen un reto muy importante en el fomento de la ingeniería como disciplina para el futuro. Se deben enfocar en la integración de saberes, con estructuras curriculares modernas, con nuevos paradigmas pedagógicos, con reconocimiento entre disciplinas/saberes, usando las nuevas tecnologías que faciliten a los futuros estudiantes su participación en programas de formación de alta calidad.

También es clave que, para facilitar la integración internacional, los programas de ingeniería se acrediten con entidades reconocidas, no para modificar sus enfoques sino para generar confianza en que cualquiera que sea el modelo usado, el estudiante se beneficie de una educación de calidad. En este sentido, es clave que los programas puedan demostrar que los resultados de aprendizaje son adquiridos por los estudiantes.

Igualmente, es fundamental que en el contexto latinoamericano se propicie la integración de las facultades de ingeniería y se aprovechen las oportunidades de intercambio académico e investigativo, fortaleciendo los programas de ingeniería y las instituciones.

## Bibliografía

- Aglan, H. A. (1996). Hands-On Experiences: An Integral Part of Engineering Curriculum Reform. *Journal of Engineering Education*, 327-330. doi:10.1002/j.2168-9830.1996.tb00252.x
- Bell, D. (2015). The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: a phenomenographic study. *International Journal of Technology and Design Education*(26), -. doi:10.1007/s10798-015-9300-9.
- Beneitone, P. &. (2015). Tuning impact in Latin America: is there implementation beyond design? *Tuning Journal For Higher Education*, 3(1), 187-216. doi:10.18543/tjhe-3(1)-2015pp187-216
- Berggren K.-F., B. D. (2003). CDIO: an international initiative for reforming engineering education. *World Transactions on Engineering and Technology Education UICEE*, 2(1).
- Chi-kuang Chen, B. C. (2007). An empirical study of industrial engineering and management curriculum reform in fostering students' creativity. *European Journal of Engineering Education*, pp. 191-202. doi:10.1080/030437905000087
- Dym, C. L. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, (94), pp. 103-120. doi:10.1002/j.2168-9830.2005.tb00832.x
- Ferrini-Mundy, J. (1991). An overview of the calculus curriculum reform effort: issues for learning, teaching, and curriculum development. *The American Mathematical Monthly*, 98(7), pp. 627-635. doi:10.2307/2324931
- Fredin, E. (2018). Las tres tendencias que están impulsando el cambio en la enseñanza en ingeniería. Recuperado de <https://observatorio.itesm.mx/edu-news/tres-tendencias-que-estan-impulsando-el-cambio-en-la-ensenanza-en-ingenieria>.
- J., B. (2009). The Bologna Process from a Latin American Perspective. *Journal of Studies in International Education*, 13(4), pp. 417 - 438. doi:10.1177/1028315308329805

- Jansen, J. D. (2006). Curriculum Reform in South Africa: a critical analysis of outcomes-based education. *Cambridge Journal of Education*, pp. 321-331. doi:10.1080/0305764980280305
- MIT New Engineering Education Transformation (NEET). (2018). *The Global State of the Art in Engineering Education*. Cambridge, MA: MIT.
- Passow, H. J. (2012). Which ABET competencies do engineering graduates find most important in their work? *Journal of Engineering Education*, (101), pp. 95-118. doi:10.1002/j.2168-9830.2012.tb00043.x

---

# Proceso e impacto de la acreditación internacional en un programa de Ingeniería

Angelica Burbano - aburbano@icesi.edu.co

Gonzalo Ulloa - gulloa@icesi.edu.co

Norha Milena Villegas - nvillega@icesi.edu.co

Álvaro Pachón - alvaro@icesi.edu.co

Lina Marcela Quintero - lmquintero@icesi.edu.co

Juliana Jaramillo - jjaramillo@icesi.edu.co<sup>11</sup>

## Introducción

El presente artículo resume la experiencia que han tenido los autores, pertenecientes a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Icesi, en Cali, Colombia, con los procesos de acreditación nacional e internacional. En su recorrido se presentan los procesos implementados y se estima el impacto que tienen sobre los estudiantes, el equipo de profesores, los programas y la institución.

Se hace la distinción entre dos tipos de acreditación: la nacional, definida por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) de Colombia, y el proceso de acreditación internacional, que, en el caso de la ingeniería, se encuentra definido por el Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). Este artículo está dividido en seis secciones en las que se tratan los aspectos más importantes del proceso: iniciando con las razones por las cuales un programa se acredita; siguiendo con las agencias acreditadoras; la forma como se llevó a cabo el proceso; el equipo de trabajo, y terminando con la explicación de los tiempos y el esfuerzo necesario para la acreditación, así como los recursos requeridos.

---

11 *Universidad Icesi - Facultad de Ingeniería*

## 1. ¿Por qué empezar un proceso de acreditación?

Las facultades de ingeniería cumplen un importante papel en la sociedad. La educación es una de las mejores herramientas, sino la mejor, para reducir la desigualdad. En el día a día, el compromiso social de una institución debe estar centrado en la calidad de la formación de los estudiantes. En países en vías de desarrollo como Colombia, la mayoría de los estudiantes que eligen una carrera del área de ingeniería pertenecen a familias de los estratos sociales de menores ingresos (principalmente 1, 2 y 3), lo cual significa que los futuros egresados de esas carreras tendrán la oportunidad de transformar su entorno y aportar al desarrollo de país.

La acreditación es un proceso de mejoramiento de la calidad de un programa académico en el cual se verifica, por medio de una estándar, si un programa académico cumple con los parámetros establecidos y de no hacerlo se establece cuál sería la brecha para lograrlo. Este debe ser el principal impacto de la acreditación, los planes para cerrar dicha brecha. Cuando un programa ha emprendido el proceso, y ha realizado esfuerzos sobre calidad, puede ratificar los alcances de este proceso con una medición externa. Un efecto al proceso de acreditación puede ser también el reconocimiento que brinda un sello. Sin embargo, la obtención de dicho sello debe ser un derivado del proceso de calidad y no constituir un fin en sí mismo.

## 2. ¿Con qué agencias acreditarse?

En Colombia existe el Consejo Nacional de Acreditación (CNA)<sup>12</sup> que desde hace casi 20 años acredita todo tipo de programas de pregrado en el país. Su trabajo le ha permitido convertirse en un referente para algunos países vecinos. El CNA también acredita los procesos institucionales, que culminan con la entrega de la Acreditación Institucional de Alta Calidad, siempre que el concepto de los evaluadores así lo determine.

El modelo de acreditación de los programas de pregrado seguido por el CNA está muy enfocado en la revisión de la documentación y en la evaluación con la cual se formulan y documentan los procesos. El modelo está compuesto por diez factores, subdivididos en 40 características que, a su vez, se descomponen en más de 250 indicadores [1]. El propósito de la definición de estos indicadores de calidad es propiciar un proceso de autoevaluación de

---

12 Consejo Nacional de Acreditación, [www.cna.gov.co](http://www.cna.gov.co).

los factores, características e indicadores, con revisión externa por parte de los pares evaluadores y del CNA.

Las características se evidencian en la existencia de documentos, de procesos o resultados de encuestas. Sin embargo, no se examina en profundidad la calidad de la enseñanza y los resultados del proceso de formación de los estudiantes; tampoco se hace énfasis en los procesos de mejora continua, en particular en el nivel curricular. Se sabe que la sola existencia de un proceso es condición necesaria pero no es suficiente para la calidad.

El modelo del CNA es útil, pues ayuda a estandarizar los procesos en las instituciones de educación superior, pero resulta tan complejo que no necesariamente ayuda a mejorar la calidad, entendida como una formación óptima de los estudiantes y egresados de los programas porque este aspecto sólo se evalúa de forma tangencial [2] [3]. Recientemente, el Ministerio de Educación Nacional publicó el resultado del trabajo de una mesa de expertos que pretende modernizar los criterios de acreditación del CNA [15]. Este documento, aun en discusión, se propone un sistema de calidad más coherente y cercano a lo propuesto por ABET.

Existe otro modelo orientado más al proceso de formación de los estudiantes y que ha sido puesto en práctica por la Accreditation Board for Engineering and Technology, en Estados Unidos [4]. Es el modelo de ABET, que tiene nueve factores centrados en la formación de los estudiantes. El modelo evalúa la formación de los estudiantes y el proceso de mejoramiento continuo de los factores asociados a dicha formación. Entre otros modelos existentes, también se encuentra el modelo europeo (EUR-ACE) [5], fruto del acuerdo de Bolonia. Este modelo ha empezado a acreditar a programas de ingeniería. Al igual que el modelo ABET, se basa en los resultados de los estudiantes para garantizar la calidad de la educación en ingeniería en los países de la Unión Europea.

### **3. ¿Cómo se realizó el proceso?**

En la figura 1 se presenta el modelo general del proceso de acreditación, seguido por el equipo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Icesi. Este proceso genera un impacto significativo en los programas porque permite transformar un programa académico, lo que permite la evolución de un programa basado en contenidos a un programa con un currículo integrado, basado en competencias. Esto se logra con un proceso de evaluación en el que se valora el logro

de los objetivos de aprendizaje entre sus estudiantes y, a partir de los resultados obtenidos, es posible formular acciones de mejora continua.

El proceso se inicia con la definición de los objetivos educativos del programa (Program Educational Objectives). En esta actividad participan los responsables del programa (constituyentes, empleadores, egresados y equipo de profesores); se tienen en cuenta, además, los criterios de las asociaciones profesionales, así como la recomendación del Syllabus de CDIO versión 2.0, los criterios de valoración establecidos por el estándar de ABET y otros criterios externos que pueden estar determinados por las legislaciones locales o nacionales [6], [7].

La segunda parte (figura 1) comprende la evaluación de las condiciones existentes o posibles, dado que todo lo que se desea hacer muchas veces está restringido por limitaciones físicas, presupuestales o porque se consideran proyectos a mediano y largo plazo relacionados con el programa académico.

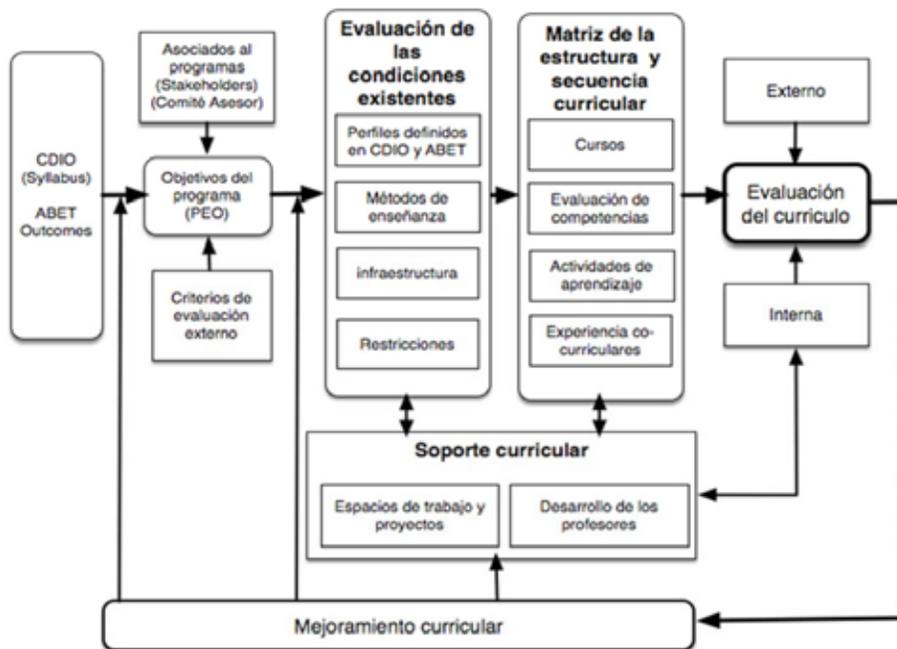


Figura 1. Modelo general del proceso<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Adaptada de la presentación de Doris Brodeur sobre CDIO, traducida y modificada con autorización de su autora.

La tercera parte corresponde con la elaboración de la matriz de la estructura y secuencia curricular, en la que se relacionan los cursos curriculares (filas) y la desagregación de las competencias en las que debe concentrarse el programa (columnas). Además, para cada uno de los cursos se establece el nivel desarrollo de la competencia (introducir, enseñar o aplicar).

Un aspecto por considerar está relacionado con el mecanismo de evaluación de las competencias. Dicho mecanismo permite establecer los niveles de logro o desarrollo de las mismas. A partir de la información obtenida, y de su evaluación, resulta posible establecer planes de mejora para consolidar el desarrollo de competencias, mejorar actividades de enseñanza-aprendizaje y establecer actividades de reflexión y fortalecimiento docente.

Finalmente, se presenta una fase de evaluación del más alto nivel, que integra las evaluaciones realizadas, la evaluación del programa (evaluación del currículo), la cual conduce al proceso del mejoramiento curricular que introduce las mejoras y modificaciones que determinadas por el análisis y la reflexión sobre los resultados.

En la figura 2 se presenta de manera detallada el proceso de implementación de un currículo basado en competencias, el cual forma parte fundamental del proceso de mejora continua del currículo y permite la recolección de la evidencia requerida para un proceso de acreditación internacional ABET [6]. Éste se encuentra dividido en cuatro partes principales (cf. Etiquetas 1-4, figura 2).

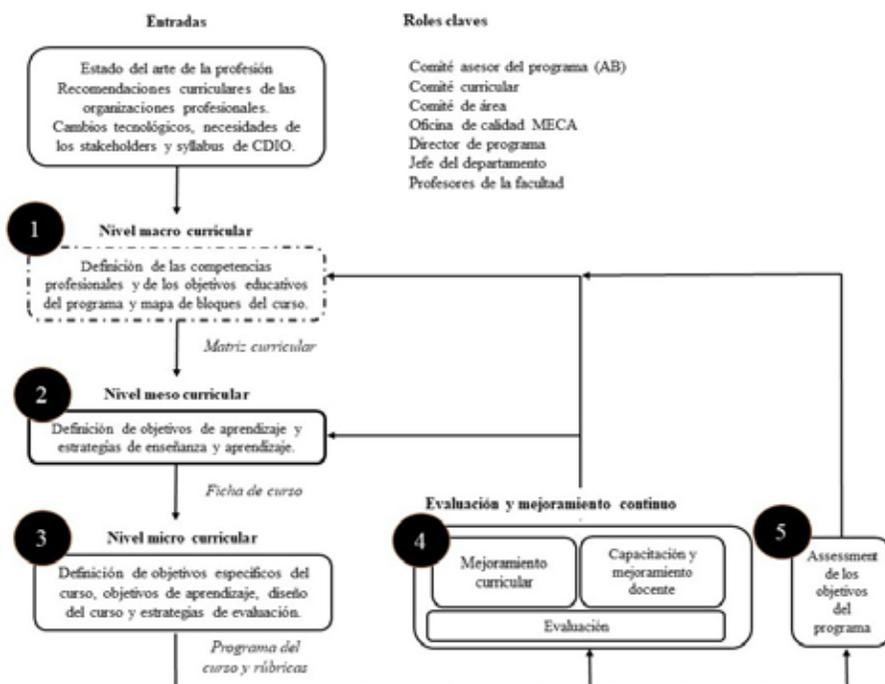
Para iniciar el proceso se debe considerar un nivel cero o revisión inicial que consiste en la definición o revisión de las competencias profesionales en relación con los objetivos de aprendizaje propuestos por CDIO, que coinciden con los requisitos de ABET [8]. Se definieron los objetivos educativos del programa (PEO), trabajo desarrollado con la participación del Comité Asesor del Programa (Advisory Board).

En un primer nivel denominado macrocurricular, se identificó la necesidad de detallar la matriz de cruce de competencias y cursos del nivel mesocurricular para permitir que los docentes identifiquen las competencias que deben desarrollar en sus cursos concretamente, así como conocer con su nivel de logro.

El nivel microcurricular se enfoca en el diseño del programa y las estrategias de medición (*assessment*) que desarrollarán los docentes en sus asignaturas para

efectuar la valoración de las competencias, lo que empieza a configurar un cambio evidente a nivel de la práctica educativa.

Las últimas dos partes responden a la necesidad de efectuar una evaluación constante que permita recolectar los desempeños de los estudiantes a lo largo del tiempo, describir la forma como evolucionan los cursos ofrecidos y favorecer la reflexión del docente sobre su práctica. Todo lo anterior con el propósito de evaluar periódicamente el cumplimiento de los objetivos educativos del programa académico.



**Figura 2.** Estructura de la reforma curricular-mejora currículo

### *Nivel 0. Revisión inicial*

Toda reforma o revisión curricular está motivada por los requerimientos y expectativas de grupos de interés o *stakeholders* sobre las competencias, la necesaria actualización de los objetivos del programa (PEO) y el mejoramiento de la calidad educativa. Estos grupos de *stakeholders* pueden distribuirse en industria, profesionales, academia y sociedad. La industria y la sociedad están representadas por el comité asesor del programa (Advisory Board), que participa activamente en esta revisión y son profesionales y académicos expertos en las áreas de conocimiento del programa.

Esta parte se inició revisando las recomendaciones de los referentes profesionales nacionales e internacionales de cada programa (ACM/IEEE/IEE) [12]. Así como programas maduros y consolidados de universidades seleccionadas utilizadas como referentes. Otro factor que debe tenerse en cuenta es el proyecto educativo institucional (PEI), que especifica los valores y las competencias transversales que generan el sello de la formación de la universidad. El Syllabus de CDIO versión 2.0 [9] y los resultados de egreso definidos por ABET completan esta revisión.

### *Nivel 1. Macrocurricular*

El comité curricular, con la definición de las competencias, establece o renueva las áreas de los cursos y sus temas para definir la estructura curricular general y el diseño del contenido y su secuencia de aprendizaje. Nuestra estructura curricular, definida por CDIO [10], comprende un curso introductorio, los cursos básicos, los cursos profesionales y los cursos integradores. La última tarea de esta parte corresponde con la asignación de los resultados de aprendizaje del programa a los cursos. El resultado es una matriz curricular que especifica los niveles de alcance de las competencias en cada curso, así como el camino de la evolución de la formación en el plan de estudios. La Universidad Icesi declara en su PEI ser una institución educativa con un modelo educativo de aprendizaje activo [11] y la competencia de aprendizaje a lo largo de la vida debe estar presente.

### *Nivel 2. Mesocurricular*

El principal objetivo de este nivel es la producción de la ficha del curso, un instrumento diseñado para garantizar la coherencia entre la intención, los objetivos de aprendizaje terminales y las estrategias de enseñanza-aprendizaje

que mencionan en el nivel macrocurricular. Esta ficha sirve de principio guía orientador para construir el programa de la asignatura o curso en el nivel microcurricular. Además, los cursos que pertenecen al currículo de un programa pueden ser agrupados en diferentes áreas de conocimiento [12], que se comprometen con la formación de las competencias y saberes de un área particular.

Algunas áreas de conocimiento forman bloques que se comparten entre los programas, como la formación básica en matemáticas y ciencias, pero en algunos casos se forman bloques que pertenecen a un solo programa, por ejemplo, infraestructura y servicios, algoritmos y programación o simulación. Siguiendo la recomendación de CDIO, cada bloque de formación tiene cursos terminales o cursos integradores (*Capstones*) que permiten evaluar el desarrollo de una competencia mediante la aplicación de los resultados del aprendizaje de todo el bloque en un proyecto práctico.

Para utilizar estos bloques, se estableció un comité de área formado por los profesores que tienen la responsabilidad de impartir estos cursos. Cada bloque cuenta con un líder, quien coordina la creación de las fichas de cursos del grupo y garantiza el alineamiento de propósitos, contenidos y actividades de todos los cursos del bloque.

