

# LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS

## PROFESSIONAL TRAINING OF ENGINEERS

*Andrés Dmitruk, Fabiana Grinsztajn*

Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas, UNLaM

**Resumen:** Se describe la valoración y demanda creciente de la actividad de los ingenieros, a nivel nacional e internacional y la necesidad de adaptar su formación a las exigencias del siglo XXI, en el que se observa una aceleración en la generación de nuevos conocimientos y a la creación de nuevas tecnologías, en un mundo globalizado y crecientemente competitivo. Se propone la metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP) y como una de las acciones para avanzar en su aplicación el incentivar la participación de los estudiantes en proyectos de investigación y desarrollo y en proyectos con empresas.

**Palabras claves:** *ingenieros, ABT, investigación y desarrollo*

**Abstract:** This paper describes the valuation and growing demand for the activity of engineers, nationally and internationally, and the need to adapt their training to the demands of the twenty-first century, in which is observed an acceleration in the generation of new knowledge and the creation of new technologies, in a globalized and increasingly competitive world. Is proposed the methodology of problem based learning (PBL) as well as the actions to advance in the implementation encouraging student participation in research and development projects and in projects with companies.

**Palabras claves:** *engineers, PBL, research and development*

## Introducción

Hay una valoración creciente, a nivel nacional e internacional, de la actividad de los ingenieros, que se traduce en esfuerzos para incrementar el interés de los jóvenes para que ingresen a las carreras de Ingeniería.

En paralelo y teniendo en cuenta la velocidad de cambios en los conocimientos científicos y tecnológicos hay una preocupación para adaptar la enseñanza de la ingeniería a los nuevos requerimientos de una realidad que se va modificando y a demandas del sector productor de bienes y servicios que en un mundo globalizado y competitivo trata de plasmar esos nuevos conocimientos en innovaciones.

Uno de los más importantes impulsado por la Casa Blanca y que se ha está extendiendo a numerosos países ha sido el concepto de STEM, que es un acrónimo en inglés de Science, Technology, Engineering y Mathematics que sirve para designar las disciplinas académicas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Como se puede apreciar, la ingeniería está al mismo nivel que lo tradicional de Ciencia y Tecnología. Pero lo central del concepto es que estas disciplinas no se deben aprender aisladas unas de otras sino en forma integrada y aplicadas a la resolución de problemas, destacando como los conocimientos que brindan la ciencia y la tecnología se traducen en una realización ingenieril que requiere del uso de las matemáticas.

A tono con esta valoración, en la actualidad, uno de los indicadores que utiliza el Banco Mundial para medir la potencialidad que está en condiciones de desarrollar una nación es la cantidad de ingenieros que tiene por habitante.

Existe una gran demanda mundial de ingenieros que no se cubre con la cantidad de graduados actuales. La Fundación México Estados Unidos para la Ciencia (Fumec) estima que dicha demanda crecerá en alrededor de 11% por año hasta 2023. En Europa, a pesar de su frágil situación económica se estima que en los próximos seis años se debería graduar el doble de la cantidad actual de ingenieros.

La National Academy of Engineering de los EE.UU. plantea un panorama similar, enfatizando que los nuevos ingenieros deben poder definir y resolver problemas y ser agentes de la innovación y el emprendedorismo.

Es decir, no se trata únicamente de aumentar la cantidad, sino también la calidad de su formación acorde a las exigencias del siglo XXI que plantean una mayor vinculación con la ciencia y la tecnología. Se requiere lograr una mayor destreza analítica, ingenio práctico y creativo, buenas herramientas de comunicación, conocimiento del mercado, liderazgo, flexibilidad para adaptarse al trabajo grupal en un mundo globalizado, alta disposición para actualizarse en forma continua durante largo tiempo y un importante compromiso de comportamiento ético, social y del cuidado del medio ambiente.

Para poner en claro la amplitud de los alcances de la ingeniería y enfatizar su importancia en la sociedad moderna, conviene recordar al Ing. Marcelo Sobrevila cuando afirmaba: *"Si todos los ingenieros del mundo en un acto demencial, durante una semana dejaran de trabajar, la humanidad se quedaría sin: energía eléctrica; agua potable; combustibles líquidos y gaseosos; transportes aéreos, marítimos y terrestres; comunicaciones telefónicas, televisión e internet; alimentos y bebidas industrializados, y todas las obras y las industrias se detendrían.*

*La humanidad sería un caos. En el mundo moderno, son los ingenieros los responsables de que un país funcione normalmente”.*

En su muy acertada afirmación Sobrevila (2001) puso el acento en la principal actividad que emplea a la gran mayoría de los ingenieros: la fabricación de los productos ya creados, mediante la operación de las facilidades ya existentes para la provisión de bienes y servicios.

