

# **El entorno industrial de una Facultad de Ingeniería como herramienta para la enseñanza**

## **Resumen**

En los últimos tiempos, las Facultades de Ingeniería vienen intentando diversas acciones para remediar situaciones problemáticas complejas detectadas principalmente durante los procesos de acreditación, así como también algunas provenientes de los ámbitos académicos, científicos, sociales y políticos. Una de estas problemáticas trata sobre la deficiente formación práctica de los graduados, debida principalmente al aumento del número de alumnos y a la insuficiencia del equipamiento didáctico. Por ello, existe una tendencia a modificar los currículos y metodologías docentes acercando los alumnos a actividades de la práctica profesional, mejorando las propuestas formativas e investigando sobre el impacto de las mismas. En este trabajo se presentan resultados de las primeras experiencias en la utilización de la plataforma tecnológica – PLATEC- que la Facultad posee en el interior del Parque Industrial de la ciudad, como herramienta pedagógica en algunas asignaturas de las carreras de ingeniería de la Facultad.

**Palabras claves:** Educación de Ingeniería, Entrenamiento práctico, Hands-on, Plataforma Tecnológica

## **Abstract**

In recent years, the Schools of Engineering are trying diverse actions to remedy complex problem situations detected mainly during the accreditation processes, as well as some from the academic, scientific, social and political circles. One of these problems is the concern about the poor practical training of the graduates, due primarily to an increase in the number of students and insufficient teaching equipment. Therefore, it is seek to modify the curriculum and the teaching methodologies for students to approach professional practice activities, improving training proposals and researching the impact of them. This paper presents the results of the first experiences in using the Technology Platform - Platec- that the College has within the Industrial Park of the city, as a teaching tool in some subjects of its engineering programs.

**Keywords:** Engineering education, Practical training, Hands-on, Technology Platform.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los grandes desafíos de la ingeniería para los próximos años hacen que los profesionales deban formarse en nuevas capacidades tales como: habilidad práctica en el uso de tecnologías, pensamiento crítico, flexibilidad, interculturalidad, proactividad y liderazgo, capacidades de comunicación y diálogo; capacidad de interrogación sobre los nuevos problemas; racionalidad ética ambiental, compromiso social, entre otras.

Para lograrlas, es necesario trabajar en su formación en el trayecto universitario con una perspectiva integradora de factores e instancias de diversas actividades académicas, de extensión e investigación, donde la docencia se convierte en el eje estructurante de las mismas. En esta dirección, los procesos de aprendizaje se despliegan en un ambiente de formación que se multiplica en tiempo y espacio, privilegiando el aprendizaje intercátedra a través de por ejemplo, proyectos compartidos. Deben también resignificarse los espacios de aprendizaje en taller, como una forma de integrar el saber teórico con la práctica y las condiciones profesionales en el espacio académico y el campo profesional, en la realidad.

Desde el punto de vista de la modificación de las prácticas docentes, las Referencias 1 a 4 proponen acentuar la enseñanza de la ingeniería haciendo hincapié en la resolución práctica de problemas reales, describiendo programas que proveen habilidades y entrenamiento en el uso de herramientas, culminando en experiencias de proyectos de diseño y construcción.

La Sociedad Americana de Enseñanza de la Ingeniería -ASEE- (5) propone renovar en forma continua la enseñanza de la ingeniería diseñando ambientes efectivos de aprendizajes, para lo cual se requiere como mínimo que expertos en ingeniería y educación trabajen en ciclos continuos de práctica educativa e investigación. Según la ASEE, la clave para lograr este cometido es la integración entre ingeniería y aprendizaje, señalando que la reciente expansión del aprendizaje a través de la experiencia (hands-on) en muchas carreras de ingeniería está captando los deseos de los estudiantes por una educación que les permitirá contribuir a la solución de problemas sociales significativos.

Lamancusa et al (6) han desarrollado el concepto de enseñanza que denominan “Fábrica de aprendizaje”, el cual integra un currículo basado en la práctica, utilizando equipamiento avanzado de fabricación. La meta es proveer una nueva experiencia educativa en ingeniería que enfatiza la interdependencia del diseño y la fabricación en un ambiente de negocios, ofreciendo un balance entre la ciencia y la práctica de la ingeniería. El elemento clave de este método es la combinación de la revitalización del currículum con oportunidades coordinadas para la aplicación y la experiencia práctica, diluyendo los límites tradicionales entre clase y laboratorio, la academia y la práctica industrial.