El comité de currículo informa a cada comité de área acerca de las responsabilidades de formación de los cursos, que se extraen de la matriz curricular. El comité de área transforma la lista de resultados de aprendizaje y los temas disciplinarios en un conjunto de objetivos de aprendizaje terminales. Además, define las estrategias de enseñanza-aprendizaje y de evaluación para cada objetivo terminal. Las fichas de curso se convierten en las directrices para desarrollar los programas del curso en el nivel micro curricular.

### *Nivel 3. Micro-curricular*

Este nivel inicia entregando la ficha de curso a los profesores responsables por impartir los cursos y termina con el programa o Syllabus de curso. El programa es la guía para el profesor y los estudiantes acerca de los temas específicos que serán abordados en el curso, los objetivos específicos de aprendizaje en cada tema y el plan de evaluación de dichos objetivos. La ficha de curso tiene definidos los objetivos de aprendizaje terminales y los temas generales, y es deber del profesor ampliar y desplegar esta información en temas más detallados y establecer los objetivos específicos de aprendizaje por tema (o grupo de temas).

En el programa del curso, el profesor también establece las actividades concretas de enseñanza-aprendizaje que se desarrollarán durante el curso y los instrumentos de evaluación del proceso. Es necesario apoyar a los profesores en el diseño del programa del curso y en las estrategias de medición y evaluación de las competencias [13]. En el caso de ingeniería, la evaluación de competencias no es natural, ni viene con la formación de los profesores. Mediante un programa de desarrollo docente, la facultad puede mejorar este aspecto a corto plazo. En tal caso, el apoyo del líder del área y de los expertos asociados a la Oficina de Mejoramiento Continuo y Calidad (MECA) puede ayudar a los profesores a seleccionar las mejores estrategias de enseñanza y evaluación. Esta oficina juega un papel muy importante: establecer rumbos, articular estrategias, servir de intermediario entre el PEI y los propósitos de cada programa, implementar y hacer seguimiento de los programas de mejora, identificar debilidades en el cuerpo de profesores y establecer programas de capacitación y seguimiento de las acciones de mejora.

#### *Nivel 4. Evaluación y mejoramiento continuo*

Durante el semestre, el profesor ejecuta las actividades de enseñanza y aprendizaje planeadas con antelación en el programa del curso y aplica las estrategias de medición y evaluación, *assessment*, apoyado con rúbricas que recogen la evidencia de los niveles alcanzados en cada una de las competencias a lo largo del curso. Al finalizar el semestre, el profesor debe completar un *memorando reflexivo* del curso, que le ayuda a reflexionar sobre las actividades desarrolladas durante su curso y a organizar la evidencia colectada en el proceso de aprendizaje.

Para completar la visión del aprendizaje del curso, el profesor también utiliza los resultados de la encuesta de evaluación que aplica la oficina a cargo del proceso de calidad en la universidad, y que completan autónomamente los estudiantes. Los reportes de cada curso se almacenan en un sistema de información (en este caso Sharepoint), así como los documentos y evidencias se archivan en una carpeta del curso.

El memorando reflexivo y la encuesta se discuten con el jefe del departamento y con el líder de bloque (área) con el fin de tomar acciones que pueden ser: cambiar las estrategias de enseñanza-aprendizaje, utilizar actividades diferentes o modificar la evaluación.

Esta reflexión sustentada también puede afectar el programa o la ficha del curso. En algunos casos, las correcciones podrían llegar hasta el nivel mesocurricular o macrocurricular. Si se detectan aspectos por mejorar en la actividad docente, se puede realizar un plan de desarrollo profesoral en aspectos tales como aprendizaje activo o competencias en la elaboración de rúbricas; el compromiso de los docentes y el desarrollo de sus competencias es fundamental para el buen desarrollo de un proceso de acreditación [14].

#### *Nivel 5. Evaluación de los objetivos del programa*

Se deben distinguir aquí dos tipos de evaluación: la evaluación de curso, en la cual un profesor mide los objetivos del curso; y la evaluación de los objetivos del programa, que debe medir los objetivos de formación de todo el programa académico (resultados de salida). En este último paso la evaluación es más general y es la contribución de todos los cursos en la formación de las competencias de salida de los estudiantes.

Para medir este punto se debe realizar un plan de evaluación de cada objetivo y revisarlo como se muestra en el nivel 5 (cf. figura 2). Los planes de mejora de los resultados de salida así como otras fuentes y reportes, tales como encuestas de salida e informes de estudiantes en práctica, entre otros, pueden contribuir a la mejora del currículo. Los planes de mejora se oficializan en el comité de currículo y el seguimiento se realiza de manera semestral. Anualmente se hace una presentación al Advisory Board respecto de los avances y se revisa con ellos el cumplimiento de los objetivos educativos del programa para recibir su retroalimentación.

#### **4. ¿Cuál fue el equipo de trabajo?**

Uno de los factores de éxito del proceso de acreditación ha sido la participación de los profesores de la facultad, así como de todos los directivos de los programas relacionados con la acreditación. Se definieron bloques de formación; todos los profesores que tienen cursos involucrados en un bloque de formación participan en la evaluación de su bloque. Este es coordinado y liderado por un profesor líder de bloque. Además de los bloques de formación, se tienen para el programa los resultados de salida o *outcomes*, definidos en la acreditación ABET.

El *outcome* es una competencia general que se desarrolla en una serie de cursos, que no necesariamente pertenece a un bloque o área del conocimiento. Por esta razón

se le asignó esta responsabilidad a un profesor líder de cada *outcome*. En el modelo actual de ABET se definen once *outcomes*, de a-k que deben ser evaluados [4].

Para coordinar el proceso de acreditación se constituyó un comité de acreditación en el que participan los líderes de *outcome*, los jefes de departamento, los directores de programa y el decano. Finalmente, para efectos prácticos, se constituyó de facto un pequeño comité (que coordina toda la actividad del día a día y realiza reuniones semanales de seguimiento y coordinación. Este comité continúa reuniéndose permanentemente aún después de la acreditación.

Todo el proceso es dirigido y coordinado desde la Oficina Mejoramiento Continuo y Acreditación que denominamos MECA. Es una oficina con dos personas que se encargan de todas las actividades de acreditación y reformas en la facultad. Depende de la decanatura.

## 5. ¿Cuánto esfuerzo y tiempo toma?

Establecer un proceso como el descrito aquí toma tiempo, pero lo más difícil son los profesores, quienes tienen un papel clave en el proceso de formación. Lograr que los procesos de medición y evaluación sean parte de su quehacer es una tarea de gran esfuerzo y motivación [14]. Es difícil por diferentes razones, desde la resistencia al cambio sintetizada en la pregunta “¿Por qué voy a cambiar si lo he hecho así durante diez o quince años?”, hasta no ver o no entender la utilidad del proceso, que hace que los profesores tengan una actitud de desconfianza. Una vez se cosechan los primeros resultados, los profesores se convierten en aliados de este proceso, pues ven los resultados en sus estudiantes y en su mismo trabajo.

Para un primer proceso de acreditación, establecer, organizar y poner en marcha la evaluación de un *outcome* es un trabajo muy grande que requiere un esfuerzo adicional. Siendo coherente con esto, se debe descargar a los profesores que son líderes de *outcome*, lo mismo que a los directores de programa sobre los que recae gran parte del peso del proceso. Una de las claves es desarrollar un proceso sencillo y sostenible. A mediano plazo, estos procesos no deben ser carga adicional y se deben incorporar en el trabajo diario de todos.

Como el proceso de acreditación requiere el cierre de un ciclo completo de medidas de todos los *outcomes*, el cierre de este ciclo toma un tiempo entre tres y cuatro semestres (dos años), para poder evaluar de cuatro a seis *outcomes* por

año, que es una carga pesada la primera vez, luego se organiza el proceso para cerrar un ciclo cada tres años.

## 6. ¿Cuántos recursos demanda?

Entender el modelo y el proceso de evaluación de competencias es el proceso más difícil para todos. Por esta razón se deben presupuestar recursos para capacitaciones internas y con personal especializado, así como asesorías externas que se deben contratar para revisar el modelo y los datos que se recolectan.

Una mirada externa al modelo y al proceso es una de las principales recomendaciones; un externo ve problemas y deficiencias que el día a día ocultan y que son fáciles de corregir si se detectan a tiempo.

Finalmente, deben considerarse los costos propios de una acreditación que incluyen la preparación de la visita y los costos de ésta, además de los derechos que se pagan al acreditador. Otro costo que debe considerarse es del personal que coordine el proceso y que continúe vigilándolo, que colabore en la recolección de evidencia, en la formación de los nuevos profesores, etc. En este caso se creó una oficina para la gestión de todos los procesos de acreditación y mejoramiento (MECA) de la cual ya se habló.

## Conclusiones

El desarrollo curricular con bloques de cursos, los cursos integradores (*capstones*) y la evaluación de los objetivos educativos del programa, así como la evaluación de los resultados (*outcomes*) de los estudiantes causan un impacto significativo no sólo en la formación de los estudiantes sino en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El proceso de acreditación también impacta el cuerpo de profesores, los lleva a la reflexión, que contribuye al mejoramiento tanto de su práctica docente como al desarrollo de las competencias de los estudiantes y, por ende, la de un programa académico.

## Referencias

- [1] CNA. Sistema Nacional de Acreditación. Lineamientos para la acreditación de programas de pregrado. Bogotá, 2013.
- [2] A. Pachón, N. Villegas, A. Burbano, G. Ulloa, J. Jaramillo y J. C. Cuéllar. Retos de los programas de ingeniería colombianos en el cumplimiento de los requisitos de la acreditación internacional ABET. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI*, Cartagena, 2016.
- [3] N. Villegas. Challenges in meeting ABET criteria in a country that lacks culture of program assessment,» de *ABET Symposium*, Hollywood, FL, 2016.
- [4] A. B. f. E. a. T. ABET. 2018.
- [5] EUR-ACE. Framework standards and guidelines. 2018.
- [6] G. Ulloa, N. Villegas, S. Cespedes y M. P. Ayala. An approach to the implementaiton process of CDIO. *Proceedings of the 10th International CDIO Conference*, Barcelona, Spain, 2014.
- [7] G. Ulloa, H. Arboleda y A. Pachon. Proceso de implementación de CDIO en programas de Tecnologías de Información y Comunicaciones. *WEEF*, Cartagena, Colombia, 2013.
- [8] D. R. Brodeur y E. Crawley. Program Evaluation Aligned With the CDIO Standards. *Proceedings of the 2005 American Society for Engineering Education Annual Conference*, Portland, OR, 2005.
- [9] E. Crawley, J. Malmqvist, W. Lucas y D. Brodeur, «The CDIO Syllabus v2.0. An updated statement of goals for engineering education. *Proceedings of the 7th International CDIO Conference*, Copenhagen, 2011.
- [10] Crawley, Malmqvist, Östlund, Brodeur y Edström, Rethinking Engineering Education. CDIO Approach, Springer, 2014.
- [11] G. Ulloa, A. Pachon y H. Arboleda. Active Learning and CDIO implementation in Colombia. *CDIO Conference*, Cambridge, 2013.
- [12] H. Arboleda, A. Pachon y G. Ulloa. Discovering proficiency levels for CDIO Syllabus topics through stakeholders differentiation. *CDIO Conference*, Cambridge, 2013.

- [13] B. Walvoord. *Assessment clear and simple. A practical guide for instructors, departments and general education*, Jossey-Bass, 2010.
- [14] A. Burbano. Faculty engagement and participation in the context of an international accreditation project. *ICACIT Simposio*, Lima, Peru, 2017.
- [15] MEN. *Referentes de calidad. Una propuesta para la evaluación del sistema de aseguramiento de la calidad*. Bogotá, marzo de 2018. ISBN: 978-958-785-104-5.

---

# Diretrizes inovadoras para a educação em engenharia: um salto de qualidade na formação em engenharia no Brasil

Vanderli Fava de Oliveira – vanderli@acesa.com<sup>14</sup>

## *Resumo*

O objetivo deste trabalho é apresentar a proposta de Diretrizes Inovadoras para a Educação em Engenharia no Brasil. Desenvolvida através da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE), pela Mobilização Empresarial e pela Inovação da Confederação Nacional da Indústria (MEI/CNI). Todos integram a comissão que foi criada no Conselho Nacional de Educação (CNE), para encaminhar esta proposta composta pela Câmara de Educação Superior (CES), do CNE e a Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação (SESU/MEC). Pela primeira vez os que formam Engenheiros representados pela ABENGE e os que se utilizam da Engenharia representada pela MEI/CNI se articularam e conseguiram elaborar uma proposta de novas Diretrizes para os Cursos de Engenharia. Esta proposta muda a concepção que prevalece nas diretrizes atualmente em vigor, que é centrada em núcleos de conteúdos organizados em disciplinas para a formação baseada em competências desenvolvidas através de atividades articuladas. Incentiva também substituir a sala de aula tradicional por ambientes de aprendizagem situados não só nas Instituições de Educação em Engenharia, mas também nas organizações empresariais nos quais se propõe desenvolver atividades com suporte na aprendizagem ativa entre outros. Esta proposta foi desenvolvida durante o ano de 2017 e atualmente encontra-se em tramitação na CES/CNE, com expectativa de que entre em vigor ainda neste ano de 2018.

---

<sup>14</sup> Professor Titular da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Presidente da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE)

*Palabras claves:*

*Educação em Engenharia, Diretrizes Curriculares, Competências.*

### **Resumen**

El objetivo de este trabajo es presentar la propuesta de directrices innovadoras para la educación en ingeniería en Brasil, que fue desarrollada por la Asociación Brasileña de Educación en Ingeniería (ABENGE) y por la Movilización Empresarial por la Innovación de la Confederación Nacional de la Industria (MEI/CNI), como integrantes de la comisión que fue creada en el Consejo Nacional de Educación (CNE), para encaminar esta propuesta, y fue compuesta, también, por la Cámara de Educación Superior (CES) del CNE y por la Secretaría de Educación Superior del Ministerio de Educación (SESU/MEC). Por primera vez, los que forman ingenieros, representados por la ABENGE y los que utilizan de la ingeniería, representados por la MEI/CNI, se articularon y consiguieron elaborar una propuesta de nuevas directrices para las carreras de ingeniería.

Esta propuesta cambia la concepción que prevalece en las directrices actualmente en vigor, que se centra en núcleos de contenidos organizados en asignaturas, para la formación basada en competencias desarrolladas a través de actividades articuladas. También incentiva sustituir el aula tradicional por ambientes de aprendizaje, situados no sólo en las instituciones de educación en ingeniería, sino en las organizaciones empresariales, en las que se propone desarrollar actividades con soporte en el aprendizaje activo, entre otros. Esta propuesta fue desarrollada durante 2017 y actualmente se encuentra en trámite en la CES/CNE. Se espera que entre en vigor incluso este año de 2018.

*Palabras claves:*

*Educación en ingeniería, directrices curriculares, competencias.*

### **Abstract**

The objective of this paper is to present the proposal of Innovative Guidelines for Engineering Education in Brazil, which was developed by the Brazilian Association of Engineering Education (ABENGE) and by the Business Mobilization for the Innovation of the National Confederation of Industry (MEI/CNI). members of the committee that was created at the National Education Council (CNE), to send this proposal and was also composed by the CNE Higher Education Chamber (CES) and the Secretariat of Higher Education of the Ministry of Education (SESU/MEC). For the first time, those who form Engineers, represented by ABENGE and those who use

Engineering, represented by MEI/CNI, have articulated and managed to prepare a proposal for new Guidelines for Engineering Education. This proposal changes the conception that prevails in the guidelines currently in force, which is centered in content nuclei organized in classes, for training based on competences developed through articulated activities. It also encourages the substitution of the traditional classroom for learning environments, located not only in Engineering Education Institutions, but also in business organizations, in which it is proposed to develop activities with support in active learning, among others. This proposal was developed during the year 2017 and is currently being processed by the CES / CNE and it is expected that it will enter into force later this year of 2018.

*Keywords:*

*Engineering Education, Curriculum Guidelines, Skills*

## **Introdução**

A Resolução Número 11, de 11 de março de 2002 (Brasil, 2002) da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (Resolução CNE/CES Nº 11/2002) instituiu as atuais Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para o Curso de Engenharia. Após a publicação desta resolução foram elaboradas mais cinco resoluções pela CES/CNE referentes a habilitações específicas dos cursos de Engenharia:

Nº 1 de 2 de fevereiro de 2006 - Engenharia Agrônômica ou Agronomia (Brasil 2006);

- Nº 2 de 2 de fevereiro de 2006 - Engenharia Agrícola (Brasil 2006);
- Nº 3 de 2 de fevereiro de 2006 - Engenharia Florestal (Brasil 2006);
- Nº 5 de 2 de fevereiro de 2006 - Engenharia de Pesca (Brasil 2006);
- Nº 1 de 6 de janeiro de 2015 - Geologia e Engenharia Geológica (Brasil 2015);
- Nº 5 de 16 de novembro de 2016 - Ciência da Computação, Sistemas de Informação, Engenharia de Computação, Engenharia de Software e Licenciatura em Computação (Brasil 2016).

Em 18 de junho de 2007 foi publicada a Resolução Número 2 da CES/CNE (Brasil 2007) que dispõe sobre carga horária mínima e procedimentos relativos a integração e duração dos cursos de graduação e bacharelados na modalidade presencial. Esta resolução determinou também que a denominada “hora-

aula” corresponda a 60 minutos e que os Cursos de Engenharia devem ter um mínimo de 3.600 horas com período de 5 anos. A Resolução CNE/CES 5/2016 (Brasil 2016), determinou que os cursos de Engenharia (Engenharia de Computação e Engenharia de Software) tenham duração de no mínimo 4 anos com carga horária mínima de 3200 horas.

## **Encaminhamento das discussões das DCNs**

A atual diretoria da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE) que tomou posse em 01 de janeiro de 2017 tinha como uma das suas metas programáticas, a proposição de novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os Cursos de Engenharia no Brasil. No COBENGE 2016 realizado em Natal/RN no mês de setembro de 2016 com a eleição da atual diretoria iniciaram-se os contatos com vistas a estas novas diretrizes. Estiveram presentes neste evento o titular da Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação (SESU/MEC), Professor Paulo Barone e a representante da Mobilização Empresarial pela Inovação da Confederação Nacional da Indústria (MEI/CNI) Zil Miranda, com os quais a atual diretoria da ABENGE manteve os primeiros contatos sobre tais diretrizes.

Em janeiro de 2017 a diretoria da ABENGE foi recebida em audiência pelo Secretário da (SESU/MEC) ocasião na qual foram discutidos encaminhamentos para a elaboração das novas DCNs. A diretoria reuniu-se ainda neste mês de janeiro com o Presidente da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CES/CNE) Professor Luiz Liza Cury e com a representante da MEI/CNI Zil Miranda. Destas interações emergiu a proposta de se realizar uma reunião com outros organismos governamentais e da sociedade civil, além de representantes de Instituições de Educação em Engenharia (ABENGE 2017).

A ABENGE ficou encarregada de elaborar um texto preliminar para a convocação desta reunião e assim o fez. A SESU/MEC e a CES/CNE convocaram a reunião solicitando que os participantes evitassem fazer diagnósticos e que encaminhassem propostas para a melhoria da formação em Engenharia no país (ABENGE 01/ 2017).

No primeiro semestre de 2017 a parceria ABENGE e MEI/CNI foi consolidada e as reuniões das Comissões de cada entidade sempre contaram com participação de representantes das duas parceiras. Ver quadro resumo (quadro 01) das atividades desenvolvidas com vistas à elaboração da proposta de DCNs.