No menos importante es el sector de ingenieros ocupados en la creación y el diseño de nuevos productos, procesos e instalaciones, que sin ninguna duda este debe crecer, sobre todo en países como Argentina.

En nuestro país en la anterior gestión de gobierno se había planteado el objetivo de duplicar para el 2020 la cantidad de ingenieros que se gradúan actualmente. Más que un objetivo continúa siendo una necesidad, si se pretende tener una industria competitiva que contribuya con mayor valor agregado y nuevos productos para el mercado local e internacional a resolver de manera sustentable los recurrentes problemas que causa la llamada restricción externa y posibilite crear nuevos empleos con buenos salarios.

### **El aprendizaje basado en problemas y la investigación y desarrollo**

La ingeniería -según las definiciones más usuales- es el conjunto de conocimientos y técnicas científicas, empíricas y prácticas aplicadas a la invención, el diseño, el desarrollo, la construcción, el mantenimiento y el perfeccionamiento de tecnologías, estructuras, máquinas, herramientas, sistemas, materiales y procesos para la resolución de problemas prácticos de la sociedad, empleando para ello en

particular las fuerzas y los materiales que nos provee la naturaleza, considerando las restricciones presentes, sean físicas, ambientales, éticas, legales y culturales de dicha sociedad.

Cuando nos preguntamos y contestamos preguntas tales como: de qué manera adaptar un proceso productivo, como hacemos un mejor o un nuevo producto, que materiales y componentes debemos utilizar, porque no funciona una instalación o una máquina, que norma utilizar para ensayar, que es lo que realmente está requiriendo técnicamente un posible cliente, estamos frente a un problema de ingeniería.

La ingeniería se dedica a tratar de dar solución a problemas prácticos de la sociedad”, pero esto no significa que se dedique a problemas personales.

Se ocupa de hacerlo no a través del empleo de cualquier medio, sino “*diseñando soluciones*” que empleen específicamente lo que nos provee la naturaleza o lo obtenido artificialmente a partir de los recursos naturales, sean estos los materiales y/o la energía.

Los ingenieros no son los únicos que atienden problemas de la sociedad, lo hacen también casi todos los demás profesionales, pero si son sólo los ingenieros los que emplean los recursos materiales y energéticos de la naturaleza para resolverlos.

Los ingenieros se enfrentan al atender los problemas prácticos señalados en casi todas las ocasiones con **problemas abiertos**, es decir no totalmente definidos, o incompleta o mal definidos.

Es decir, el “problema” representa para los ingenieros algo que puede inclusive, en primera

instancia no saberse con precisión que es, pero sí se sabe que se considera a la situación presente, problemática, como el escollo que dificulta alcanzar el fin deseado, y que su solución, disolución o eliminación la haría posible.

Un problema se presenta como una situación que interroga y/o dificulta alcanzar un objetivo, o bien transformar un estado para pasar a otro, situación para la cual no se conoce aún la respuesta, por lo tanto, un problema se presenta como una cuestión a resolver, sobre la que hay que indagar, investigar. Hay un problema cuando nuestros supuestos o conocimientos fallan o no alcanzan para dar una respuesta adecuada u óptima.

Para posibilitar el paso de la situación problemática inicial, -en la que se carece de una solución apropiada- a una nueva situación donde se disponga de ella, los ingenieros usan no sólo los conocimientos provenientes de la ciencia y la tecnología, sino también otros, así como estrategias diversas propias “de eso que llamamos ingeniería” o “conocimiento ingenieril”.

Pero resolver la primera cuestión es definir el problema, analizar los datos disponibles y estar seguro de haberlo entendido. Es muy probable que existan distintas soluciones y habrá que definirse por una, que no siempre será la ideal.

Estos recursos intelectuales, y los datos experimentales, son lo que le permiten a los ingenieros “**diagnosticar**” los problemas prácticos existentes, a lo que se habrán de abocar, así como “**diseñar**” las soluciones correspondientes. Para luego, a través de la implementación de “**proyectos**”, darles una solución concreta.

¿Cómo formar ese ingeniero? La correlación entre investigación en términos de conocimiento científico y tecnológico, práctica profesional y la enseñanza, resulta indispensable si se pretende una formación integral. Kjaersdam y Enemark (1994)<sup>1</sup> plantean lo importante de la interacción entre estos tres elementos.