En este trabajo, los autores presentan una de las primeras acciones desarrolladas con el objetivo de utilizar la Plataforma Tecnológica – PLATEC- que la Facultad posee en el interior del Parque Industrial de la ciudad, como herramienta pedagógica en la asignatura Diseño Mecánico de la carrera Ingeniería Mecánica, realizando prácticas por el momento opcionales, en el marco de distintos trabajos de desarrollo para la industria.

## **2. LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA – PLATEC.**

La concreción de la PLATEC ha sido posible mediante un convenio entre la Facultad Regional Bahía Blanca de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN - FRBB), el Municipio de Bahía Blanca (MBB) y el Consorcio del Parque Industrial (CPI) en el que funcionan más de un centenar de pequeñas y medianas empresas. Esta alianza estratégica Universidad-Empresa-Estado, triángulo de Sábato para el desarrollo científico, tecnológico e innovación, ha permitido en los últimos cinco años plasmar distintas unidades de trabajo en el interior del Parque Industrial que conforman la PLATEC, las que se enuncian en las próximas secciones. En la Figura 1 se muestra esquemáticamente la estructura de PLATEC.

**2.1. Centro de Formación Profesional y Certificación de Competencias (C4P).** En él se genera capital humano en especialidades como: Soldadura, Instrumentación, Seguridad, Andamistas, Encofradores, Máquinas Viales, etc. El C4P trabaja con la cooperación activa de grandes y medianas empresas de la ciudad y su región de influencia. En sus cinco años de existencia, ha incorporado equipamiento, mediante el aporte privado y de programas públicos; solamente la Escuela de Soldadura posee doce estaciones de trabajo independientes con maquinaria de última generación para diversos procesos. Lleva entregados más de un millar de certificados de capacitaciones.

**2.2. Unidad de Desarrollo Industrial y Tecnológico (UDITEC).** En ella se genera innovación para el sector productivo, constituyendo de hecho un departamento de desarrollo para las PyMES de la región. Cuenta con software de diseño industrial, un escáner de tres dimensiones, un centro de mecanizado por control numérico computarizado y dos inyectoras: una de aluminio y otra de plásticos. Estas máquinas permiten trabajar en la totalidad de las fases de un proceso productivo: diseño y desarrollo de productos, mecánica computacional, matricería y producción a muy bajos costo para las empresas pequeñas, innovadoras y emprendedores. El escáner 3D permite relevar piezas con una exactitud de hasta 50 micrones. Con las piezas relevadas se pueden hacer distintos trabajos, desde la ingeniería inversa hasta el desarrollo de la matricería necesaria para la réplica de la pieza en la industria nacional. El centro de mecanizado de Control Numérico Computarizado (CNC) Lagun L1000 permite fabricar piezas en serie, matrices y prototipos en diferentes tipos de materiales. La Inyectora de Cámara Caliente de aleación de cinc con aluminio, magnesio y cobre (Zamak) de 30 Tn de fuerza de cierre, posibilita producir series de piezas de inyección en este material. También se realizan planes de negocios, búsquedas de patentes y vigilancia tecnológica mediante acceso a bases de datos mundiales y otros servicios de alta valoración tecnológica.