Na reunião realizada na CES/CNE em 07 de agosto de 2017 foi oficializada a comissão (CES/CNE, SESU/MEC, MEI/CNI e ABENGE) que encaminhou as discussões sobre as DCNs. Em seguida a Diretoria da ABENGE nomeou a sua comissão para encaminhar os trabalhos de elaboração da proposta no âmbito da entidade. Adotou como critério a nomeação de membros das três diretorias imediatamente anteriores e da atual e a Comissão ficou assim composta:

(\*) Maria José Gazzi Salum (Diretoria 1999/2004), Silvia Costa Dutra (Diretoria 2005/2010), Ana Maria F M Retzl (Diretoria 2011/2016), Adriana Maria Tonini (Editora da Revista da ABENGE), Messias Borges Silva (USP/Lorena UNESP/ Guaratinguetá) e os membros da atual Diretoria: Vanderli Fava de Oliveira, Luiz Paulo Brandão, Valquíria Villas Boas G Missel, Vagner Cavenaghi e Octavio Mattasoglio Neto. O Professor Messias substituiu o Professor Marcos J Tozzi (Diretoria 2011/2016) que não pode continuar na Comissão.

Para a construção da sua proposta a Comissão da ABENGE realizou diversas atividades tais como, reuniões e pesquisas em sites internacionais que tratam da temática. Em termos de documentos; consultaram-se documentos e textos referentes à elaboração das atuais DCNs (Brasil 2002). Também foram consultados documentos do Conselho Federal de Decanos de Engenharia da Argentina (CONFEDI 2014 e 2017) e da Associação Ibero americana de Instituição de Ensino de Engenharia (ASIBEI, 2017).

Quadro 01 - atividades desenvolvidas para a elaboração da proposta de novas DCNs para os cursos de engenharia

Data	Atividades
24 jan/17	Reuniões com a MEI/CNI e também com a CES/CNE e SESU/MEC, nas quais foi tratada a organização de um evento (realizado em 11/04) e definiu-se que o evento não seria de diagnósticos, mas sim de apresentação de propostas. A ABENGE ficou encarregada de apresentar um texto para encaminhar o evento.

<b>Data</b>	<b>Atividades</b>
11 abr/17	Reunião no CNE convocada pela SESU/MEC e CES/CNE que, com ABENGE e MEI/CNI, conduziram a reunião que contou com a participação de mais de 20 representantes de organismos governamentais, de entidades e de IES de Educação em Engenharia. Após esta reunião as relações com a MEI/CNI se estreitaram e a ABENGE passou a participar das reuniões do Grupo de Trabalho da MEI/CNI.
12 mai/17	Participação da ABENGE na 2ª Reunião do Grupo de Trabalho para o Fortalecimento das Engenharias da MEI/CNI, realizada em São Paulo com a presença do Secretário da SESU/MEC, Professor Paulo Barone e cerca de 15 representantes de empresas.
12 jul/17	Realização do Fórum de Gestores da ABENGE em Brasília para discussão das Diretrizes. As propostas emanadas da reunião de abril e as proposições iniciais da ABENGE foram apresentadas na parte da manhã. O evento contou ainda com exposição do CONFEA sobre as diretrizes e terminou com a realização de reuniões em grupos para aprofundar na discussão das propostas.
07 ago/17	Reunião na CES/CNE com a participação também da MEI/CNI e SESU/MEC. Nesta reunião definiu-se a Comissão composta por ABENGE, CES, SESU e MEI para encaminhar uma proposta de Diretrizes para a Engenharia. Em seguida a ABENGE criou uma Comissão (*) para encaminhar as discussões das DCNs.
22 ago/17	ABENGE fez uma chamada para as Instituições Educação em Engenharia e professores enviarem proposições para as novas DCNs para serem discutidas no COBENGE 2017.
04 set/17	Participação da ABENGE na reunião da MEI/CNI em São Paulo.
26 set/17	Discussão das DCNs no COBENGE 2017 com mesa SESU/MEC, CNE/CES e MEI/CNI e discussões em grupos.
10 out/17	Participação da ABENGE na reunião da MEI/CNI.
17 e 18 out/17	Reunião da Comissão de Diretrizes da ABENGE em Brasília.
20 out/17	Participação da ABENGE na reunião da MEI/CNI.
09 e 10 nov/17	Reunião da Comissão de Diretrizes da ABENGE em Brasília.
10 nov/17	Reunião com a MEI/CNI e CES/CNE na sede do CNE.

<b>Data</b>	<b>Atividades</b>
15 e 17 nov/17	Reunião da Comissão de Diretrizes da ABENGE.
16 nov/17	Realização do Fórum de Gestores em Brasília no auditório da CNI com a participação da MEI/CNI para discussão das Diretrizes.
22 jan/18	Reunião com a MEI/CNI e CES/CNE na sede do CNE quando a ABENGE e a MEI/CNI entregaram suas propostas. Ficou também acertado que ABENGE e MEI/CNI iriam unificar as suas propostas.
05 fev/18	Reunião na CES/CNE (ABENGE e MEI/CNI) quando ocorreu a unificação das propostas.
16 fev/18	Discussão da proposta unificada da ABENGE e MEI/CNI com Relator indicado pela CES/CNE. Nesta reunião ficou definido que MEI/CNI e ABENGE elaborariam a proposta de Resolução assim como, o parecer de embasamento da proposta.
05 mar/18	Reunião no CNE quando foi discutida a proposta de Resolução.
07 mar/18	Envio da proposta final da ABENGE e MEI/CNI para o relator CES/CNE da proposta de DCNs da Engenharia

Fonte: Organizado pelo Autor

A proposta final da ABENGE e MEI/CNI (ABENGE 05/ 2018) foi efetivamente enviada ao Relator CES/CNE das DCNs no dia 07 de março de 2018. A única divergência que existia era quanto ao tempo de duração e carga horária dos cursos. A ABENGE defendia como referência quatro anos de duração e 4.200 horas de carga horária. A MEI/CNI defendia o tempo mínimo de cinco anos de duração e 3.600 horas de carga horária. No final a CES/CNE resolveu encaminhar como referência cinco anos e 3.600 horas.

Nas atividades desenvolvidas em 2018 para a elaboração da proposta de DCNs havia a sinalização da CES/CNE de colocar a proposta em consulta pública a partir de meados de abril e homologar as novas DCNs em maio ou junho.

### **Principais aspectos da proposta de novas DCN**

A proposta de DCN para os cursos de Engenharia elaborada pela ABENGE e MEI/CNI apresenta diversos aspectos de destaque tais como a formação a partir do desenvolvimento de competências; a atuação na inovação, no

empreendimento e na formação de novos engenheiros, a explicitação dos componentes do projeto de curso, o sistema de acolhimento de ingressantes, o programa de desenvolvimento do corpo docente e a formação continuada.

A proposta define que a formação em Engenharia altere a base atual dos projetos dos cursos centrados em conteúdos para formação por competências tal como vem ocorrendo nos cursos de outros países que são referências internacionais. Isto significa que o importante não é apenas “saber” (conteúdo), mas “saber fazer” com atitudes e comportamentos éticos, exigindo que sejam trocadas as salas de aulas tradicionais por ambientes de aprendizagem nos quais possam desenvolver atividades contextualizadas baseadas em aprendizagem ativa.

As DCNs atuais não tratam explicitamente sobre a atuação empreendedora do Engenheiro e como formador de futuros engenheiros e demais profissionais que atuam na cadeia produtiva das atividades próprias da Engenharia. Pela primeira vez as diretrizes prevêm tratar da atuação do Engenheiro como Professor formador de futuros profissionais. Teve-se o cuidado de não obrigar que os cursos tenham que formar nos três principais campos de atuação: Engenheiro Técnico Projetista, o Engenheiro Empreendedor Inovador e o Engenheiro Professor Formador. A proposta apresenta diretrizes para a elaboração do curso tanto em termos de definição dos componentes fundamentais, estabelecendo que além da previsão dos componentes é necessário explicitar como serão executados no dia a dia ou seja, além do Projeto do Curso é necessário que seja elaborado um projeto executivo para o curso estabelecendo como será viabilizado.

A proposta evidencia também a necessidade de programas de acolhimento dos ingressantes em termos de nivelamento de pré-requisitos para ingresso efetivo nas atividades do curso de preparação psico-pedagógica, para acompanhamento destas atividades contribuindo para o ingresso e permanência no curso, buscando diminuir a altíssima evasão verificada nos cursos de Engenharia que hoje é de quase 50%.

Visando a valorização da atividade docente na graduação em Engenharia a proposta estabelece a necessidade de atualização permanente do seu corpo docente, tanto em termos das áreas específicas, quanto da formação pedagógica para levar a cabo as atividades que redundam em formação por competências.

Outra inovação é a abordagem da formação continuada. Trata-se de um aspecto aparentemente fora do escopo do modelo de formação hoje vigente, no entanto

é cada vez mais importante quando se considera a atuação na área tecnológica que apresenta alto grau de inovação e de desenvolvimento contínuo, isto sem considerar o fundamental retorno que os egressos podem oferecer aos cursos em termos de correção de rota.

Estes são os principais aspectos que perpassam a proposta que podem ser considerados como inovadores. Por fim deve-se destacar que se procurou conceber diretrizes para oferecer flexibilidade para que as Instituições implantem cursos de Engenharia inovadores, possibilitando colocar a formação em Engenharia no Brasil no mesmo patamar dos centros mais avançados do mundo.

O quadro a seguir mostra uma comparação entre as DCNs atuais e a nova proposta apresentada (quadro 02).

Quadro 02 - comparação entre as DCNs em vigor e a nova proposta

<b>Tópico</b>	<b>CNE/CES 11/2002</b>	<b>Proposta ABENGE / MEI/ CNI</b>
Perfil do Egresso	Perfil mais técnico.	Destacam-se os seguintes acréscimos: Atuação inovadora e empreendedora capaz de reconhecer as necessidades dos usuários e analisando problemas e formulando questões a partir dessas necessidades, oportunidades de melhorias para projetar soluções criativas de Engenharia com a perspectiva multidisciplinar e transdisciplinar em sua prática e atuando com isenção de qualquer tipo de discriminação comprometido com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável”.

Tópico	CNE/CES 11/2002	Proposta ABENGE / MEI/ CNI
Competências	Previa 13 “Competências e Habilidades”.	Reduziu-se a oito as competências (não se menciona habilidades), que englobam as 13 anteriores e ainda ficaram mais abrangentes. Essas Competências foram detalhadas e não apenas listadas. Foram introduzidas novas competências tais como: Analisar e compreender os usuários das soluções de engenharia e seu contexto; com necessidade de aprender de forma contínua.
Conteúdos	Estabelece núcleos de conteúdos básicos e profissionalizantes e específicos.	Não estabelece conteúdos, muda a concepção de formação baseada em conteúdos para formação baseada em competências.
Atuação	Não explícita	Explícita a atuação dos engenheiros no ciclo de vida dos produtos e dos empreendimentos como projetistas, inovadores, gestores empreendedores e educadores (formação de novos engenheiros e profissionais da área.
Duração e carga horária	Não explícita. Foi definida posteriormente na Resolução CNE/CES 2/2007	A carga horária referencial é de 3.600 (três mil e seiscentas) horas de atividades efetivas e o tempo de duração referencial é de 5 (cinco) anos.
Projeto de Curso	Previsto, mas não explicita quais os principais tópicos que devem compô-los	Explicitam quais são os componentes obrigatórios. Além disso, estabelecem que devam ser explicitadas como serão desenvolvido as atividades do curso.
Acolhimento	Não menciona	Prevê acolhimento dos ingressantes em termos de nivelamento de conhecimento e assistência social e psicopedagógica.

<b>Tópico</b>	<b>CNE/CES 11/2002</b>	<b>Proposta ABENGE / MEI/ CNI</b>
Estágio	Obrigatório com carga horária mínima de 160 horas.	Obrigatório com carga horária mínima de 300 horas.
TCC	Previsto como obrigatório	Também obrigatório podendo ser individual ou em grupo
Capacitação Docente	Não prevê	“O Curso de Graduação em Engenharia deve manter permanente Programa de Formação e Desenvolvimento do seu corpo docente, com vistas à valorização da atividade de ensino, ao maior envolvimento dos Professores com o Projeto Pedagógico do Curso e a seu aprimoramento.”
Avaliação	Prevê de forma geral	“A instituição deve definir indicadores de avaliação e valorização do trabalho docente nas atividades desenvolvidas no curso de graduação.”

Fonte: Organizado pelo Autor

## **Considerações finais**

Durante a elaboração da proposta houve uma preocupação sempre presente nas discussões, que foi a garantia flexibilidade das DCNs para que as Instituições pudessem elaborar projetos inovadores de cursos de Engenharia e estabelecer parâmetros que garantissem a qualidade na formação em Engenharia. Em função disso, as últimas definições foram as relativas à duração dos cursos e às cargas horárias do estágio, Trabalho Final de Curso (TCC) e carga total do curso. Ao final, a duração e a carga horária dos cursos foram definidas não como mínimas, mas como referenciais.

Outra questão importante foi a construção da parceria ABENGE e MEI/CNI. Pela primeira vez foi possível a construção de uma proposta que representa o pensamento dos que formam os Engenheiros e dos que se utilizam

da Engenharia em seus sistemas produtivos. Isso permitiu entre outros, que fossem inseridas diretrizes inovadoras no que se refere à participação das organizações que se utilizam da Engenharia no processo de elaboração de projetos de cursos e também na formação dos futuros engenheiros.

Cabe destaque o estabelecimento de “Programa de Formação e Desenvolvimento do seu corpo docente” e ainda a busca da consideração da atividade docente na graduação com a mesma valoração hoje dispensada a pesquisa inclusive com linhas de financiamento para projetos que visem a melhora da formação em Engenharia no país.

Avalia-se que inegavelmente houve grandes avanços na proposta encaminhada. A partir desta proposta os cursos poderão mudar inclusive a atual concepção em vigor de formação em Engenharia no Brasil.

## Bibliografia

- ABENGE 01 (11 de abril de 2017), Inovação na Educação em Engenharia, Brasília. <http://www.abenge.org.br/documentos/ReuSESUCNE.pdf>
- ABENGE 02 (14 de agosto de 2017), Inovação na Educação em Engenharia: Encaminhamento pela ABENGE das discussões sobre proposta de Diretrizes <http://www.abenge.org.br/documentos/DiretrInova.pdf>
- ABENGE 03 (22 de janeiro de 2018). Inovação na Educação em Engenharia: Proposta ABENGE de Diretrizes para o Curso de Engenharia <http://www.abenge.org.br/file/Diret%20Engenharia%20ABENGE%2022jan%20-%20Oficial.pdf>
- ABENGE 04 (05 de fevereiro de 2018). Inovação na Educação em Engenharia: Proposta Unificada (ABENGE e MEI/CNI) de Diretrizes para o Curso de Engenharia - [http://www.abenge.org.br/file/PropostaDCNABENGE MEI\\_CNI.pdf](http://www.abenge.org.br/file/PropostaDCNABENGE MEI_CNI.pdf)
- ABENGE 05 (07 de março de 2018). Proposta final da ABENGE e MEI CNI encaminhada em 07 de março de 2018, após a reunião da comissão CES/CNE, MEI/CNI e ABENGE, realizada em 05 de março de 2018. [http://www.abenge.org.br/file/Minuta%20Parecer%20DCNs\\_07%2003%202018.pdf](http://www.abenge.org.br/file/Minuta%20Parecer%20DCNs_07%2003%202018.pdf)
- ABENGE 06 (14 de março de 2018). Esclarecimentos sobre a proposta final de parecer e de resolução sobre as DCN para o curso de Engenharia que foi elaborada pela MEI/CNI E ABENGE - <http://www.abenge.org.br/file/Nota%20Abenge%20DCNs%20Eng.pdf>
- Brasil 2002. Resolução Nº 11 de 11 de março de 2002, Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=15766-rces011-02&category\\_slug=junho-2014-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15766-rces011-02&category_slug=junho-2014-pdf&Itemid=30192)
- Brasil 2006. Resolução Nº 1 de 2 de fevereiro de 2006. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em Engenharia Agrônoma ou Agronomia e dá outras providências. [http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces01\\_06.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces01_06.pdf).
- Brasil, 2006. Resolução CNE/CES Nº 2 de 2 de fevereiro de 2006. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação

em Engenharia Agrícola e dá outras providências. [http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces02\\_06.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces02_06.pdf)

Brasil 2006. Resolução CNE/CES Nº 3 de 2 de fevereiro de 2006. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em Engenharia Florestal e dá outras providências. [http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces03\\_06.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces03_06.pdf)

Brasil 2006. Resolução CNE/CES Nº 5 de 2 de fevereiro de 2006. Institui as Diretrizes Curriculares para o curso de graduação em Engenharia de Pesca e dá outras providências. [http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces05\\_06.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces05_06.pdf)

Brasil 2007. Resolução CNE/CES Nº 2 de 18 de junho de 2007. Dispõe sobre carga horária mínima e procedimentos relativos à integralização e duração dos cursos de graduação, bacharelados, na modalidade presencial. [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=16872-res-cne-ces-002-18062007&category\\_slug=janeiro-2015-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16872-res-cne-ces-002-18062007&category_slug=janeiro-2015-pdf&Itemid=30192).

Brasil 2015. Resolução CNE/CES Nº 1 de 6 de junho de 2015. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação na área da Geologia, abrangendo os cursos de bacharelado em Geologia e em Engenharia Geológica e dá outras providências. [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=16871-res-cne-ces-001-06012015&category\\_slug=janeiro-2015-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16871-res-cne-ces-001-06012015&category_slug=janeiro-2015-pdf&Itemid=30192).

Brasil 2016. Resolução CNE/CES Nº 5 de 16 de novembro de 2016. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação na área da Computação, abrangendo os cursos de bacharelado em Ciência da Computação, em Sistemas de Informação, em Engenharia de Computação, em Engenharia de Software e de licenciatura em Computação, e dá outras providências. [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=52101-rces005-16-pdf&category\\_slug=novembro-2016-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=52101-rces005-16-pdf&category_slug=novembro-2016-pdf&Itemid=30192)

CONFEDI (Conselho Federal de Decanos de Engenharia) 2017. Marco conceptual y definición de estándares de acreditación de las carreras de ingeniería, Buenos Aires, Argentina

CONFEDI (Conselho Federal de Decanos de Engenharia) 2014. Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino, Buenos Aires, Argentina

ASIBEI (Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería), 2017. Perfil del Ingeniero Iberoamericano. [http://www.asibei.net/documentos/documentos\\_estrategicos/perfil\\_ing\\_iberamericano\\_esp.pdf](http://www.asibei.net/documentos/documentos_estrategicos/perfil_ing_iberamericano_esp.pdf)

ASIBEI (Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería) 2017. Responsabilidad Social, Sustentabilidad Ambiental y Ética en el ejercicio de la Ingeniería y en la Formación de Ingenieros, Encuentro ASIBEI-ASECEI, Islas Galápagos, Ecuador, 29 nov a 01 dic 2017. [http://www.asibei.net/documentos/documentos\\_estrategicos/2017\\_relatoria\\_galapagos.pdf](http://www.asibei.net/documentos/documentos_estrategicos/2017_relatoria_galapagos.pdf).



# Desafíos de la acreditación de programas de ingeniería en Ecuador

Olga Teresa Sánchez Manosalvas - *otsanchez@utn.edu.ec*<sup>15</sup>

José Fernando Garrido Sánchez - *jfgarridos@utn.edu.ec*<sup>16</sup>.