Cuando se trata de formar profesionales, el alcance de los procesos de enseñanza va más allá de la construcción y apropiación de conocimientos del campo, se trata más bien de un entramado entre la enseñanza, la profesión y la formación, siendo esta última la instancia que prepara para las actividades que el profesional desarrollará en su campo de actuación y que combina saber, saber hacer, habilidades, actitudes y capacidades, y también un saber ser en ese mundo profesional.

Los dispositivos de formación en la universidad pueden o no favorecer ese entrecruzamiento de lógicas, la de la enseñanza que implica a los conocimientos que el sujeto debe adquirir, la del propio campo profesional en este caso de la ingeniería y la de la formación que induce a ligar saberes y prácticas.

Una estrategia y modalidad de enseñanza que gradualmente se va adoptando en universidades del mundo, particularmente en las carreras de ingeniería es el ABP. El aprendizaje basado en problemas se centra en la actividad del estudiante para procurar sus propios progresos de aprendizaje y el problema protagoniza ese acto pedagógico. Con lo cual promueve un cambio que invierte la clase, dotando al estudiante de amplios grados de libertad para la

---

<sup>1</sup>Kjaersdam F. y Enemark S. (1994, 1995, 1997) The Aalborg Experiment Project Innovation in University Education Aalborg University Press, Dinamarca.

acción, y reubicando al docente en un lugar de diseño, guía y orientación para direccionar del mejor modo los esfuerzos.

Cuando se habla de basarse en problemas para procurar el aprendizaje no se propicia algo muy diferente a los caminos empleados por los investigadores que indagan sobre alguna cuestión acerca de la cual se buscan resultados, conceptos, evidencias.

Los problemas de los cuales se habla en el ABP son relevantes, actuales, no resueltos, comprometen un desarrollo, en muchos casos la realización de un proyecto, son problemas de la sociedad, de la industria, de la vida real; y por lo tanto conllevan una relación directa con la futura práctica profesional de los ingenieros- en este caso-

Creemos entonces que el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP-sigla en inglés-) es una excelente metodología para los estudiantes que han comenzado o comiencen sus carreras y por el 2023 estarán en los comienzos de su vida profesional enfrentando las exigencias de un tiempo en el que se habrán producido nuevos conocimientos e introducido nuevas tecnologías.

De lo que se trata es reemplazar, total o parcialmente, en un conjunto de asignaturas, el proceso en el cual el docente explica una parte o el total de un tema y seguidamente, propone a los alumnos una actividad de aplicación de dichos contenidos por otro, en el cual los estudiantes adquieran esos conocimientos y los apliquen para solucionar un problema real, sin que se utilice la lección magistral para transmitir ese temario. En esta metodología los protagonistas del aprendizaje son los propios alumnos, que asumen la responsabilidad de apropiarse de los conocimientos necesarios para la solución del problema. En un curso centrado

sólo en el contenido, el estudiante es un sujeto pasivo del grupo que sólo recibe la información por medio de lecturas y de la exposición del profesor y en algunos casos de sus compañeros.

Se pueden emplear distintas iniciativas para aplicar esta metodología, adaptadas a la cantidad de alumnos y no necesariamente en todas las materias. En el Departamento de Ingeniería de la UNLaM se ha comenzado a trabajar dentro de esta orientación metodológica a través del Plan Estratégico de Ingeniería para Ciencias Básicas (PEICB) y para la materia Proyecto Final.

Para avanzar, se propone, por considerarla posiblemente una de las más apropiadas, el incentivar la incorporación de estudiantes a grupos de investigación y desarrollo.

En general hay una preocupación y una política para que las Universidades realicen investigación, se generen resultados que en lo posible lleguen al sistema productivo y se formen nuevos recursos humanos que se transformen en investigadores. Pero además de esta visión utilitaria, se está proponiendo otra: que la investigación y el desarrollo sea parte del proceso pedagógico de formación académica, con un ideal de complementariedad. El propio proceso de investigación que se despliega a través del ABP implica un conjunto de aprendizajes que forman al sujeto más allá de la resolución del problema en cuestión y esto es uno de sus principales beneficios.

Desde el punto de vista pedagógico se pueden visualizar las siguientes ventajas en utilizar la I y D como parte del ABP:

- 1) favorecer el desarrollo de habilidades en cuanto a la búsqueda y manejo de información. En el proceso de la investigación o el desarrollo, realizarán un aprendizaje para averiguar y

comprender qué es lo que pasa y lograr una solución adecuada, recurriendo a conocimientos de distintas asignaturas ya adquiridas.

2) A través del trabajo autónomo y en equipo los estudiantes deben lograr los objetivos planteados en el tiempo previsto, como luego ocurrirá en la realidad de su profesión.