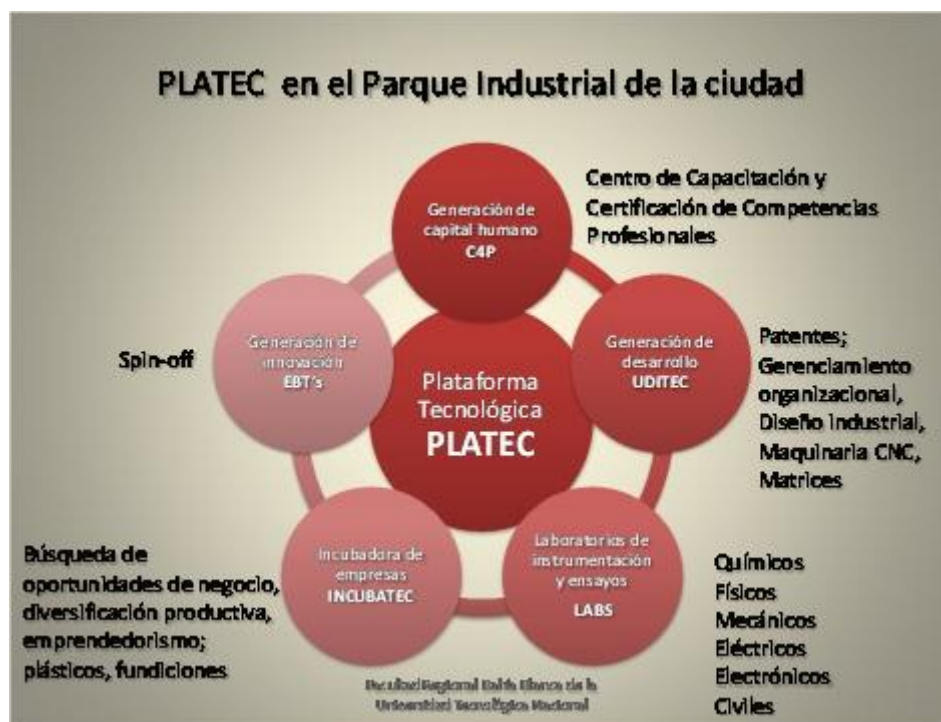


Fig. 1: Concepto de la Plataforma Tecnológica

La PLATEC se completará con dos secciones actualmente en proceso de concreción: a) un **Laboratorio de ensayos, automatización y control (LABS)** con el cual los laboratorios de las carreras de ingeniería se complementarán con los equipos instalados en las dos anteriores unidades para generar innovación, calibración de instrumental y certificaciones de materiales y

productos, potenciando a su vez el equipamiento de las carreras, al que tendrán acceso la totalidad de los alumnos y docentes; y b) una **Incubadora de Empresas (INCUBATEC)**, en la que se dará soporte a emprendedores tecnológicos cuyos proyectos sean de contenido innovador, principalmente proyectos finales de alumnos y graduados de la Facultad.

Las mencionadas unidades darán apoyo a la futura formación de empresas de base tecnológica (EBT's).

### **3. RESULTADOS DE PRIMERAS EXPERIENCIAS**

Las primeras experiencias de trabajo en la plataforma Platec han tomado como objeto diversas problemáticas existentes en la industria instalada en el parque industrial, que requieren de solución. La mayoría de ellas están basadas en la realización de ingeniería reversa de diversos productos finales, o elementos que constituyen partes de procesos de fabricación, y que en su mayoría deben importarse desde fuera de la región.

Por citar algunos ejemplos de trabajos que se están llevando a cabo en el marco de Platec, fundamentalmente con alumnos de Ingeniería Mecánica de la Facultad, podemos mencionar:

Proyecto 1: Fabricación de cangilones de poliamida para proceso de fabricación de baterías de automóviles (sustitución de importación).

Proyecto 1: Fabricación de patines artísticos (sustitución de importación).

Proyecto 2: Rediseño de una parte componente de un cepillo de dientes con inyector de pasta.

Proyecto 3: Rediseño de carcasa de un cartucho impresor (sustitución de importación).

Proyecto 4: Diseño de un cajón reutilizable para verduras y frutas.

Proyecto 5: Diseño y producción de matrices para producción de un producto existente (partes de cosechadoras/sembradoras).

Proyecto 6: Diseño y producción de matrices para producción de un producto existente (dosificador de semillas).

Proyecto 7: Diseño de pieza y matriz para un gabinete contenedor para productos electrónicos (sustitución de importación).

Proyecto 8: Cálculo y rediseño de partes de cosechadora de olivos (sustitución de importación).

En general, aunque con particularidades, todos los trabajos involucran algunas de las siguientes etapas:

- Búsqueda de antecedentes en bases de datos de patentes y/o protección de propiedad intelectual del desarrollo.
- Análisis y diseño del producto
- Análisis de los materiales de productos existentes y definición de materiales.
- Diseño estructural (estudio de tensiones y vida a la fatiga en general)
- Diseño de las matrices necesarias para producción por inyección en diversos plásticos.
- Mecanizado y fabricación de piezas y matrices
- Ubicación de posibles proveedores de los diferentes servicios necesarios para la producción de cada una de las piezas (inyección) y/o desarrollo de proceso de inyección.