Luis Andrés Garzón Pérez - *lagarzon@utn.edu.ec*<sup>17</sup>

## *Resumen*

Las instituciones de Educación Superior (IES) se enfrentan a condiciones cambiantes que cuestionan su propósito en la sociedad y la misión que están llamadas a cumplir. La creciente demanda por el acceso a la educación de nivel superior, las nuevas tendencias de los mercados laborales, las formas de producción y de gestión del conocimiento, los efectos de la globalización, la conformación de espacios de educación superior y el interés creciente que el sector externo está poniendo en las universidades, exigen siempre un alto grado de versatilidad sobre su papel e interacción con la sociedad. Las facultades de ingeniería están inmersas también en estos contextos de evolución, donde surgen serios cuestionamientos entre los que se pueden señalar dos: ¿cómo mantener y asegurar la calidad coherente con estándares nacionales e internacionales?; ¿cómo impactar en el desarrollo local y regional? Algunas de las posibles respuestas parecen plasmarse en resultados de efectividad a manera de indicadores en los procesos de evaluación y acreditación a las que se ven abocadas las IES, tanto su institucionalidad como sus programas curriculares de pregrado y posgrado. En la última década, Ecuador ha evidenciado cambios sustanciales; la acreditación es una de las herramientas más relevantes para

---

15 *Vicerrectora Académica, Universidad Técnica del Norte (Ibarra, Ecuador). Docente de posgrado, Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE). Miembro del Directorio de Asecei.*

16 *Subdecano de la Facultad de Ciencias Aplicadas (FICA) de la Universidad Técnica del Norte. Director del equipo de investigación Edimati. Miembro de Asecei.*

17 *Docente titular de la Facultad de Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte. Miembro del grupo de investigación Edimati.*

la autoevaluación como proceso obligatorio. El desafío más grande para los siguientes años es acreditar sus programas curriculares de grado de las carreras de ingeniería, como alternativa para impulsar la innovación, la pertinencia y el compromiso social con el desarrollo y el cambio de la matriz productiva.

*Palabras claves:*

*Evaluación; acreditación; aseguramiento de la calidad; ingeniería.*

### ***Abstract***

Higher Education Institutions (HEI) have to withstand the continuous changes which put in doubt their purpose in the society and the actual mission that they have to comply. The growing demand for access to higher education, the trends in labor markets which modify such demand, new production methodologies and knowledge management, the effects of globalization; and increased interest of the external sector demand for a university, a high degree of versatility about their role and interaction with society. Faculties of engineering are also engaged in these evolution contexts, where serious questioning arise, of which two can be singled out: First. how to maintain and ensure the quality, consistent with national and international standards? And secondly, How to impact on local and regional development? Some of the possible answers seem to be reflected into effectiveness results in the way of indicators of evaluation and accreditation processes sustained, which HEI are regulated, as by its institutionalism, as well as by their undergraduate and graduate curricular programs.

*Keywords:*

*Assessment, Engineering, Quality Assurance, Accredited Program.*

## **Introducción**

Las instituciones de Educación Superior (IES) se enfrentan a condiciones cambiantes que ponen en tela de juicio la imagen y misión que las IES están llamadas a cumplir (Orozco Silva, 2010). Entre estas turbulencias (Orozco, 2010)<sup>18</sup> se destacan: la creciente demanda por la educación de tercer nivel; las nuevas demandas de los mercados laborales; las nuevas formas de producción y de gestión del conocimiento; los efectos de la globalización; la conforma-

---

<sup>18</sup> Término tomado del artículo “Calidad académica y relevancia social de la educación superior”, escrita por Luis Enrique Orozco Silva, RIES, /pp. 24-36. En el tema “La educación superior en medio de turbulencias que afectan su dinámica interna”.

ción de espacios de educación superior, y el interés creciente que el sector externo está poniendo en las universidades. Frente a estas turbulencias también surgen serios cuestionamientos: ¿cómo mantener calidad coherente con estándares nacionales e internacionales?; ¿cómo renovar las fuentes de recursos propios para el financiamiento?; ¿cómo incorporar las nuevas tecnologías en la educación superior? Estas turbulencias y cuestionamientos parecen plasmarse a manera de indicadores en los procesos de evaluación y acreditación a los que se ven abocadas. Adicionalmente, las nuevas propuestas de los organismos de crédito y de la Unesco también obligan a las IES a repensar su papel transformador, como lo señaló el Banco Mundial (2000), citado por Malcolm Gillis: “Hoy, más que nunca, en la historia humana, la riqueza –o la pobreza– de las naciones depende de la calidad de la educación superior... en las décadas por venir, los pobremente educados afrontarán más bien tristes prospectos de vidas y silenciosa desesperación”. Si la educación en general tiene esta tarea indispensable para el desarrollo social y económico de las naciones, es necesario sumar esfuerzos en primer momento para entender la situación actual de los programas de ingeniería y su papel predominante en el desarrollo local, regional y mundial.

Entonces, la evaluación y acreditación deben ser consideradas como procesos de metarreflexión que adquieren relevancia única y exclusivamente si generan los cambios necesarios en pos del aseguramiento de la calidad y el desarrollo potencial del talento humano, y el aporte indiscutible para activar el aparato productivo con responsabilidad social en entornos inclusivos.

### **La evaluación en las instituciones de educación superior<sup>19</sup>**

La evaluación, que había sido extendida en el campo de la educación durante toda la segunda mitad del siglo XX, adquiere un papel fundamental en las políticas universitarias a partir de la década de los ochenta, mientras que en los noventa se instaló en la mayoría de los sistemas de educación superior del mundo (con excepción de los países de América del Norte que tuvieron un desarrollo anterior). Varios factores jugaron papeles importantes en esta instalación de la evaluación en el ámbito universitario: la crisis del estado de bienestar y las nuevas estrategias y demandas del estado evaluativo, los cambios que implican la masificación de la educación superior, las nuevas perspectivas de la planificación estratégica, las necesidad de tener en cuenta la pertinencia

---

<sup>19</sup> Extracto tomado de “¿Evaluación para la mejora?. La evaluación institucional en las universidades argentinas”. Norberto Fernández Lamarra, Martín Aiello y María Eugenia Grandoli.

social y de aportar al desarrollo económico, tecnológico y social. En la mayoría de los casos, la nueva evaluación se percibe como una regulación alternativa a aquella que se efectúa mediante las tradicionales autorizaciones burocráticas. Como lo señalan Harvey y Knight (1996), la evaluación debería introducir una tendencia hacia la autonomía institucional evaluada, ya sea mediante mecanismos de rendición de cuentas en los sistemas descentralizados, o promoviendo autoevaluaciones que se conecten con mecanismos de planificación estratégica de las instituciones en los sistemas con tradicional control estatal. Esto implica que la tendencia a la autonomía evaluada de las universidades a escala mundial –quizás con el mismo objetivo convergente– debería introducir diversas estrategias de evaluación, según el punto de partida de los sistemas universitarios y sus instituciones.

Con el objetivo de resituar el problema de la autonomía universitaria, de hacer más ágil las evaluaciones y de evitar la omnipresencia del Estado, han surgido nuevas organizaciones o “actores”: las agencias que tienen como objetivo asegurar o promover la calidad universitaria a partir de la evaluación. Las agencias son espacios donde las distintas perspectivas sobre la necesidad de aplicar estrategias de evaluación se negocian y se instrumentan, pero, como toda organización, también se conforman como organismos burocráticos con intereses propios. Es aquí donde se dispara la diversidad de estrategias de evaluación, según la necesidad de cada sistema y de sus instituciones. Por ejemplo, a la masificación y el correlativo aumento de nuevas y disímiles instituciones universitarias, se combinarían los tradicionales controles de autorización con los mecanismos de rendición de cuentas, ya sean acreditación de instituciones o carreras, para asegurar un nivel mínimo de calidad en las nuevas instituciones y programas. Pero para que las instituciones puedan cumplir con los desafíos que la sociedad les impone, deberían privilegiarse los procesos centrados en la mejora y en las autoevaluaciones, y en este panorama la evaluación institucional es uno de los principales ejes.

Las dos estrategias más claramente definidas han sido la evaluación institucional y la acreditación. Esta última es un ejemplo claro de evaluación de control que implica una nueva estrategia de autorización pública suplementaria a las tradicionales homologaciones. La acreditación se identifica con concepciones ligadas al concepto de “aseguramiento de la calidad” (Fernández Lamarra, 2008). Este discurso normativo, propio de los procesos de control, se identifica con resoluciones que son consecuencias de estos procesos, ya sea acreditando o no la unidad evaluada, u otorgando

un grado de calidad o una determinada categorización. Por el contrario, la evaluación institucional es una clara estrategia orientada a la mejora de la calidad universitaria. Esta estrategia, aunque puede y es recomendable que se combine con una evaluación externa, debe centrarse en un proceso de autoevaluación participativa, que busque identificar puntos débiles y fuertes de la unidad evaluada, así como oportunidades para la mejora. Tanto en el informe de autoevaluación como en el externo, es importante que se identifique una propuesta o recomendación, que implique entender a la evaluación como una dinámica de mejora. Para que esta dinámica se efectivice, las recomendaciones deben conectarse con un plan estratégico de mejora y, por lo tanto, con la capacidad de la unidad evaluada de reelaborar estas propuestas para transformarlas en objetivos o metas estratégicas de su planificación y gestión (Aiello, 2005). Por el contrario, normalmente, las acreditaciones se centran en programas de estudios, de grado o de posgrado, en los que predomina el control de la calidad, vía dominio disciplinar.

La participación activa de los miembros de la institución es relevante no sólo para generar información de calidad, sino para poder legitimar los resultados. De igual manera, la aplicación del plan de mejora generaría lo que algunos autores (Rodríguez, 1997; Westerheijden, 1994) llamaron “espiral de la evaluación de la calidad”. Esto significa que un proceso de evaluación de la calidad se continúa en la aplicación de sus recomendaciones, cuyo seguimiento da lugar a un nuevo proceso de evaluación, y así sucesivamente, como un movimiento permanente hacia la calidad.

### **La evaluación de las instituciones, carreras y programas de educación superior en Ecuador**

De acuerdo con los informes presentados por la Unesco (2009) en relación con los procesos de acreditación de las instituciones de educación superior en América Latina, y según Lemaitre (2003) y Orozco (2001), en la actualidad algunos países de la región cuentan con sistemas consolidados de acreditación, como son los casos de Argentina, México, Chile, Brasil y Colombia; otros están en situación más incipiente, como Paraguay, Perú, Ecuador y Bolivia, y en otros países la situación es más precaria: Venezuela, Guatemala y Honduras.

Como se manifestó anteriormente, Ecuador, con la puesta en marcha de la Ley Orgánica para la Educación Superior (LOES, 2010), se inició el proceso

formal de acreditación. En la mencionada ley se dice que “el principio de calidad consiste en la búsqueda constante y sistemática de la excelencia, la pertinencia, producción óptima, transmisión del conocimiento y desarrollo del pensamiento mediante la autocrítica, la crítica externa y el mejoramiento permanente”. Se menciona también la evaluación de la calidad como un proceso para determinar las condiciones de la institución, carrera o programa académico, mediante la recopilación sistemática de datos cuantitativos y cualitativos que permitan emitir un diagnóstico, analizando sus componentes, funciones y procesos, con el fin de que sus resultados sirvan para reformar y mejorar el programa de estudios, carrera o institución; es un proceso permanente y supone un seguimiento continuo.

En la ley reformativa (LOES, 2018) sobre el Sistema Interinstitucional de Aseguramiento de la Calidad, se dice que “tiene por objeto garantizar el efectivo cumplimiento del principio de calidad consagrado en la Constitución..., intervendrán como principales actores de este Sistema el Consejo de Educación Superior (CES), el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (Caces, antiguo Ceaaces) y las instituciones de educación superior. Este sistema se sustentará principalmente en la autoevaluación permanente que las instituciones de educación superior realizan sobre el cumplimiento de sus propósitos. El Caces “acreditará a las instituciones de educación superior, carreras y programas, para lo que planificará y coordinará la operación del Sistema de Aseguramiento de la Calidad, de forma obligatoria para todos los organismos e instituciones que integran el Sistema de Educación Superior”. De igual forma, el o los modelos incluirán los criterios y estándares cuantitativos y cualitativos que las instituciones de educación superior, carreras y programas deberán alcanzar para ser acreditadas, entendiendo que el fin último es la calidad y no la acreditación.

Los criterios y más instrumentos para el aseguramiento de la calidad considerarán el nivel y la modalidad de la educación, así como al proceso de acceso y relación con el sistema nacional de educación, las acciones para la permanencia, movilidad y titulación; se referirán fundamentalmente al ambiente de aprendizaje, al proceso de formación e innovación pedagógica y a los resultados del aprendizaje como aspectos fundamentales. Los instrumentos buscarán la mejora continua de la calidad y se establecerán con una vigencia de al menos tres años, es decir, se “considerarán únicamente criterios, estándares y las ponderaciones que hayan sido puestos en vigencia al menos tres años antes de la evaluación externa”.

El aseguramiento interno de la calidad es un “conjunto de acciones que llevan a cabo las instituciones de educación superior con la finalidad de desarrollar y aplicar políticas efectivas para promover el desarrollo constante de la calidad de las carreras y programas académicos en coordinación con otros actores del Sistema de Educación Superior”. Cuando una institución de educación superior, una carrera o programa no sea acreditada por no cumplir los requisitos establecidos para la evaluación del entorno de la calidad, el Caces dispondrá a la institución la formulación e implementación de un plan de mejoramiento de hasta tres años que contará con el acompañamiento de este organismo, luego de lo cual se procederá a realizar una nueva evaluación externa. De persistir el incumplimiento de los criterios y estándares se dispondrá el cierre de la institución, carrera o programa, según corresponda.

Para la acreditación de carreras se deberá “cumplir con los requisitos establecidos en la evaluación del entorno y de los resultados del aprendizaje”. La cualificación académica de las instituciones de educación superior, carreras y programas será el resultado de la evaluación efectuada por el Caces sin fines de acreditación y en función de la naturaleza y particularidades de cada una de éstas. Hará referencia al cumplimiento de su misión, visión, fines y objetivos, en el marco de los principios de calidad, pertinencia e integralidad. La cualificación académica se realizará mediante un ordenamiento de las instituciones, carreras y programas de acuerdo “con una metodología que incluya criterios y objetivos medibles y reproducibles de carácter nacional e internacional”.

El Caces, para la puesta en marcha del sistema de acreditación, contará con pares evaluadores, especialistas, consultores y funcionarios. Los requisitos y obligaciones constarán en el código de ética. Los pares evaluadores serán seleccionados y capacitados. Deberán acreditar formación académica o profesional, pudiendo ser nacionales o extranjeros, con grados de especialista, maestría o doctorado y experiencia en procesos de evaluación de educación superior. En caso de que un par evaluador sea un académico de una institución de educación superior pública, se trasladará en comisión de servicios sin sueldo, debiendo ser concedida dicha comisión por parte de la institución de educación superior de manera obligatoria. De igual manera, podrá solicitar la licencia o autorización de una institución de educación superior particular”.

Para efectos de la evaluación de resultados de aprendizaje de carreras y programas, se establecerá un examen u otros mecanismos de evaluación

para estudiantes del último periodo académico. Los procesos de evaluación se realizarán sobre los conocimientos y, de ser necesario, según el perfil profesional se aplicará sobre otras competencias. El Caces será el órgano encargado de diseñar y aplicar esta evaluación y de determinar, en coordinación con el ente rector de la política pública de educación superior, las carreras que serán sometidas a la misma. En caso de que más del 40 % de estudiantes de un programa o carrera no logre aprobar el examen durante dos ocasiones consecutivas, la institución de educación superior será objeto de intervención parcial en la unidad académica responsable de la carrera o programa evaluado por el Consejo de Educación Superior. El examen de habilitación es elaborado por el Caces y se exige para el ejercicio profesional en aquellas carreras que pudieran comprometer el interés público, poniendo en riesgo esencialmente la vida, la salud y la seguridad de la ciudadanía. En este caso se encontrarían las ingenierías, como carreras que aportan al desarrollo técnico, tecnológico, de innovación y desarrollo.

Para este tipo de carreras, los planes de estudios deberán tener en cuenta los contenidos curriculares básicos y los criterios sobre intensidad de la formación práctica que establezca el CES, en coordinación con las instituciones de educación superior y la autoridad competente en cada campo del conocimiento.

El Caces, en coordinación con el órgano rector de la política pública de la educación superior, determinará la obligatoriedad de este examen y expedirá el permiso respectivo para ejercer la profesión. Para garantizar la calidad de las instituciones de educación superior, los procesos de evaluación y acreditación deberán incluir todos los criterios establecidos en la ley y su respectivo reglamento<sup>20</sup>.

En la tabla 1 se presenta el resumen del modelo preliminar de evaluación institucional al 2018.

---

20 *Extractos de los artículos del 93 al 105, de la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador, reformada el 15 de mayo del 2018.*

**Tabla 1.** Modelo preliminar de evaluación institucional 2018

Criterios	Subcriterios	Indicadores	
		Nº	Denominación
1. Organización	1.1 Misión, visión y planificación institucional	1	1.1.1 Planificación estratégica
		2	1.1.2 Planificación operativa
	1.2 Gestión	3	1.2.1 Políticas sobre acción afirmativa
		4	1.2.2 Gestión de la oferta académica
		5	1.2.3 Gestión del claustro
		6	1.2.4 Políticas y gestión de la calidad
		7	1.2.5 Políticas sobre internacionalización
	1.3 Control ético y transparencia	8	1.3.1 Promoción y control ético
		9	1.3.2 Transparencia y difusión
2. Claustro de Profesores	2.1 Formación doctoral	10	2.1.1 Doctores
		11	2.1.2 Doctores a TC
		12	2.1.3 Formación de doctores
	2.2 Suficiencia y dedicación	13	2.2.1 Estudiantes por profesor a TC
		14	2.2.2 Titularidad TC
		15	2.2.3 Distribución temporal de actividades
	2.3 Carrera del profesor	16	2.3.1 Titularidad
		17	2.3.2 Evaluación de los profesores
		18	2.3.3 Profesoras mujeres
19		2.3.4 Dirección mujeres	
3. Investigación	3.1 Institucionalización	20	3.1.1 Organización y planificación de la investigación científica
		21	3.1.2 Gestión de recursos para la investigación
	3.2 Resultados	22	3.2.1 Producción científica en revistas de impacto mundial
		23	3.2.2 Producción científica en revistas de impacto regional
4. Vinculación con la sociedad	4.1 Institucionalización	24	3.2.3 Producción de obras
		25	4.1.1 Organización y planificación de la vinculación con la sociedad
	26	4.1.2 Ejecución de las actividades de vinculación	
4.2 Resultados	27	4.2.1 Programas de vinculación con la sociedad y su impacto	
5. Recursos e infraestructura	5.1 Infraestructura	28	5.1.1 Condiciones de las actividades académicas
		29	5.1.2 Espacios de bienestar universitario
	5.2 Bibliotecas	30	5.1.3 Sistemas informáticos
		31	5.2.1 Bibliotecas
6. Estudiantes	6.1 Admisión y seguimiento	32	6.1.1 Procesos de admisión y nivelación a las carreras de grado
		33	6.1.2 Procesos de admisión a posgrado
		34	6.1.3 Relación con los Graduados
	6.2 Resultados de la admisión y seguimiento	35	6.2.1 Tasa de Retención
		36	6.2.2 Tasa de graduación de grado
		37	6.2.3 Tasa de graduación de posgrado

Fuente: T. Vaca<sup>21</sup>

## Proceso frente a la acreditación de programas de carrera en Ecuador

La acreditación es el producto de una evaluación rigurosa sobre el cumplimiento de lineamientos, estándares y criterios de calidad establecidos por el Caces de manera obligatoria para las carreras, según el cronograma establecido para el efecto. Hasta mayo de 2018 aún no se había establecido el correspondiente calendario para las facultades de ingeniería; sin embargo, el procedimiento aplicado hasta el momento incluye una autoevaluación y acreditación

21 Tulia Vaca. Analista del equipo de evaluación interna. UTN. 2018. [invaca@utm.edu.ec](mailto:invaca@utm.edu.ec)

institucional para proceder a la autoevaluación de la propia carrera, seguida por una evaluación externa realizada por un equipo de pares expertos, que a su vez deben ser acreditados periódicamente.