3) Seguramente surgirán conflictos dentro del grupo que los alumnos deberán aprender a gestionar eficazmente ya que son parte responsable de la consecución de los objetivos previstos.

4) Cumplir con los objetivos es un gran problema abierto, con numerosos problemas abiertos de menor magnitud. Esto lleva a los alumnos al aprendizaje de los contenidos de información de manera similar a la que utilizarán en situaciones futuras, fomentando que lo aprendido se comprenda y no sólo se memorice. · Posibilita mayor retención de información: Al enfrentar situaciones de la realidad los alumnos recuerdan con mayor facilidad la información ya que ésta es más significativa para ellos

5) En el transcurso del proyecto los grupos realizan reuniones de balance y ajuste de su programación. Cada uno de sus integrantes, entre ellos los alumnos deben estar en condiciones de explicar a sus colegas sus logros y dificultades. Cumplido los objetivos del proyecto de investigación, este debe ser difundido. Todo ello es una ocasión de mejorar las habilidades de comunicación y enfrentar la exposición frente a distintos ambientes.

6) En la mayoría de los casos los recursos serán escasos. Para lo cual se deberán explorar caminos y tomar decisiones para poder avanzar, tal como sucederá en la realidad futura.

El uso de ABP contribuye como modelo educativo, al diseño de nuevas propuestas curriculares, y didácticas, es por ello que se concibe no solo como un cambio metodológico sino como una cosmovisión más compleja y enriquecedora de los procesos formativos.

Durante este año se pondrá en marcha, en la UNLaM, el Polo Tecnológico de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. En un moderno edificio en su etapa final de construcción se instalarán laboratorios de desarrollo de alrededor de 15 empresas, que emplearán a no menos de 200 estudiantes de las distintas carreras del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas. El objetivo fundamental es aumentar la cantidad de graduados brindando a los estudiantes que trabajan (que son la mayoría) horarios compatibles con sus obligaciones académicas y evitando tiempos de traslados, ya que el Polo estará instalado en el predio de la Universidad. Por su parte los estudiantes, seleccionados por la Universidad y las empresas se comprometen a un plan de finalización de sus estudios.

En el cumplimiento del objetivo fundamental y en la satisfacción de las necesidades tecnológicas de firmas que tienen exigencias de calidad y de actualización permanente, seguramente se creará una articulación entre los docentes y los alumnos de la Universidad y las empresas que creará un ambiente propicio para avanzar en profundidad en la metodología propuesta.

En este marco de trabajo implementar la resolución de problemas como estrategia pedagógica resultará ineludible, ya que el Polo propicia un entramado que tiene como ejes la experimentación en la práctica, la interrelación

entre universidad, enseñanza e investigación y empresa.

### Bibliografía´

BARBIER J.M. (1999) Prácticas de formación, evaluación y análisis. Colección Formador de Formadores Serie Los documentos. FFyL Buenos Aires

CONFEDI (2001) – Comisión especial para el estudio del vocablo Ingeniería. Buenos Aires

CONFEDI (2006). Primer acuerdo sobre competencias genéricas “3er. taller s/ desarrollo de competencias en la enseñanza de la ingeniería argentina” – Experiencia Piloto en las terminales de Ing. Civil, Electrónica, Industrial, Mecánica y Química. Villa Carlos Paz, 14 y 15 de agosto 2006  
3erINFORME AGOSTO2006  
[http://www.frbb.utn.edu.ar/comun/secretaria\\_academica/Competencias\\_CONFEDI.pdf](http://www.frbb.utn.edu.ar/comun/secretaria_academica/Competencias_CONFEDI.pdf)

FUMEC (Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia) [www.fumec.org.mx](http://www.fumec.org.mx)

KJAERSDAM F. Y ENEMARK S. (1994, 1995, 1997) The Aalborg Experiment Project Innovation in University Education Aalborg University Press, Dinamarca

LERCH C., DE VEDIA L. (2013) El Conocimiento tecnológico y el conocimiento ingenieril, en la formación del ingeniero para un mundo cambiante. 1a edición Universidad Nacional de La Matanza. San Justo.

NAE.National Academic of Engineering [www.nae.edu](http://www.nae.edu)

SOBREVILA M., (2001) UTEC Noticias, N° 8, UTN Facultad Regional Bahía Blanca.

**Recibido:** 2016-04-09

**Aprobado:** 2016-04-14

**Datos de edición:** Vol. 1 - Nro. 1 - Art. 1

**Fecha de edición:** 2016-05-15

**URL:** <http://www.reddi.unlam.edu.ar>