La secuencia de trabajo en esta primera etapa involucró la selección de un grupo de alumnos de ingeniería para el trabajo en cada uno de los proyectos, bajo la tutela de docentes de la casa y profesionales de las empresas del parque industrial. El modelo de trabajo adoptado involucró una permanente rotación entre actividades de capacitación, y trabajo de diseño y desarrollo por parte de los alumnos. De esta manera, como forma de profundizar conocimientos existentes de las

cátedras de la carrera de ingeniería se implementaron capacitaciones en modelado de piezas 3D, modelado computacional con Elementos Finitos (MEF), operación de equipos CNC, mecanizado de piezas, construcción de matrices para inyección de plástico, etc. Luego de cada una de estas actividades, los alumnos regresaron al trabajo en cada proyecto, trasladando los conocimientos adquiridos en las diversas actividades de capacitación.

El grupo de trabajo inicial incluyó 8 alumnos de ingeniería mecánica seleccionados a fines de 2011 a los que se suman 9 alumnos de ingeniería mecánica/electrónica seleccionados a principio de 2012. Las experiencias de trabajo/aprendizaje fueron estructuradas asignando cada proyecto a pequeños grupos de 2/3 alumnos y realizando un seguimiento diario de los mismos.

Como primeros resultados de las tareas pueden mostrarse en las figuras 2 a 4 algunas actividades correspondientes a las enumeradas precedentemente tales como el desarrollo de modelo 3 D de un producto, el modelo tridimensional de una matriz para la inyección de piezas y el dibujo renderizado correspondiente a uno de los proyectos.

En estas primeras experiencias, las de práctica en PLATEC dedicadas a los proyectos o forman parte de la cantidad de horas de la carga horaria de la asignatura. Los alumnos que participan de estas actividades son tutelados por los docentes de la asignatura y profesionales de UDITEC, y reciben instrucción de capacitadores externos referente a la operación de distintos equipos y software.

Las prácticas forman parte de proyectos de desarrollo que se llevan a cabo en el seno de UDITEC. Constituyen de esta manera actividades de extensión y vinculación con el medio industrial local, de las cuales los alumnos participan.

#### **4. CONCLUSIONES**

La implementación de la metodología de trabajo teórico/práctica dentro de Platec, ha permitido comenzar a explorar novedosas posibilidades de enseñanza de ingeniería con alumnos avanzados de la carrera.

Si bien aún se trata de una experiencia incipiente, los primeros resultados muestran posibilidades de consolidación de la formación profesional de los alumnos desde la práctica diaria de actividades de diseño. El trabajo habitual en problemas abiertos estimula la imaginación de los estudiantes, promoviendo capacidades tendientes al desarrollo y la innovación.

La sistematización de un mayor número de actividades que involucre a más asignaturas, ha dado lugar a la formulación de un proyecto trianual de investigación y desarrollo que dará comienzo el año entrante, y cuyos principales objetivos serán el estudio de la interacción entre estudiantes, docentes, agentes de las empresas y otros actores involucrados, las metodologías de trabajo, el impacto sobre la formación, entre otros.

Por otra parte puede rescatarse de esta primera experiencia el fortalecimiento de la capacidad de trabajo en equipo, la formación de líderes de grupo, la interacción con empresario/profesionales formados, el estímulo a la toma de responsabilidades, etc. como herramientas de rápido crecimiento profesional.

La interacción permanente entre los alumnos se ha mostrado también como una útil herramienta de nivelación de conocimientos, fomentando la discusión y enseñanza/aprendizaje entre pares (peering learning).

Por último, resulta interesante observar cómo es posible detectar habilidades prácticas en este ámbito, que resultan imposibles de mensurar/estimular mediante los métodos ortodoxos de enseñanza de la ingeniería.