Hasta el momento existe un modelo genérico para las carreras denominadas de interés social como las de salud, educación y derecho. Las carreras de ingeniería aún no cuentan con un modelo genérico. Los criterios de acreditación, según el Caces, están relacionados con: Pertinencia; Plan curricular; Academia; Ambiente institucional; Estudiantes (2015). Se presentan modificaciones en 2018: Pertinencia; Organización y recursos; Profesores; Currículo; Estudiantes. En la tabla c2 se presentan de manera comparativa los criterios y subcriterios con cada uno de los indicadores. Se aprecia la evolución del modelo 2015 a 2018 (aún no se aplica a las carreras de ingeniería).

**Tabla 2.** Modelo preliminar de evaluación de carreras.  
Comparativa entre el 2015 - 2018.

Modelo genérico de carreras 2015				Modelo genérico de carreras 2018				
Criterios	Subcriterio	Indicador		Criterios	Subcriterio	Indicador		
Pertinencia	Contexto	1	Estado actual y prospectiva	Pertinencia	Planificación	1	Misión y visión	
		2	Proyectos/programas de vinculación con la sociedad			2	Estudios prospectivos y planificación	
		3	Perfil profesional			3	Gestión del aseguramiento interno de la calidad	
Plan curricular	Macro currículo	4	Perfil de egreso	Vinculación con la sociedad	4	Programas/proyectos de vinculación con la sociedad		
		5	Estructura curricular			5	Coordinación de procesos académicos	
Academia	Microcurrículo	6	Plan de estudios	Gestión académica	8	6	Seguimiento a graduados	
		7	Programa de las asignaturas			7	Políticas de admisión y evaluación	
		8	Prácticas en relación a las asignaturas			8	Políticas de titulación	
		9	Afiliación formación posgrado			9	Políticas de contribución intelectual	
		10	Actualización científica o pedagógica			10	Gestión de la plataforma tecnológica	
		11	Titulabilidad			11	Recursos bibliográficos	
	Calidad docente	Dedicación	12	Profesores TC, MT, TP	Recursos y ambientes de aprendizaje	12	12	Materiales de aprendizaje
			13	Estudiantes por profesor			13	Entornos virtuales de aprendizaje
			14	Distribución horaria			14	Entornos virtuales de aprendizaje
			15	Producción académica - científica			15	Unidad de formación de posgrado
			16	Producción regional			16	Composición del cuerpo académico
			17	Libros o capítulos de libros			17	Actividad investigadora de los profesores
	Producción académica	Producción académica	18	Patentes	Profesores	Carrera y desarrollo profesional	18	Titulabilidad a tiempo completo
			19	Desempeño, coordinación académica			19	Evaluación integral del profesor
			20	Evaluación del desempeño docente			20	Actualización científica y pedagógica
			21	Seguimiento del sílabo			21	Producción científica en revistas indexadas de impacto mundial
			22	Seguimiento al proceso de titulación			22	Producción científica en revistas indexadas de impacto regional
			23	Seguimiento a graduados			23	Libros p-capítulos de libros revisados por pares
Ambiente institucional	Gestión académica	24	Seguimiento de prácticas pre-profesionales	Currículo	Diseño	24	Perfil de egreso	
		25	Calidad de la información			25	Plan de estudios	
		26	Bibliografía básica			26	Sílabo	
		27	Calidad bibliográfica			27	Historias académicas	
	Laboratorios centros de simulación talleres	Fondo bibliográfico	28	Funcionalidad	Proceso de aprendizaje	28	Evaluación en el proceso de enseñanza-aprendizaje	
			29	Equipamiento			29	Diseño instruccional
			30	Disponibilidad			30	Bienestar universitario
			31	Tutorías			31	Sistema de becas y apoyos financieros
			32	Actividades complementarias			32	Interacciones estudiante-profesor
			33	Actividades vinculadas con la colectividad			33	Estudiantes por profesor TC o equivalente
Estudiantes	Participación estudiantil	34	Bienestar estudiantil	Eficiencia académica	34	Tasa de retención		
		35	Participación en la acreditación			35	Tasa de titulación	
		36	Tasa de retención			Nuevos relacionados con carreras en línea		
	Eficiencia	Eficiencia	37	Tasa de titulación				

Fuente: T. Vaca

Los criterios para la evaluación se referirán fundamentalmente al ambiente de aprendizaje, al proceso de formación e innovación pedagógica y a los resultados del aprendizaje de los estudiantes, tal cual lo establece la ley.

Los criterios que se han seleccionado para evaluar la calidad de las carreras coinciden en gran medida con los utilizados por la mayoría de instituciones de acreditación internacionalmente reconocidas<sup>22</sup>, lo que posibilita realizar un análisis adecuado del quehacer académico de una carrera. Sin embargo, en todos los criterios está presente la pertinencia como un componente importante de cada uno de éstos.

El proceso de acreditación se resume a continuación:

- Alcanzar en primer lugar la acreditación institucional.
- Cumplir con el cronograma establecido por el Caces, en relación con el modelo y la normativa vigentes.
- En el instructivo se menciona que se debe inscribir cada carrera; sin embargo, la presentación por ahora es obligatoria y se ha venido postergando: hasta el momento aún no se ha iniciado la evaluación de carreras de ingeniería.
- La institución asume la responsabilidad de diseñar su propio proceso de autoevaluación de carreras en función de los criterios, subcriterios e indicadores presentados en el modelo Caces. Éste podrá brindar asistencia técnica a las instituciones que lo requieran. La matriz aún presenta modificaciones, como se resume en la tabla 2.
- Los directivos de la institución y de la carrera asumen el liderazgo, promueven la difusión y participación, dirigen la socialización de los resultados y generan compromisos de los estamentos en las actividades de autoevaluación tendientes al mejoramiento de la calidad de las carreras, apoyando financieramente e impulsando propuestas de cambio que resulten de este proceso.
- La institución debe utilizar los resultados de la autoevaluación de las carreras para elaborar proyectos de mejoramiento que se articulen a la planificación institucional.
- El comité asesor del Caces debe realizar el análisis y la verificación externa junto con las evidencias de respaldo, y evaluar las carreras, comparar con la

---

22 *La revisión documental de las metodologías de evaluación de carreras tales como las de ARCU-SUR, ABET-USA, Engineers Canadá, la del CNAP de Chile, Ceacesu de Argentina, entre otras, muestran ocho de los criterios seleccionados como coincidentes que el modelo del Ceaces (actual Caces) tomó en cuenta.*

situación general del conjunto de ellas y definir los niveles de aceptación o rechazo para la acreditación. Las carreras no acreditadas podrán solicitar las justificaciones por las cuales sus puntajes no permitieron su acreditación, y solicitar un plazo para realizar un plan de mejoras, que deberá estar enmarcado en un periodo determinado y no mayor de seis meses que establecerá el Caces para el comienzo de la segunda evaluación y verificación, después de que la IES envíe la información de las carreras con la implementación del plan de mejoras. El proceso se repite para un nuevo análisis, que sirve también para comparar con la evaluación anterior y verificar si se cumplieron o no los planes de mejora, con sus respectivas evidencias.

En caso de no pasar en esta segunda ocasión, el Caces emitirá un informe en el que recomiende la supresión de la carrera, y se divulgarán los resultados según lo establecido por la LOES. El organismo pertinente designará un interventor que supervisará que la carrera no acreditada no reciba más estudiantes.

## **Desafíos de la evaluación y acreditación de las carreras de ingeniería**

Las carreras de ingeniería, al ser parte de las instituciones acreditadas en Ecuador, conocen este proceso. Sin embargo, la acreditación de sus carreras será una nueva experiencia, ya que, como se ha señalado en párrafos anteriores, los aspectos fundamentales serán al ambiente de aprendizaje, el proceso de formación e innovación pedagógica y los resultados del aprendizaje alcanzados por los estudiantes; por lo tanto, existen varios desafíos.

### **1. Primer desafío: Preparación**

La preparación para el proceso de acreditación requerirá tomar en cuenta varios aspectos:

- La institución debe garantizar el apoyo a todo nivel para que cada carrera pueda cumplir y mejorar, de ser el caso, en los plazos establecidos, y establecer un modelo de gestión de la calidad con la participación de un equipo especializado. Uno de los modelos podría ser de gestión por procesos (Albán M., Vizcaíno G. & Tinajero F., 2014) y la aplicación de un *balanced scorecard* en instituciones de educación superior (Arias M., Castaño J. & Lanzas A., 2005).
- Diseñar instrumentos, formatos y demás documentos que guíen el proceso de registro subjetivo y objetivo de las evidencias solicitadas, presentar de

manera transparente la información existente y socializar los resultados obtenidos con todos los implicados, principalmente personal docente y estudiantes.

- La preparación de evidencias, uno de los procesos que requiere trabajo en equipo, tiempo y recursos, sobre todo tecnológicos, que permitan contar con la compilación, validación y organización tanto física como digital de la información de tres años anteriores a la fecha de presentación para la autoevaluación. Esta información la analiza y verifica externamente, junto con las evidencias de respaldo, el comité asesor del Caces, que evaluará las carreras, comparará con la situación general del conjunto de carreras y definirá los niveles de aceptación o rechazo para la acreditación. Esta etapa requiere transparencia, pues el sentido de coherencia de la información administrada se puede evidenciar al aplicar el examen de habilitación profesional y entrevista a estudiantes.
- Será indispensable priorizar las mejoras que se necesite implementar en todos los ámbitos, para lo que es esencial establecer un mecanismo de evaluación, seguimiento y mejora continua.

## **2. Segundo desafío: apoyo a la mejora docente**

- Determinar un diagnóstico de la situación actual del personal docente que integra la carrera, para determinar puntos críticos y oportunidades de mejora. La afinidad docente, es decir, la formación, titulación de grado y posgrado, debe estar en correspondencia con la o las asignaturas (campo amplio y específico del conocimiento) y funciones que cumple en la formación profesional de los estudiantes. Así mismo, cumplir con los requisitos establecidos por la ley y sus reglamentos.
- Situar la evaluación institucional como una gran oportunidad de mejora para el personal docente, su escalafón, su evaluación de desempeño, con el fin de favorecer la capacitación, la formación de posgrado, la movilidad, la producción científica, su vinculación con la empresa, la industria y otros que tengan que ver con su campo de conocimiento.

## **3. Tercer desafío: ambiente y resultados de aprendizaje**

- Establecer un diagnóstico del o los modelos educativos que han orientado tanto a la institución como a la carrera; y el sentido de coherencia entre la misión y la visión institucional con la misión y la visión de la carrera para determinar la formación genérica de la específica, así como el perfil de egreso y perfil profesional.

- Procurar diseños curriculares innovadores y con gran sentido de pertinencia, vinculados con la empresa, la industria, los planes de desarrollo locales y regionales, que orienten las unidades de formación básica, profesional y de titulación, entrelazados con proyectos integradores inter y multidisciplinares aplicados en la práctica preprofesional y determinando itinerarios que satisfagan tanto los intereses de los estudiantes como conectados con las líneas de investigación y posibles programas de posgrado de cada carrera o entre carreras de la ingeniería, de modo que favorezcan la movilidad nacional e internacional.
- Establecer un modelo pedagógico alineado al modelo educativo institucional que responda a la consecución de los mejores resultados de aprendizaje de los estudiantes, que deberán evidenciarse en el proceso de formación profesional, así como en el examen único que aplicará el organismo de control al final de la carrera.
- Instrumentar e innovar la práctica docente, tomando como referencia las tendencias de formación de ingenieros en la región (Duque M. & Celis J., 2012). Es fundamental establecer la planificación curricular en sus tres dimensiones: macro, meso y microcurricular, donde el sílabo esté debidamente diseñado tomando en consideración el objetivo, los resultados de aprendizaje, los contenidos programáticos, la metodología, los componentes de aprendizaje y la evaluación. Este instrumento constituye una de las evidencias más significativas que deben dar cuenta del nivel de aporte de cada uno a la formación del perfil profesional, el mismo que debe ser socializado con los estudiantes y contar con el respectivo seguimiento, así como la mejora continua, alineado hacia las necesidades de los estudiantes, garantizando las tutorías y apoyos para evitar la deserción, la repitencia y, sobre todo, garantizar el aseguramiento de la calidad.
- Favorecer la inter y multidisciplinariedad, el contacto de los estudiantes de ingeniería con otras profesiones, acercándolos a la realidad laboral, estableciendo módulos, asignaturas, seminarios donde interactúen estudiantes de varias carreras. Algunos de estos podrían ser: formación emprendedora, realidad nacional y ética profesional.

#### **4. Cuarto desafío: investigación y vinculación**

- Los resultados de la autoevaluación deben llevar a la universidad y a cada una de las carreras y programas a asumir una postura de mejora en los procesos de investigación y vinculación, de manera que generen resultados orientados a la solución de problemas concretos. Si bien las publicaciones en revistas indexadas y de alto impacto suman a los indicadores

tanto institucionales como de carrera, no es menos cierto que se requiere pertinencia con el entorno de las IES y básicamente de cada carrera. La investigación y vinculación, además, deberían estar relacionadas entre sí, tomando en consideración que la investigación con los estudiantes de grado (pregrado en otros contextos) está en etapa formativa y que parte de conocer la realidad local, nacional y regional. Un ejercicio válido podrían ser los semilleros de investigación, que se relacionen con los proyectos integradores en los que se conjugan las asignaturas que aportan tanto a la identificación de problemas como a la búsqueda de las soluciones más pertinentes, creativas e innovadoras.

- Dotar de todos los recursos necesarios para favorecer la investigación y vinculación, así como la publicación y difusión de sus resultados. Determinar los laboratorios de docencia con todos los implementos necesarios, diferenciando los laboratorios de investigación propiamente dicha, que deberían contar con la certificación según sea el caso para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.
- Fortalecer la participación de docentes y estudiantes en eventos académicos nacionales e internacionales, así como el trabajo en redes.

### **A manera de conclusión**

- La evaluación y acreditación de las IES y de las carreras de ingeniería constituye un proceso de rendición de cuentas y responsabilidad social, teniendo como principal evidencia los resultados de aprendizaje y formación de los estudiantes hacia el mundo laboral, cada vez más complejo y demandante.
- Estos dos procesos, si bien es cierto que deben constituirse en políticas de Estado, también deben escuchar a las instituciones y ver sus propias realidades. Cuando un Estado no ha invertido o ha descuidado el control de las mismas, no puede pensar que se cambia todo por decreto, es importante brindar una pausa con las reglas puestas con transparencia y determinar un tiempo para aplicar la evaluación y, posteriormente, la acreditación.
- La aplicación de estándares internacionales de calidad le hacen bien a las IES, a las carreras y al Estado en general, sin descuidar la integración de estándares que den cuenta de las propias particularidades.
- La universidad latinoamericana tiene su propia historia, eso no quita que en un determinado momento deba mirarse con respecto a los demás, puesto que los estudiantes tienen todo el derecho de contar con nuevas oportunidades con miras a la internacionalización y acceso al conocimiento más actualizado, precisamente para incidir en el desarrollo local y regional.

- La mejor evaluación de las IES y cada carrera es la que propende a la mejora continua, con respeto, con empoderamiento de la comunidad educativa, y con todos los recursos necesarios. Por lo tanto, la combinación de lo formativo y sumativo debe tener un preciso equilibrio que dé cuenta de los resultados de interaprendizaje, tanto en el campo de la docencia, como en la investigación y la vinculación con la sociedad.
- Para que la evaluación sea un proceso de calidad es necesario que se especifique la finalidad, que se promueva la voluntariedad; que se establezcan las reglas y normas claras y transparentes en beneficio de todos; que se prepare a las instituciones, que sea ágil, sencilla y rigurosa a la vez.
- Que no se trate como una situación política partidista sino como un interés de Estado, con respeto de las ideologías y particularidades.

## Bibliografía

- Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (Aneca) (2006). V Foro Aneca. Acreditación de instituciones versus titulaciones.
- Albán M., Vizcaíno G. & Tinajero F. (2014). La gestión por procesos en las Instituciones de Educación. UTCiencia, pp. 2-10.
- Arias M., Castaño J. & Lanzas A. (Abril de 2005). Balanced Scorecard en instituciones de educación superior. *Scientia et Technica*, 11(27), UTP. ISSN 0122-1701, pp. 181-184.
- Aiello, M. (2011). *Evaluación institucional y cultura académica*. Capítulos 2 y 3. Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española.
- Aiello, M. (2007). Algunas consideraciones para diseñar un modelo de evaluación institucional. Conferencia Internacional proyecto “Modelo sistémico para el desarrollo de la evaluación institucional para el mejoramiento de la calidad educativa”. Guanajuato, México: Concyteg & Itesm. Recuperado de <http://www.ruv.itesm.mx/convenio/modelo/desarrollo/homedoc.htm>.
- Ceaaces (2011). Modelo general para la evaluación de carreras con fines de acreditación. Ecuador.
- DeConceptos.com. (2013). Recuperado el 25 de agosto de 2013 de [http://deconceptos.com/ciencias\\_sociales/evaluación](http://deconceptos.com/ciencias_sociales/evaluación).
- Días Sobrinho, J. (2008). “Calidad, pertinencia y responsabilidad social de la universidad latinoamericana y caribeña”. En *Tendencias de la educación superior en América Latina y el Caribe*. Caracas: Iesalc-Unesco. Recuperado de [http://www.unesco.org/ve/dmdocuments/biblioteca/publicaciones2008/Libro\\_tendencias\\_espanol.pdf](http://www.unesco.org/ve/dmdocuments/biblioteca/publicaciones2008/Libro_tendencias_espanol.pdf).
- Duque M. & Celis J. (2012). *Educación en ingeniería para la ciudadanía, y la competitividad en Iberoamérica*. Asibeí, pp. 1-68.
- Iesalc (2003) Informes nacionales de evaluación y acreditación de la educación Unesco-Iesalc, Caracas. Recuperado de <http://www.iesalc.unesco.org/ve/>.
- Ley Orgánica de la Educación Superior (2010). Ecuador.

- LOES. (15 de mayo de 2018). Ley reformativa. Recuperado de file:///C:/Users/TERE/Documents/ACOFI/Articulado2doDebate-LOES-PlenoAN.150518.pdf.
- Orozco Silva, L. (2010). Calidad académica y relevancia social de la educación superior en América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 1(1), pp. 24-36.
- Poggi M. (2008). Evaluación educativa. Sobre sentidos y práctica. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*.
- Simons, H. (1999). Evaluación democrática de instituciones educativas. Cap. I: Naturaleza y evolución de la investigación sobre evaluación. Madrid: Ediciones Morata.

---

# Los desafíos del aseguramiento de la calidad en la formación de ingenieros: el caso de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Santiago de Chile

Juan Carlos Espinoza Ramírez - juan.espinoza@usachl.cl

Rosa Muñoz Calanchie - rosa.munoz@usach.cl

Karen Hinrechen Prieto - Karen.hinrechen@usach.cl<sup>23</sup>

## *Resumen*

El presente artículo da cuenta de los desafíos que afronta la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Santiago de Chile en el proceso de acreditación de carreras. La facultad, por intermedio de su Vicedecanato de Docencia y Formación Profesional, ha desarrollado un marco estratégico que tiene por objetivo cumplir con la consolidación de la excelencia académica de los programas de pregrado, empleando estándares internacionales y fortaleciendo la calidad con las exigencias de la Ley de Acreditación vigente.

A continuación, se presenta el “Proceso de gestión de información para carreras en proceso de acreditación de pregrado”, desarrollado por la Facultad de Ingeniería, cuyo objetivo es asegurar información estandarizada y fidedigna que les servirá para responder a las dimensiones e indicadores solicitados en los documentos y formularios que se exigen en el proceso de acreditación en Chile.

## *Palabras claves:*

*Aseguramiento de calidad, proceso de gestión de información, excelencia académica, Facultad de Ingeniería USACH.*

---

23 Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago de Chile.

### *Abstract*

The following work shows the challenges faced by the Engineering Faculty of the Santiago de Chile University in the process of career certification. The Engineering Faculty, through its Teaching and Professional Training vice-deanship, has developed a strategic framework that aims to accomplish the consolidation of the academic excellence of undergraduate programs by using international standards and strengthening quality according to the requirements established by the current Certification Law.

The “Information management process for careers in certification process” is featured below. It was developed by the Engineering Faculty, and its goal is to ensure standardized and reliable information, useful in order to respond to indicators and dimensions requested in documents and forms required in the certification process demanded in Chile.

*Key words:*

*Quality assurance, information management process, academic excellence, USACH Engineering Faculty.*

## **Introducción**

En 2016 se introdujeron cambios a la ley 20.129 en Chile, la cual aprobó los nuevos criterios de evaluación para la acreditación de carreras profesionales, carreras profesionales con licenciatura y programas de licenciatura<sup>24</sup>. Estos cambios presentaron un desafío para las instituciones de educación superior, las cuales se vieron obligadas a repensar las estrategias para completar los formularios e informes exigidos en la normativa. Se debe destacar que el cambio sustancial en los procesos de acreditación descansó en introducir una perspectiva de aseguramiento de la calidad, organizado en tres dimensiones: propósito e institucionalidad de la carrera o programa; condiciones de operación; resultados y capacidad de autorregulación, las cuales deberán verificarse mediante doce criterios, de modo que las carreras de pregrado certifiquen su calidad en el proceso formativo con evidencias que se presentarán en un informe de autoevaluación y los formularios de antecedentes solicitados.

La estandarización de los criterios obligó a pensar en nuevos procesos de gestión de información en las instituciones para dar una respuesta eficaz al quehacer en el proceso formativo. Este desafío fue tomado por la Facultad de

---

<sup>24</sup> <https://www.cnachile.cl/Criterios%20y%20Procedimientos/DJ%20009-4%20Criterios.pdf>

Ingeniería de la Universidad de Santiago de Chile, que cuenta con cerca de 13.000 estudiantes, 600 académicos y cerca de 200 funcionarios que trabajan en los nueve departamentos que integran la facultad de ésta que es la más grande de las universidades públicas de ingeniería del país.

Procesar, automatizar y entregar información a los 20 programas de estudio que en ella se imparten implicó un desafío para el decanato, que le confirió al Vicedecanato de Docencia y Formación Profesional la labor de desarrollar un sistema de información capaz de dar respuesta a las nuevas exigencias de acreditación. En este contexto, considerando que la entrada en vigencia de la ley estaba prevista para el segundo semestre de 2016, el vicedecanato desarrolló en el primer semestre un proceso con el objetivo de organizar y automatizar toda la información necesaria para que las carreras pudieran completar los reportes requeridos en los nuevos criterios de evaluación para obtener la acreditación.

La experiencia que se presenta a continuación explica el proceso desarrollado en la Facultad de Ingeniería y los actores involucrados en el proceso tanto en la facultad como en las unidades de gobierno central de la universidad.

## **Antecedentes**

Asegurar la calidad de la formación de los futuros ingenieros es un desafío constante para la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Santiago de Chile<sup>25</sup>, tal como se declara en el objetivo estratégico asociado a *desarrollar acciones* que permitan consolidar la excelencia académica de los programas de pregrado, empleando estándares internacionales y fortaleciendo la calidad por medio de la acreditación (P.D.E.FING 2016-20120<sup>26</sup>). Este objetivo estratégico es la operacionalización declarada en el Plan Estratégico Institucional 2016-2020, en el cual la institución se compromete a garantizar la excelencia en la formación de pregrado. En ese contexto, la Universidad de Santiago de Chile<sup>27</sup>, en el gobierno central cuenta con un Departamento de Calidad y Acreditación que asume la responsabilidad de diseñar, implementar y coordinar los procesos organizacionales ejecutados para el mejoramiento de la gestión universitaria, en los ámbitos del modelo de gestión de la calidad (Estructura orgánica de la USACH, Resolución 8297/2012). Dada la estructura organizacional de esta universidad, la cual les confiere a las facultades las labores de docencia, investigación, extensión y perfeccionamiento en el ámbito de su disciplina,

---

25 Facultad de Ingeniería de la Universidad de Santiago de Chile, en adelante FING.

26 Plan de Desarrollo Estratégico de la Facultad de Ingeniería 2016-2020 (P.D.E).

27 Universidad de Santiago de Chile, en adelante USACH.

el aseguramiento de la calidad es parte del quehacer del Vicedecanato de Docencia y Formación Profesional de FING en el cual se ha desarrollado un “Proceso de gestión de información para carreras en proceso de acreditación de pregrado” que tiene por objetivo estandarizar la información requerida por las 20 carreras circunscritas a FING por medio de los nueve departamentos académicos para desarrollar sus procesos de acreditación nacional. El artículo que se presenta a continuación, describe las etapas del proceso, los actores involucrados y las reflexiones asociadas a esta experiencia.

### **Descripción del proceso de gestión de información**

El método de gestión de información desarrollado en el Vicedecanato de Docencia y Formación Profesional de FING fue un desarrollo que persiguió i) agilizar los tiempos de respuesta a las carreras que iniciaban sus procesos de acreditación y ii) entregar información confiable y uniforme que les permitiera a los equipos responsables de los procesos de acreditación completar los formularios e informes para certificar la calidad de enseñanza bajo los criterios de evaluación dispuestos por la Comisión Nacional de Acreditación (CNA), entidad responsable de pronunciarse sobre la acreditación de los programas de pregrado, atribución conferida en la Ley 20.129.

El proceso surge de la necesidad de establecer procedimientos de acceso de información sobre estudiantes, académicos, personal e infraestructura asociados a la Facultad de Ingeniería. Para ello se define un proceso en tres etapas, consistentes en:

Organización de información	Tiene por objetivo procurar la información necesaria para completar los formularios e informes solicitados en el proceso de acreditación. En esta etapa se debe conciliar información transversal a las 20 carreras que imparte la FING y las particularidades asociadas a las carreras y su especialidad en la formación tales como: resoluciones asociadas al perfil de egreso y plan de estudio, calificaciones de los estudiantes, antecedentes de académicos, por mencionar algunos.
Consolidación de información	Se organiza la información que se enviará a la carrera en proceso de acreditación. A partir de la información obtenida en la etapa anterior, se organiza, se verifica y se envía.

Validación de información	Tiene por objetivo que las carreras y el Departamento de Calidad y Acreditación, organismo encargado de acompañar y asesorar las carreras, verifiquen que la información es consistente y pertinente.
---------------------------	---

A partir del requerimiento de información de la carrera, el Vicedecanato de Docencia y Formación Profesional de FING encarga a la Unidad de Calidad y Apoyo a la Gestión Docente que coordine y sistematice la información, que realiza las actividades que se describen a continuación.

### **1. Información de inicio del proceso y solicitud de información**

La primera actividad del proceso corresponde a la solicitud de información de carrera mediante oficio dirigido por la Vicerrectoría Académica al Vicedecanato de Docencia y Formación Profesional de la FING. Este documento guía la organización y consolidación de la información; será el Departamento de Calidad y Acreditación el que lo gestione.

### **2. Acuse de recibo y solicitud de gestión de información**

Una vez recibido el documento por el Vicedecanato de Docencia y Formación Profesional de la FING, instruye a la Unidad de Calidad y Apoyo a la Gestión Docente para que coordine y consolide la información en particular para la carrera.

### **3. Solicitud de información a la Unidad Informática y la Unidad de Módulo Básico**

La Unidad de Calidad y Apoyo a la Gestión Docente se reúne con la Unidad de Informática, dependiente de la Secretaría General de la FING, para acordar plazo de respuesta y la información en particular de la carrera, ya que es dicha unidad la encargada de almacenar la información curricular del estudiante y académicos en su sistema informático.

En paralelo se reúne con el coordinador general la Unidad de Módulo Básico para que proporcione evidencias de relativas al proceso de enseñanza aprendizaje de los cuatro primeros semestres. Se debe señalar que los estudiantes de la FING, independientemente de la especialidad de la carrera que cursan, tienen cuatro semestres de asignaturas comunes en su plan de estudios. Estas asignaturas las coordina esta unidad, que depende de la Facultad de Ingeniería.

#### **4. Envío de información a la Vicerrectoría Académica**

Una vez consolidada y sistematizada por la Unidad de Calidad y Apoyo a la Gestión Docente, se envía la información al Vicedecanato de Docencia y Formación Profesional de la FING para que, mediante documento, la envíe de forma oficial a la Vicerrectoría Académica, que la hará llegar al Departamento de Calidad y Acreditación.

#### **5. Validación de información a la Dirección de Calidad y Acreditación**

Los profesionales de la Dirección de Calidad y Acreditación, en conjunto con los encargados del proceso de acreditación de la carrera, revisan y verifican la información proporcionada por la Unidad de Calidad y Apoyo a la Gestión Docente. En esta etapa se realizan las observaciones o se aclaran dudas con respecto a la información proporcionada, de ser necesario. Se debe destacar que las aclaraciones o rectificaciones las realizan directamente equipos técnicos de las unidades intervinientes tanto de la facultad como de la Unidad de Gobierno Central, con el objetivo de dar respuesta oportuna en esta etapa del proceso de acreditación.

### **Resultados**

- Desarrollar un proceso de gestión de información para las acreditaciones de carreras de pregrado ha permitido dar respuesta oportuna a las carreras de la Facultad de Ingeniería. Antes de la existencia de este proceso, el de gestión de información tardaba de tres a cinco meses en reunir toda la información solicitada por las carreras, pero a partir de la implementación de este método el proceso se redujo a uno.
- La organización y sistematización de información estandarizada por parte de la Unidad de Calidad y Apoyo a la Gestión Docente de la FING ha contribuido a homogeneizar las evidencias solicitadas por las carreras, para que puedan completar fácilmente los formularios e informes solicitados por las agencias acreditadoras.
- El proceso facilitó la comunicación entre las unidades de gestión del gobierno central de la universidad y la facultad vinculadas al proceso de acreditación, definiendo papeles y responsabilidades claros con respecto a qué realiza cada unidad y así no duplicar funciones.

## **Conclusiones**

Los cambios experimentados en 2016 en la Ley de Acreditación le otorgó a las evidencias un papel preponderante en los formularios e informes que las carreras deberían presentar para obtener la certificación de calidad, según los estándares establecidos por la Comisión Nacional de Acreditación (CNA). Esta situación obligó a la universidad y a la Facultad de Ingeniería a desarrollar mecanismos eficaces y eficientes en los procesos de gestión de información para dar respuesta a la normativa y en especial a las carreras que bajo su alero. Esta situación fue una oportunidad para el Vicedecanato de Docencia y Formación Profesional, ya que de forma preventiva desarrolló este proceso, el cual fue puesto a prueba en 2017, cuando trece de sus 20 carreras entraron en proceso de acreditación, y fueron capaces de responder a los requerimientos en los tiempos establecidos. Esto confirmó que el método era útil y facilitaba la comunicación entre los actores involucrados.

## **Bibliografía**

- Nuevos criterios de evaluación para la acreditación de carreras profesionales, carreras profesionales con licenciatura y programas de licenciatura. Recuperado de <https://www.cnachile.cl/Criterios%20y%20Procedimientos/DJ%20009-4%20Criterios.pdf>.
- Plan Estratégico Universidad de Santiago de Chile 2016/2020. Recuperado de [http://www.usach.cl/sites/default/files/field/uploaded\\_files/pei\\_usach\\_2016\\_baja\\_18\\_enero.pdf](http://www.usach.cl/sites/default/files/field/uploaded_files/pei_usach_2016_baja_18_enero.pdf).
- Plan de Desarrollo Estratégico Facultad de Ingeniería USACH 2016/2020. Recuperado de <http://www.fing.usach.cl/fing2016/>.
- Modifica estructura orgánica de la Universidad de Santiago de Chile, Resolución 8297, Santiago 2-10-2012. Recuperado de <http://www.contraloriausach.cl/documentos-2>.

---

# **GRANA: Modelo de evaluación para la acreditación internacional de la educación superior para América con intervención de expertos multinacionales y su impacto en la formación humana**

Donato Vallín González - [dvallin@cucsur.udg.mx](mailto:dvallin@cucsur.udg.mx)<sup>28</sup>

## *Contexto*

El artículo presenta un innovador modelo mundial de acreditación internacional en línea, denominado Generation of Resources for Academic Programs Accreditation of Nations of America (GRANA), para países del hemisferio. Es un modelo creado en 2005 en el marco de asambleas académicas de diversas organizaciones internacionales como el Consorcio Iberoamericano para la Educación en Ciencia y Tecnología (ISTEC) y asambleas como la de noviembre de 2005 en la Universidad de Sao Paulo, en Brasil. En este modelo participaron más de 6000 expertos en educación superior con perfiles de diversas áreas del conocimiento y se han aplicado diversas tecnologías de la información y las comunicaciones, así como un padrón de más de 10.000 evaluadores a escala global que se localizan en 30 países de los cinco continentes. La plataforma informática y los archivos electrónicos se localizan en servidores en Phoenix, Arizona, en Estados Unidos. Este modelo facilita los procesos de evaluación y la logística de la acreditación y el mejoramiento permanente de los entes participantes en la formación humana universitaria desde la capacidad y competitividad de los profesores y estudiantes hasta los apoyos académicos institucionales tales como: instalaciones, redes académicas de diversas disciplinas, tecnología, políticas institucionales, financiamientos e internacionalización, entre

---

28 *Profesor de la Universidad de Guadalajara, México*

otros, que propician la pertinencia, la innovación y la calidad en la formación universitaria.

La Declaración Mundial sobre la educación superior para el siglo XXI de la UNESCO señala:

En su calidad de fuente permanente de formación, perfeccionamiento y reciclaje profesionales, las instituciones de educación superior deberían tomar en consideración sistemáticamente las tendencias que se dan en el mundo laboral y en los sectores científicos, tecnológicos y económicos. A fin de satisfacer las demandas planteadas en el ámbito del trabajo, los sistemas de educación superior y el mundo del trabajo deben crear y evaluar conjuntamente modalidades de aprendizaje, programas de transición y programas de evaluación y reconocimiento de los conocimientos adquiridos, que integren la teoría y la formación en el empleo. En el marco de su función prospectiva, las instituciones de educación superior podrían contribuir a fomentar la creación de empleos, sin que éste sea el único fin.

Aprender a emprender y fomentar el espíritu de iniciativa debe convertirse en importantes preocupaciones de la educación superior, para facilitar las posibilidades de empleo de los diplomados, que cada vez estarán más llamados a crear puestos de trabajo y no a limitarse a buscarlos. Las instituciones de educación superior deberían brindar a los estudiantes la posibilidad de desarrollar plenamente sus propias capacidades con sentido de la responsabilidad social, educándolos para que tengan una participación activa en la sociedad democrática y promuevan los cambios que propiciarán la igualdad y la justicia.

La calidad de la enseñanza superior es un concepto pluridimensional que debería comprender todas sus funciones y actividades: enseñanza y programas académicos, investigación y becas, personal, estudiantes, edificios, instalaciones, equipamiento y servicios a la comunidad y al mundo universitario. Una autoevaluación interna y un examen externo realizados con transparencia por expertos independientes, en lo posible especializados en lo internacional, son esenciales para la mejora de la calidad. Deberían crearse instancias nacionales independientes, y definirse normas comparativas de calidad, reconocidas en el plano internacional. Con miras a tener en cuenta la diversidad y evitar la uniformidad, debería prestarse la atención debida a las particularidades de los contextos institucional, nacional y regional. Los protagonistas deben ser parte integrante del proceso de evaluación institucional.

La calidad también requiere que la enseñanza superior esté caracterizada por su dimensión internacional: el intercambio de conocimientos, la creación de sistemas interactivos, la movilidad de profesores y estudiantes y los proyectos de investigación internacionales, aun cuando se tengan debidamente en cuenta los valores culturales y las situaciones nacionales.

Para lograr y mantener la calidad nacional, regional o internacional, ciertos elementos son importantes, principalmente la selección esmerada del personal y su perfeccionamiento constante, en particular mediante la promoción de planes de estudios adecuados para el perfeccionamiento del personal universitario, incluida la metodología del proceso pedagógico, y mediante la movilidad entre los países y los establecimientos de enseñanza superior y entre éstos y el mundo del trabajo, así como la movilidad de los estudiantes en cada país y entre los distintos países. Las nuevas tecnologías de la información constituyen un instrumento importante en este proceso debido a su impacto en la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos (Declaración de UNESCO, 1998).

Por otro lado, se han realizado reuniones para apoyar el proceso latinoamericano de acreditación a escala regional. Se mencionan algunos:

- Conferencia regional sobre la educación superior en América Latina y el Caribe. La Habana, noviembre de 1996. No se refirió al tema de la acreditación, sólo se compartieron experiencias.
- Conferencia para la calidad, transparencia y acreditación de la educación universitaria. Madrid, 2002. Quedaron inconclusas las metas y se propuso una segunda reunión.
- Seminario internacional: “Educación superior, calidad y acreditación”. Colombia, julio de 2002. Se firmó un acta de intención para la construcción de una red iberoamericana para la acreditación de la educación. No hay registro de la continuidad.
- Junta de ministros de Educación de Latinoamérica. Noviembre de 2002. Acordaron promover mecanismos de acreditación y aseguramiento de la calidad académica, así como participar en la iniciativa de Europa con Iberoamérica.
- Red Iberoamericana de Acreditación de la Calidad de la Educación Superior (RIACES). Argentina, mayo de 2003. No hay registro de seguimiento de esta red.
- Proyectos de acreditación subregionales.
- Centroamérica. Se crea el sistema de Integración Centroamericana el 13 de diciembre de 1991. Con éste nació el Consejo Superior Universitario

de Centroamérica, así como el Sistema Centroamericano de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (SICEVAES) (Tegucigalpa, noviembre de 1995).

- V Congreso Universitario Centroamericano. Costa Rica, septiembre de 1999. Generó la creación del CSUCA, con lo cual logró establecer el Consejo Centroamericano de Acreditación (CCA). En el marco de la reunión de los ministros de educación del Mercosur, con la adición de Bolivia y Chile, se logró formar un mecanismo experimental de acreditación de carreras y se formaron tres comisiones consultivas en tres disciplinas: Agronomía, Ingeniería y Medicina.
- Foro Mundial de la Ingeniería (WEFF-2012), celebrado en Buenos Aires, Argentina. Se acordaron las acciones por realizarse con la aplicación del modelo de evaluación GRANA en evaluaciones en instituciones de educación superior en América (Vallín, 2012).
- 50 Evaluaciones en Norteamérica, centro y sur de América a programas académicos de pregrado y posgrado (Vallín, 2015).
- Participación de 57 evaluadores expertos provenientes de 21 países de América, Europa y Medio Oriente que evaluaron 34 programas académicos de la Universidad de Guadalajara, México (Vallín, 2016).

## **El modelo**

La metodología de GRANA se basa en un proceso de diez momentos, iniciando con la evaluación interna o autoevaluación y concluyendo con la evaluación externa de expertos internacionales (dos macromiradas de evaluación). La evaluación interna la realiza un comité compuesto por profesores, estudiantes y directivos de la institución evaluada, mientras que la evaluación externa está a cargo de evaluadores provenientes de diferentes países y continentes. Se incluye en los procesos a un observador y un coordinador general del proceso. Un criterio importante es que los evaluadores externos cuenten con el perfil académico disciplinar y experiencia en procesos de evaluación en su país o región de origen. Así mismo, para la construcción de los procesos se toma como base la plataforma informática del Sistema de Evaluación y Seguimiento (SIEVAS) y un manual de procedimientos. La evaluación se centra en diez dimensiones:

1. Impacto social de la formación.
2. Resultados de la investigación asociados a la formación.
3. Profesores y su nivel formativo.
4. Estrategias metodológicas formativas.

5. Pertinencia internacional de planes y programas formativos.
6. Vinculación con los sectores de la sociedad.
7. Impacto internacional de la formación.
8. Normativa, finanzas y administración como facilitadoras de la formación.
9. Tecnología, infraestructura y bibliografía como facilitadoras de la formación.
10. Logros significativos académicos de la formación.

Cada una de estas dimensiones está conformada por diez ítems, y a su vez, cada ítem se asocia a diez indicadores cualitativos de segunda y tercera generación. El modelo GRANA es considerado de orden decimal por contar con diez rubros, cien ítems y mil indicadores. Es cíclico y circular, ya que actualiza todos los instrumentos que lo componen de manera permanente, como ocurre con los programas académicos evaluados. A este proceso se le conoce como PMP o plan de mejora permanente. Los referentes científicos de este modelo son: la UNESCO, la OCDE, el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional, la revolución industrial 4.0 y 5.0, y la declaratoria de Bolonia, entre otros.

Para facilitar los procesos y procedimientos de la evaluación se utiliza la plataforma informática SIEVAS, que facilita la evaluación interna y el análisis de la evaluación externa, y permite la interacción entre evaluadores. Las herramientas que posee el SIEVAS para facilitar la evaluación son: significados, contextos, referencias bibliográficas, glosario, escala decimal para calificar niveles de calidad, campos para integrar las fortalezas y debilidades, plan de mejora permanente, formatos para integrar las estadísticas en retrospectiva y prospectiva, disponibilidad informática para incorporar documentos probatorios y sitios web, entre otros, que facilitan la evaluación. También cuenta con gráficos que se construyen automáticamente conforme se incorpora la evaluación a la plataforma. La comparación de las “dos miradas” del proceso y las conclusiones de ambas evaluaciones.

## **Impacto**

Desde la creación de GRANA a la fecha se ha logrado:

- Más de mil participaciones en medios académicos internacionales relativos a la utilidad social en los procesos formativos y el desempeño profesional en el entorno regional, local, nacional e internacional, como objetivo principal del proceso de evaluación-acreditación internacional de la educación superior a universidades e instituciones.

- Revisión de los niveles de calidad de programas educativos para su mejora continua en la región.
- Contribución para unificar la pertinencia de contenidos de los programas educativos participantes.
- Gestión de incentivos con apoyos de empresas participantes en procesos de mejora.
- Construcción de redes académicas de investigación y desarrollo de la ciencia y la tecnología.
- Formación de evaluadores de calidad de la educación superior, considerando el patrón de calidad establecido.
- Impulso a las instituciones de educación superior para que se proyecten en los organismos principales de los ránquines mundiales.
- Participación de evaluación GRANA en la Universidad Gerardo Barrios de la República de El Salvador.
- Evaluación-acreditación internacional en programas de pregrado en la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.
- Evaluación-acreditación internacional en programas de pregrado en la Universidad de Cundinamarca, en Colombia.
- Evaluación a diez programas de pregrado y posgrado en la Universidad Autónoma de Nuevo León, en México.
- Participación de 57 evaluadores expertos, provenientes de 21 países de América, Europa y Medio Oriente que evaluaron 34 programas académicos de la Universidad de Guadalajara, en México.
- Publicación de artículos científicos sobre impactos del modelo GRANA.
- Publicación de libros sobre GRANA.
- Creación del Foro Académico Mundial de Derechos Humanos en el marco de la Feria Internacional del Libro de Guadalajara, edición de 2017.
- Creación de laboratorios de monitoreo continuo de la calidad.
- Vinculación a más de 200 instituciones de educación superior y organizaciones internacionales asociadas a la formación humana.
- Incorporación al modelo de GRANA de los procesos formativos asociados a las revoluciones 4.0 y 5.0.
- Formación de 6000 evaluadores de GRANA en los cinco continentes.

## **Trabajo futuro**

Extender GRANA a los cinco continentes en tres años y medio.

## **Bibliografía**

<http://certification-grana.org/>

<http://www.forofamdh.org/mx.html>

<http://www.cucea.udg.mx/es/noticia/15-nov-2017/cucea-y-cedhj-organizaran-foro-academico-mundial-de-derechos-humanos>

[http://www.gaceta.udg.mx/G\\_notia1.php?id=18988](http://www.gaceta.udg.mx/G_notia1.php?id=18988)

<http://enfermeria.uanl.mx/>

<http://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/268/1265>

<http://www.rics.org.mx/index.php/RICS/article/view/36>

<http://www.ricsh.org.mx/index.php/RICSH/article/view/82/430>

<https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/446970>

<http://www.psicopol.unsl.edu.ar/>

<http://cucea.udg.mx/es/noticia/16-dic-2016/presentacion-del-libro-grana-modelo-de-evaluacion-internacional-para-la>



---

# La contribución de Laccei en la acreditación internacional en ingeniería en américa latina y el caribe

Adriana Cecilia Páez Pino - [adriana.paez@usa.edu.co](mailto:adriana.paez@usa.edu.co)<sup>29</sup>

## *Resumen*

En la actualidad ninguna de las agencias de acreditación de programas de ingeniería en América Latina y el Caribe es miembro oficial de la Alianza Internacional de Ingeniería (IEA). En este artículo se presentan las estrategias utilizadas por el Consorcio de Instituciones de Ingeniería de América Latina y el Caribe (Laccei) [1] para facilitar el acceso a la acreditación de programas de ingeniería o aseguramiento de la calidad a universidades en América Latina y el Caribe con la iniciativa de acreditación, y se posibilitan diferentes opciones para los programas de ingeniería en el fortalecimiento de la acreditación internacional.

## **Introducción**

El Consorcio de Instituciones de Ingeniería de América Latina y el Caribe (Laccei) es una organización sin fines de lucro formada en 2002 por instituciones y organizaciones que buscan mejorar las colaboraciones y el reconocimiento de los programas de ingeniería en América Latina y el Caribe. Como organización, se ha preocupado por colaborarles a los miembros y dando a conocer los aspectos de acreditación, conscientes de que la acreditación de ingeniería es la clave de una economía del conocimiento global, que como organización ha contribuido a la difusión de la acreditación de ingeniería reconocida internacionalmente, donde se sabe que es importante que cada miembro pueda establecer la optimización programática e institucional que proporcione

---

<sup>29</sup> *Presidente Laccei. Decana Escuela de Ciencias e Ingeniería, Universidad Sergio Arboleda.*

garantía de calidad, estándares reconocidos internacionalmente y un proceso de mejora continua. Esto llevaría la internacionalización a la academia, que a su vez generaría capacidad, fomentaría el desarrollo, permitiría la movilidad y movería a los países hacia la competitividad global.

## **¿Por qué es necesaria la acreditación en América Latina y el Caribe?**

A lo largo de los años, la contribución de Laccei para resolver esta pregunta ha sido promover actividades para el conocimiento de los modelos de acreditación de los países y las acreditaciones internacionales reconocidas dentro de la Alianza Internacional de Ingeniería (IEA) [2]. En ésta se han suscrito acuerdos internacionales que rigen el reconocimiento de las cualificaciones académicas de ingeniería y la competencia profesional, que establecen estándares de referencia internacional para la educación de ingeniería y la competencia esperada para la práctica de la ingeniería. Cuenta con miembros de 36 jurisdicciones en 27 países, donde se establecen los acuerdos internacionales de reconocimiento mutuo, como son:

- Acuerdo de Washington [3], firmado en 1989: es un acuerdo multilateral entre los organismos responsables de la acreditación o el reconocimiento de las cualificaciones de ingeniería de nivel terciario, dentro de sus jurisdicciones, que han elegido trabajar colectivamente para ayudar a la movilidad de los ingenieros profesionales.
- Acuerdo de Sydney [4], firmado en junio de 2001 por siete signatarios fundadores que representan a Australia, Canadá, Hong Kong, Irlanda, Nueva Zelanda, Reino Unido y Sudáfrica. En este se comprometen con el desarrollo y el reconocimiento de buenas prácticas en educación de ingeniería, y se centran específicamente en programas académicos relacionados con la tecnología de ingeniería.
- Acuerdo de Dublín [5], firmado en mayo de 2002 por los signatarios fundadores que representan a Canadá, Reino Unido, República de Irlanda y Sudáfrica. Estableció el reconocimiento mutuo de las calificaciones que sustentan la concesión de títulos de técnico de ingeniería.

Dentro de todos estos países ningún latinoamericano o caribeño es signatario oficial de alguno de los acuerdos, solamente tres con sus agencias acreditadoras son miembros provisionales, y tienen sistemas y procesos apropiados para el desarrollo que les permita un signatario completo. Dentro del Acuerdo

de Washington se encuentra Costa Rica, con el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA); en México, el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (Cacei), y en Perú con el Instituto de Calidad y Acreditación para carreras de ingeniería y Tecnología (Icacit), que también se encuentra como miembro provisional del Acuerdo de Sydney.

Esto pone a la región de Latinoamérica y el Caribe en una seria desventaja, ya que necesitan pasar por la agencia de otro país para lograr una equivalencia sustancial, y traducir toda la documentación de acreditación a un idioma que no sea su lengua materna. Esto resulta para las universidades un proceso de acreditación más costoso, y requiere mucho más esfuerzo para cada uno, ya que se implica en cada facultad y en la administración un proceso más lento para lograr una equivalencia sustancial.

### **¿Y ahora qué?**

Sin tener en Latinoamérica un signatario oficial, muchos de los miembros han pensado por años en apropiarse internacionalmente, buscando la mejor forma de conseguir la acreditación internacional de los programas de ingeniería. Hay que decidir el mejor camino con posibilidades más cercanas, como la Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), de Estados Unidos, el Sistema de Acreditación Regional de Carreras Universitarias de los Estados Partes del Mercosur y estados asociados (ARCU-SUR), la Acreditación Europea (EUR-ACE), el Sistema Regional de Acreditación de Ingenierías en el Gran Caribe (GCREAS), la Agencia Centroamericana de Acreditación (ACAAI), Engineering Council, Engineers Canada (EC). Es un amplio abanico que incluye las que se mencionan o otras, lo que hace difícil escoger.

Se han realizado grandes esfuerzos con la intención de que los países de la región no tuvieran que traducir su documentación, y que algunas asociaciones eventualmente se convirtieran en un signatario de la IEA. Es así como los ministros de ciencia y tecnología de los 34 países miembros de la Organización de Estados Americanos (OEA) [6] desarrolló una iniciativa llamada “Ingeniería para las Américas” y uno de sus primeros cargos en 2005 fue desarrollar una mayor ingeniería de la región del Caribe con un sistema de acreditación (GCREAS) que fue financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), basado en el modelo ABET. Además, el BID también financió una segunda agencia de acreditación, ACAAI, que se basó en el modelo de acreditación de ingenieros de Canadá. Sin embargo, hasta la fecha, ninguno ha pasado a ser un signatario provisional.

Al no contar en la región con un signatario en la AIE, las instituciones de América Latina y el Caribe deben determinar si desean obtener la acreditación regional, como la que brindan los países del Mercosur (Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, Venezuela y países asociados: Chile, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú) o la acreditación internacional. La acreditación regional trae como beneficio inmediato que los graduados de los programas acreditados pueden ejercer como ingenieros profesionales en los países que componen el tratado. La acreditación internacional no trae este beneficio, ya que la credencial de los ingenieros profesionales no está bajo el dominio de las agencias de acreditación y requiere tratados o acuerdos.

Sin duda, algunas instituciones miraron hacia Estados Unidos con el fin de tener más fácilmente las dobles titulaciones de sus programas e iniciaron las acreditaciones por la agencia ABET [7], que comenzó en 2007 a acreditar programas internacionales. Lo que corresponde aproximadamente al 10 % de los programas acreditados por ABET son programas en el extranjero; el Oriente Medio solicita la mayor cantidad de visitas, seguida de América Latina y Asia.

Se observa en la región una amplia oferta de acreditación internacional, lo cual proporciona posibilidades en las que algunas universidades han buscado la acreditación de múltiples agencias de acreditación, sin importar si son muy costosas. Parecen estar motivadas por razones de reconocimiento, para favorecer su mercadeo, lo que obliga a otras universidades a buscar acreditaciones múltiples para seguir siendo competitivas.

### **¿Qué hacemos?**

Dos iniciativas de Laccei buscan mejorar el reconocimiento internacional de los programas de ingeniería de América Latina y el Caribe aumentando el número de acreditaciones reconocidas internacionalmente. En 2004, el Comité de Acreditación de Laccei propuso un modelo de cinco niveles<sup>8</sup> para la evaluación de procesos de programas educativos que mide la capacidad de un programa de educación de ingeniería para lograr resultados repetibles. Este modelo, llamado de madurez de la capacidad de educación en ingeniería [8], podría utilizarse como un plan para que los programas de ingeniería avancen sistemáticamente hacia la acreditación de programas. En 2006, Laccei y la OEA copatrocinaron un taller en Puerto Rico [6] para formular estrategias y mejorar el número de programas de ingeniería de América Latina y el Caribe acreditados por sistemas reconocidos internacionalmente.

Con la experiencia de este taller, la OEA encarga a Laccei (Consortio de Instituciones de Ingeniería de América Latina y el Caribe) que lidere las estrategias de acreditación. Los ministros de ciencia y tecnología de la OEA han identificado la necesidad de acortar la brecha de conocimiento y experiencia y construir una cultura de acreditación y garantía de calidad como una de las tres áreas prioritarias de la iniciativa Ingeniería para las Américas. Laccei es un consorcio sin fines de lucro, con más de 150 universidades con intereses de colaboraciones académicas y de investigación, con programas de ingeniería de América Latina y el Caribe.

Al conocer las necesidades de sus miembros, Laccei encontró que las instituciones querían talleres para cerrar la brecha entre decidir explorar la acreditación y determinar la agencia de acreditación, y querían acceder a un grupo de expertos entrenados en acreditación que pudieran responder preguntas y ayudar en el proceso de acreditación, de modo que se pudiera proporcionar a los programas de ingeniería una adecuada selección en la acreditación y la agencia, proporcionando espacios para asistir a los programas de ingeniería por medio del proceso de acreditación y la preparación.

Laccei<sup>1</sup> se ha preocupado por que las universidades miembros de la organización conozcan las opciones para la acreditación, conociendo las diferencias entre las agencias, en las que se posibilita obtener las ventajas y desventajas de cada uno, con el fin de contar con un punto de referencia para un mayor conocimiento de cada una y escoger la mejor, de manera que se adopte en cada institución la agencia de mayor conveniencia según su región y necesidades propias.

Dentro de la organización se implementa una iniciativa de acreditación<sup>1</sup> que se inició con una experiencia significativa como es la de par amigo Laccei, con el propósito de aumentar progresivamente las capacidades de acreditación, las cuales se dirigen a instituciones y programas que la buscan por primera vez en una agencia reconocida internacionalmente, y al aumento de la experiencia en acreditación en la región de Latinoamérica y el Caribe.

Esta iniciativa ha establecido algunas metas que con los años se han cumplido con diversas instituciones y en varios países:

- Crear una serie de talleres que acorten la brecha y desarrollen la capacidad para aquellos que buscan la acreditación internacional de programas de ingeniería por primera vez.

- Desarrollar un cuadro de expertos de acreditación que podría ayudar a las instituciones que buscan por primera vez la acreditación.
- Ofrecer talleres para formar expertos y evaluadores para agencias de acreditación internacionales.
- Desarrollar talleres de acreditación con expertos nativos de los cuales se proporciona traducción para mayor cobertura del taller. Esencialmente en los talleres de:
  - ◊ Par Amigo, ABET
  - ◊ Eur-ACE [9]
- Servir como recurso de información multilingüe y multicultural, asistencia práctica y de mentores para programas de ingeniería que consideren o busquen su acreditación.
- Desarrollar líderes en acreditación y evaluación de programas para acreditar agencias en las Américas.
- Mantener un registro de par amigo con el que estén familiarizados y actualizados en procesos de acreditación y proporcionar asistencia económica a los programas de ingeniería que buscan acreditación, al requerir que cada par amigo done una semana al año de capacitación, consultoría y asesoramiento gratuitos.

Se ha promovido la participación en el programa de capacitación de par amigo para convertirlos en evaluadores de las agencias de acreditación de su elección (basadas en GCREAS-ABET y en ACCAI-CEAB). Dentro de las capacitaciones se les ha permitido a los evaluadores de las agencias de acreditación participar en el programa par amigo [10], como expertos en la agencia específica en la cual se desempeñan.

Al asumir la delegación de la OEA a Laccei, año tras año en la conferencia anual [1] se han proporcionado varias posibilidades para que los miembros conozcan las iniciativas. Entre ellas se destacan:

- ABC de la acreditación.
- Cómo prepararse para la acreditación por primera vez.
- Fundamentos de evaluación de ABET.
- Taller Eur-ACE para capacitar evaluadores.

Lo más significativo al proporcionar las capacitaciones ha sido la cobertura en los países, con la obtención de certificaciones sin incremento de gastos extras de desplazamiento y la barrera idiomática, que en muchas ocasiones es el mayor

obstáculo. La oportunidad de entregar las certificaciones por parte de las agencias ha sido uno de los mayores beneficios en esta iniciativa de acreditación.

Con la iniciativa de acreditación internacional de Laccei se han percibido algunos beneficios para los miembros que se han acogido a esta actividad, como son:

- Fortalecer el proceso académico de mejora continua y asegura que se cumplan los criterios internacionales mínimos.
- Atraer a la industria internacional y lograr mejores empleos locales.
- Dar movilidad a estudiantes y egresados del programa, y obtener mejores intercambios de estudio en el extranjero.
- Facilitar las dobles titulaciones.
- Contribuir a la obtención de empleo, becas y pasantías.
- Aumentar la visibilidad de los investigadores para colaboraciones internacionales.

## **Conclusión**

El Consorcio de Instituciones de Ingeniería de América Latina y el Caribe (Laccei) ha colaborado permanentemente con su iniciativa de acreditación a los miembros de América Latina y el Caribe, ya que en la actualidad no hay en la región ningún país como signatario oficial de la Alianza Internacional de Ingeniería (IEA).

Se espera que Costa Rica, México y Perú pasen a ser signatarios oficiales del Acuerdo de Washington, con el fin de que se tengan las agencias acreditadas y los países puedan realizar los procesos más fácilmente. Laccei ha contribuido a conocer el mejor camino con las diversas posibilidades para la obtención de una acreditación internacional. La principal ayuda ha consistido en conformar su principal programa de par amigo. Se ha identificado la necesidad de acortar la brecha de conocimiento y experiencia y construir una cultura de acreditación y garantía de calidad como una de las tres áreas prioritarias de la iniciativa de Ingeniería para las Américas.

## Referencias

- [1] Marco Laccei. Recuperado de <http://laccei.org/index.php>.
- [2] Alianza Internacional de Ingeniería. Recuperado de <http://www.ieagreem-ments.org>.
- [3] Acuerdo de Washington. Recuperado de <http://www.ieagreem-ments.org/accords/washington/>.
- [4] Acuerdo de Sydney. Recuperado de <http://www.ieagreem-ments.org/accords/sydney/>.
- [5] Acuerdo de Dublín. Recuperado de <http://www.ieagreem-ments.org/accords/dublin/>.
- [6] “The Turabo Declaration”. En: *Proceedings of the 4th LACCEI Latin American and Caribbean Conference on Engineering and Technology*, Mayagüez, Puerto Rico, June 2006.
- [7] Acreditación ABET. Recuperado de <http://www.abet.org/accreditation/>.
- [8] Larrondo Petrie, M. M. “An Engineering Education Capability Maturity Model”. En: *Proceedings of the ASEE 2006 Conference and Exposition*, Chicago, Illinois, USA, American Society of Engineering Education, June 2006.
- [9] Acreditación Europea. Recuperado de <http://www.enaee.eu/accredited-engineering-courses-html/>.
- [10] La descripción de la “Iniciativa par amigo” está disponible en [www.laccei.org/accrediting/par-amigo](http://www.laccei.org/accrediting/par-amigo).

---

# Propuestas para el mejoramiento de la educación en ingeniería en América Latina

Jaime Salazar Contreras - jsalazarc@unal.edu.co<sup>30</sup>

## *Resumen*

Este artículo presenta algunas consideraciones y reflexiones sobre ciertos factores que contribuyen al mejoramiento de la educación en ingeniería en América Latina. Es producto de la experiencia del autor y se complementa con los aportes que la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Educación en Ingeniería (ASIBEI) ha hecho en los últimos años.

A lo largo del artículo se desarrolla cada uno de los factores que contribuyen al mejoramiento de la educación en ingeniería. La presentación no corresponde a un orden de importancia y cada lector los puede ponderar de acuerdo con su criterio:

- Articular los sistemas educativos.
- Cambiar procesos de aprendizaje y formación de profesores.
- Aumentar el número de programas de ingeniería acreditados.
- Correlacionar los programas de formación doctoral de los docentes y profesionales con los lineamientos de políticas públicas e institucionales.
- Articular los planes de desarrollo de las regiones con las estructuras curriculares de los programas.
- Aumentar el presupuesto de los países dedicado a la educación.

## *Palabras claves:*

*Mejoramiento en ingeniería, retos en la formación.*

---

<sup>30</sup> Secretario Ejecutivo de ASIBEI. Director de la Fundación para la Promoción del Mejoramiento de la Educación (PROMEDUC)

### *Abstract*

This article presents some considerations and reflections on some factors that contribute to the improvement of engineering education in Latin America and collects the latest contributions that the Iberoamerican Association of Engineering Education Societies (ASIBEI) has given in recent years.

The order in which the factors contributes to the improvement of engineering education are shown, are not presented in order of importance and each reader can weight them according to their experience:

- Articulation of educational systems.
- Changes in learning processes, tied to teacher training.
- Increase in the number of accredited engineering programs.
- Correlation of doctoral training programs for teachers and professionals with the guidelines of public and institutional policies.
- To articulate the development plans of the regions with the curricular structures of the programs.
- Increase the budget for education among countries.

Throughout the article, each of the factors under consideration is developed.

### *Key words:*

*Improvement in engineering, challenges in education.*

## **Introducción**

Aunque existe una tendencia a la expansión, persiste entre los países de la región latinoamericana una enorme heterogeneidad en el nivel de la educación. El patrón de crecimiento de la educación superior ha sido, sin embargo, muy inequitativo, y ha favorecido, principalmente, a los sectores de mayores ingresos y de zonas urbanas.

Los desafíos de la educación superior en la región son múltiples y de muy distinta naturaleza. En primer lugar, se precisa revertir la tendencia inequitativa de expansión, lo cual supone un mayor protagonismo del estado en términos financieros y de políticas compensatorias; igualmente, los países deben fortalecer sus instituciones universitarias –especialmente las grandes universidades públicas– para generar una capacidad propia de producción científica y tecnológica, aspecto en el que la región se encuentra bastante

retrasada; finalmente, las universidades deben realizar más esfuerzos para conectarse con las necesidades de desarrollo de sus sociedades, y el sistema educativo es un campo privilegiado para aquello, en la medida en que apoye el mejoramiento y forme mejor a los futuros docentes y profesionales.

Son varios los factores que contribuyen al mejoramiento de la educación y formación en ingeniería en la región latinoamericana, y corresponden a preocupaciones similares en los diferentes países de la región.

Factores comunes que inciden en la cualificación de la educación en ingeniería que, por supuesto, no están descritos en orden de importancia, sino asociados con los siguientes elementos:

1. Articular los sistemas educativos.
2. Cambiar procesos de aprendizaje y formación de profesores.
3. Aumentar el número de programas de ingeniería acreditados.
4. Correlacionar los programas de formación doctoral de los docentes y profesionales con los lineamientos de políticas públicas e institucionales.
5. Articular los planes de desarrollo de las regiones con las estructuras curriculares de los programas.
6. Acrecentar el presupuesto dedicado a la educación.

## **Factores para el mejoramiento de la educación y formación en ingeniería**

A continuación, se presentan algunas consideraciones de cada uno de los factores mencionados anteriormente:

### **1. Articular los sistemas educativos**

El sistema de educación superior en Latinoamérica ha experimentado una expansión desde las dos últimas décadas. En el caso de Colombia, surgieron profesiones y programas de posgrado que antes no se conocían; algunos, producto de los desarrollos científicos y tecnológicos y otros, consecuencia de la presión de los mercados.

En este contexto, a las facultades de ingeniería les corresponde afrontar el desafío de educar a las personas de una manera diferente a la que hoy en día se practica, preparándose para asumir y resolver los nuevos retos de los avances de la ciencia y la tecnología, y acercándolos a una ingeniería más comprometida con la sociedad.

No puede dejarse de lado la difusa clasificación de lo técnico, de lo tecnológico y lo profesional que ha sido asumido por algunas instituciones que rápidamente se han transformado de técnicas en tecnológicas y, en algunos casos, en universitarias; esto, aunado al escaso reconocimiento social que la formación técnica sigue teniendo. Una discusión amplia de esos niveles no se ha dado estructuralmente; no se ha aclarado qué es lo técnico de la formación técnica, qué es lo tecnológico de la formación tecnológica, por qué no es una alternativa que tenga dignidad social y llame la atención a la juventud; no se ha establecido la valoración de la calidad de esos niveles y de las instituciones que los imparten, ni el grado de formación de sus profesores y la contribución al desarrollo de las regiones y los países.

Se revela<sup>31</sup> que la probabilidad de que una empresa latinoamericana no encuentre los trabajadores con las competencias necesarias es tres veces mayor que la de una empresa del sudeste asiático y 13 veces mayor que en una de Asia Pacífico. Este problema se presenta en especial en sectores claves como el automotor y el de maquinaria.

Se prevé que el gobierno y el sector privado deberían trabajar en estrecha relación para vincular mejor la educación técnica y vocacional con la demanda de capacidades especializadas en una economía mundial en constante cambio.

## 2. Cambiar procesos de aprendizaje y formación de profesores

*Tenemos por maestro a quien ha remediado nuestra ignorancia con su saber, a quien ha formado nuestro gusto o despertado nuestro juicio, a quien nos ha introducido en nuestra propia vida intelectual, a quien –en suma– le debemos todo, parte o algo de nuestra formación y de nuestra información; a quien ha sido mayor que nosotros y ha hecho de su superioridad ejemplaridad; a alguien de quien nos hemos nutrido y sin cuyo alimento y operación no seríamos quienes somos. Alguien, en fin, cuya obra somos en alguna medida.*  
Dionisio Ridruejo, hablando de Ortega (1955)<sup>32</sup>.

El pilar fundamental de la calidad educativa está cimentado en el papel de los docentes; si los alumnos no se encuentran en sus aulas con docentes capaces de generar mayores oportunidades de aprendizaje, no se producirá un genuino mejoramiento de la calidad educativa. Aunque la información disponible es

---

31 Tomado de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Proyecto iberoamericano “Metas educativas 2021”. [www.cepal.org](http://www.cepal.org), recuperado en marzo de 2018.

32 Tomado del libro *Evolución de los tres momentos de la docencia en ingeniería*. (2009).

parcial, todo indica que la situación predominante de la docencia en la región se caracteriza por tener un bajo nivel de valoración social: las condiciones laborales son deficientes, la formación inicial es de baja calidad y las oportunidades de desarrollo profesional, limitadas.

Por otro lado, es necesario adaptar las prácticas en el aula para garantizar un mejor desempeño, incluyendo la ayuda de tutores, la gestión de las expectativas de los profesores y la motivación de los estudiantes. Se considera que una estrategia que redundaría en el mejoramiento de la calidad de la formación es tener profesores de programa y no simplemente docentes de asignatura; el papel del profesor actual debe ser holístico e inmerso dentro del programa curricular correspondiente.

El desafío de las políticas docentes es monumental: configurar una carrera profesional docente capaz de atraer a jóvenes talentosos a la docencia, formar adecuadamente a los candidatos, retener en las aulas a los profesores competentes (en especial en aquellos sectores menos favorecidos), y hacer del desarrollo profesional una necesidad y una exigencia; tener presente que *para enseñar no basta con saber*.

La promoción del cambio pedagógico se ha propuesto integrar no sólo nuevas formas de enseñar, sino otros recursos para el aprendizaje y escenarios para el proceso de enseñanza-aprendizaje. El fortalecimiento de la profesión docente fue una de las doce estrategias explícitamente mencionadas en el “Marco de acción de Dakar”<sup>33</sup>. En lo referido a los logros de aprendizaje, ha habido un fuerte énfasis en la creación de pruebas estandarizadas –en el mundo en general y en la región en particular– principalmente en lectura y matemáticas. Este es un tema en el que hay que avanzar y profundizar y evitar que prime la preparación para las pruebas sobre la conceptualización del conocimiento.

### 3. Aumentar el número de programas de ingeniería acreditados

En lo que corresponde a varios países latinoamericanos, el factor de acreditación aún no es óptimo. Tomando el caso de Colombia, **en 2015 existían cerca de 6.400 programas de educación superior de los cuales 909 (14,2 %) estaban acreditados**. De un total de 348 instituciones de educación superior sólo 44 (12,6 %) cuentan con acreditación.

---

33 Véase el escrito publicado en 2013 por la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO, Santiago) titulado “Situación educativa de América Latina y el Caribe: hacia la educación de calidad para todos al 2015”.

Aunque hay cierta dificultad en encontrar información precisa y actualizada, se sugiere consultar la base datos abiertos “Gobierno Digital Colombia <https://www.datos.gov.co/Educaci-n/PROGRAMAS-DE-EDUCACI-N-SUPERIOR/upr9-nkiz>.

En el caso de Chile (datos 2016), de 150 instituciones de educación superior, 79 poseen el sello del estado (52,7 %), según reporte de la Comisión Nacional de Acreditación (CNA). Información más amplia y detallada puede consultarse en [https://centroestudios.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/100/2017/07/Anuario\\_2016.pdf](https://centroestudios.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/100/2017/07/Anuario_2016.pdf).

Ciertamente, si los países de la región no le apuestan a ofrecer programas de calidad, lo que implica cumplir con una autoevaluación realista y planes de mejoramiento rigurosos y verificables y programas de seguimiento, poco se habrá avanzado en una verdadera oferta de calidad de los programas, especialmente en ingeniería y tecnologías.

#### **4. Correlacionar los programas de formación doctoral de los docentes y profesionales con los lineamientos de políticas públicas e institucionales**

Puede afirmarse que la formación doctoral en los países latinoamericanos es escasa, aunque se vislumbra una leve mejoría en los indicadores. Se rescata la política doctoral en países como Brasil y Cuba, que poseen el mayor número de doctores por millón de habitantes en América Latina. En el ámbito iberoamericano, España y Portugal se destacan con una considerable cantidad de doctores.

Número de doctores graduados (2015)

<b>País</b>	<b>Número de graduados</b>	<b>Graduados por millón de habitantes</b>
Brasil	18.625	90
México	5.798	46
Argentina	2.406	55
Cuba	1.032	90
Chile	685	39
Colombia	466	10

EE. UU.	67.716	211
España	14.694	315
Portugal	2.503	242

Fuente: Elaboración propia, apoyada en datos de [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org) [5], recuperado el 19 de marzo de 2018

Sin embargo, valdría la pena preguntarse sobre la pertinencia de muchos de estos estudios y áreas de conocimiento, pues varios de ellos no están alineados con las políticas de los países, ni aportan soluciones concretas a los diversos problemas de la región, ni contribuyen a disminuir la brecha entre los componentes sociales.

A pesar de que los estímulos en las universidades están habitualmente orientados hacia la investigación, la producción científica y los servicios de extensión dirigidos al sector productivo, se sigue desestimando la docencia y minimizando el espacio para las mediaciones pedagógicas. Los mayores incentivos para los profesores proceden de la valoración de su desempeño en proyectos de investigación, la producción escrita y la participación como ponentes o conferencistas en eventos académicos. Difícilmente son objeto de reconocimiento o estímulo actividades más cercanas a la función docente, tales como preparación y publicación de manuales de clase y guías de lectura; buenos resultados de los estudiantes en pruebas de Estado o concursos académicos y reducción de tasas de deserción y repitencia de asignaturas.

## **5. Articular los planes de desarrollo de las regiones con las estructuras curriculares de los programas**

Es necesario alinear las políticas de Estado, los planes gubernamentales, las propuestas y ofertas académicas del sistema educativo y las expectativas del sector productivo, determinando los campos estratégicos y las áreas de interés prioritario que orienten la acción conjunta alrededor de los planes de desarrollo de los países.

Es deseable que en el diseño de las estructuras curriculares participen, además de los académicos, los egresados, representantes del sector empresarial y entidades vinculadas con la investigación disciplinar, y se conserve, de todas maneras, la autonomía universitaria.

Se ha avanzado en algunos países en cuanto a lograr la articulación de las estrategias de desarrollo de las regiones y para ello han surgido iniciativas como el “Plan nacional para el buen vivir” en el Ecuador, que estableció, entre otros,

hacer un seguimiento de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial de los gobiernos autónomos con indicadores tendientes a revisar los adelantos en la reducción de las brechas en los territorios. En Argentina se ha establecido el “Plan estratégico territorial”, en una de cuyas fases se están determinando los impactos de las políticas sociales y económicas de las provincias.

## **6. Acrecentar el presupuesto de los países dedicados a la educación**

Según la UNESCO [4] la tendencia general del gasto público en educación durante la década pasada fue levemente positiva en la región (pasó de aproximadamente un 4,5 % a un 5,2 % del PIB en promedio), aunque sin un aumento relevante de la priorización de la educación dentro del gasto público. Este mayor gasto parece explicarse principalmente por una expansión del servicio educacional, puesto que el nivel proporcional de gasto público por alumno tendió a mantenerse o a incrementarse levemente en educación primaria y secundaria, y a caer significativamente en educación superior. Con todo, las diferencias entre países son muy marcadas en este aspecto en la región.

De acuerdo con el informe de la CEPAL, en 2018 se espera que la economía global se expanda a tasas cercanas a las de 2017 (en torno al 3 %) y que exista un mayor dinamismo relativo de las economías emergentes frente a las desarrolladas. En el plano monetario, se mantendrá una situación de amplia liquidez y bajas tasas de interés internacionales. Los formuladores de políticas deben realizar mayores y mejores inversiones en educación preescolar, donde se desarrollan las principales competencias blandas, como la socialización y la perseverancia en la adquisición de conocimientos, conceptos que resultan de vital importancia para el mercado laboral.

Así mismo, se necesita asignar los recursos destinados a educación de una manera más progresiva, con el fin de reducir las desigualdades socioeconómicas [3].

Luego de la exposición de los factores que contribuyen a la cualificación de la formación de ingenieros en América Latina, se concluye con el planteamiento de algunos retos:

### *Retos encaminados al mejoramiento de la formación de ingenieros*

Uno de los desafíos de los sistemas de educación superior de la región es asegurar la cobertura manteniendo la impronta de la calidad. Aquello implica introducir reformas en los procesos de admisión y aumentar los presupuestos de las instituciones, discusión que retoma un viejo dilema: ¿debe ser la educación superior un derecho, tal como ocurre con los niveles primario y secundario?

Varios de los retos propuestos para el mejoramiento de la educación y formación de ingenieros fueron planteados por rectores de universidades ecuatorianas en el pasado encuentro académico de ASIBEI en Islas Galápagos, en noviembre de 2017. Se destacan los siguientes:

- Para atender sus compromisos misionales, las universidades deben buscar la manera de articular y tratar equitativamente sus funciones sustantivas, buscando el equilibrio en el reconocimiento y valoración, tanto del trabajo docente en el aula como de la investigación que conduzca a la publicación de artículos o a la obtención de patentes y comercialización de productos de investigaciones. Es necesario evaluar el impacto y la pertinencia de las publicaciones, establecer si realmente contribuyen a resolver los problemas locales o solamente favorecen el avance del conocimiento y la producción en países industrializados.
- El desafío que tiene la Universidad es contribuir a disminuir la pobreza y la desigualdad, injustificadas en un continente agraciado con grandes recursos naturales. Esta responsabilidad está en sintonía con hallazgos como los realizados por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), organismo que resalta la desigualdad como uno de los elementos negativos que impiden mejorar la distribución de la riqueza; y reafirma su compromiso de trabajar por un desarrollo con igualdad, bienestar y sostenibilidad ambiental en América Latina y el Caribe (ALC). Consultar <https://www.cepal.org/es/comunicados/la-cepal-reafirma-su-compromiso-trabajar-un-desarrollo-igualdad-bienestar-sostenibilidad>.
- Una propuesta planteada recientemente por ASIBEI (2017) es institucionalizar la cátedra abierta iberoamericana de desarrollo tecnológico e innovación e incorporarla a la currícula de todos los programas de la región, de tal manera que contribuya efectivamente a reforzar las competencias básicas de formación de los ingenieros. Véase <http://iberodetiasibei.fica.unsl.edu.ar>.

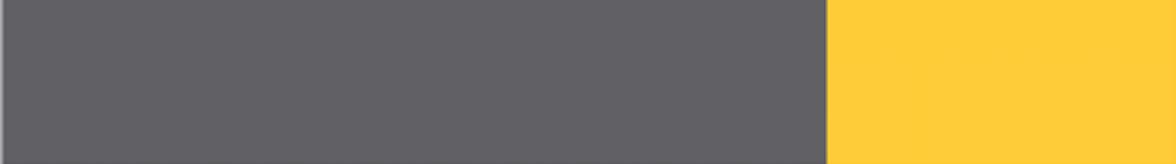
## Referencias

- [1] Albéniz, V., Cañón, J.C., Salazar, J. & Silva, E. (2009). *Evolución de los tres momentos de la docencia en ingeniería*. Bogotá: Arfo Editores e Impresores Ltda.
- [2] ASIBEI. (2017). Relatoría del panel de rectores ecuatorianos. Encuentro académico. Islas Galápagos, Ecuador. Recuperado de [www.asibei.net/documentos/documentos\\_estrategicos/2017\\_relatoria\\_galapagos\\_panelrectores.pdf](http://www.asibei.net/documentos/documentos_estrategicos/2017_relatoria_galapagos_panelrectores.pdf). Consultado marzo 26 de 2018.
- [3] Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2017). *Planificación para el desarrollo en América Latina y el Caribe*. Cuervo, L.M. y Máttar, J. (eds.). Santiago de Chile.
- [4] UNESCO (2013). Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO Santiago). *Situación educativa de América Latina y el Caribe: hacia la educación de calidad para todos al 2015*. Editores del Imbunche.
- [5] RICYT. Red de indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericana e Interamericana. [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org). Consultado marzo 19 de 2018.

*Aseguramiento de la calidad y mejora de la educación en ingeniería*  
se terminó de imprimir en julio de 2018, en los talleres de  
Opciones Gráficas Editores Ltda. en Bogotá, D.C., Colombia.

Somos una empresa responsable con el ambiente.





El esfuerzo de cada uno de los autores, de CONFEDI y ACOFI, como asociaciones responsables de hacer realidad este primer trabajo conjunto, refleja que en Latinoamérica se ha venido desarrollando un valioso trabajo para lograr que los programas de ingeniería garanticen la excelencia a partir de su propio contexto, de manera que cada día se contribuya a que la región crezca en pro del avance social.