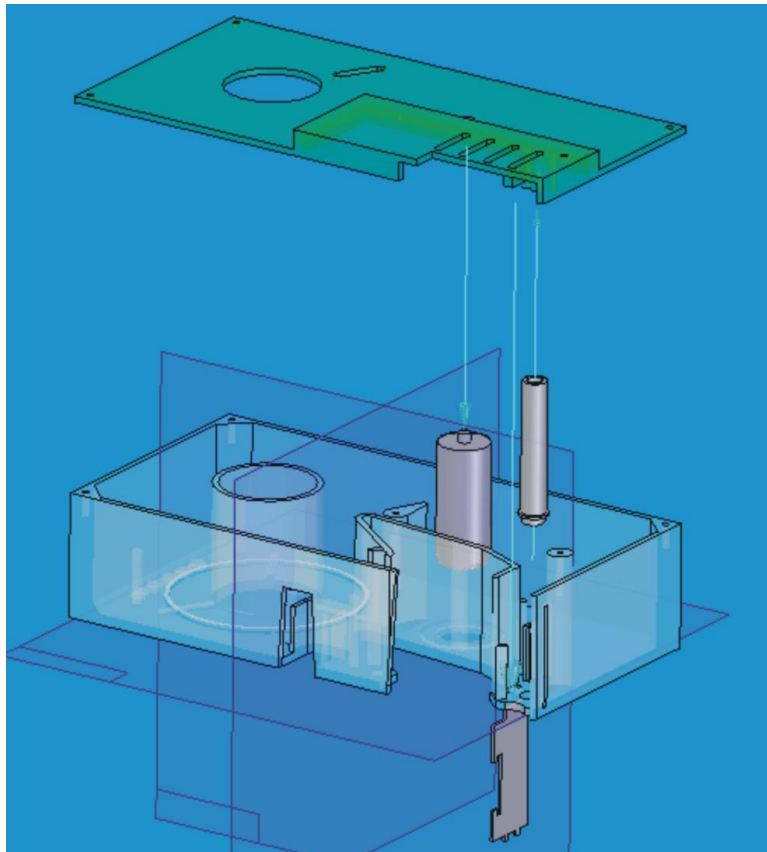


Fig. 2: Desarrollo de Diseño 3D de producto

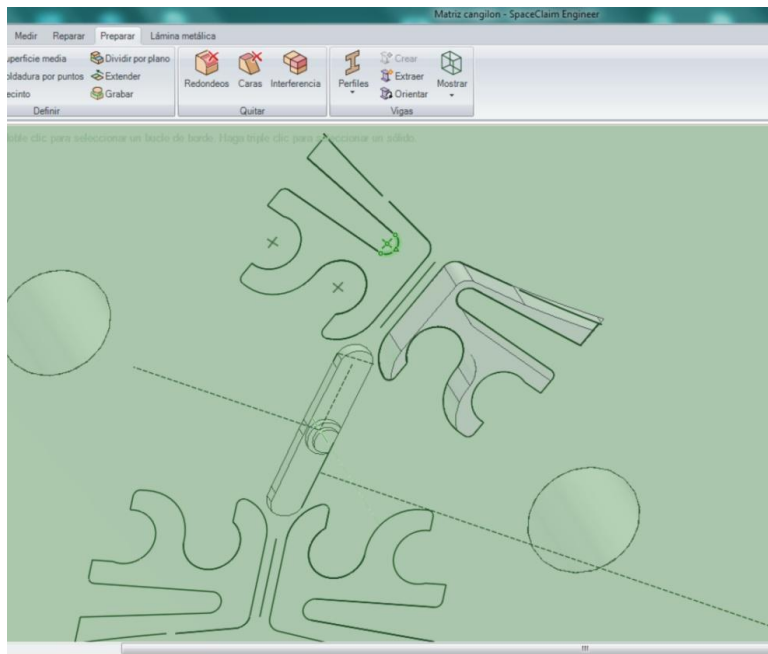


Fig. 3: Diseño tridimensional de matriz de inyección



Fig. 4: Dibujo renderizado de producto terminado

## 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen el minucioso análisis y sugerencias constructivas de los revisores del presente trabajo.

### Referencias

- (1) Aglan H. A., Ali S. F., Hands-on experiences: an integral part of engineering curriculum reform. *Journal of Engineering Education*. October 1996 (327-330)
- (2) Bedi S., Jawanda A. S., Batish A., Hands-on training and international experience in engineering education. *Annual CEEA-ACEG Conference: The Evolution of Engineering Education*, Canada. 2011
- (3) Inelmen E., Introducing freshmen students hands-on experience in engineering design. *Global Congress on Engineering Education*, Polonia. 1998
- (4) Girón P. G., La Malfa S., Ercoli L., Azurmendi V., Enseñanza de vibraciones mecánicas con énfasis en la formación práctica. Aceptado en Tercer Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica - III CAIM. Buenos Aires, 2012
- (5) American Society for Engineering Education, Creating a Culture for Scholarly and Systematic Engineering Educational Innovation. 2009. [www.asee.org/about-us/the-organization/advisory-committees/CCSSIE/CCSSIEE\\_PhaseIReport\\_June2009.pdf](http://www.asee.org/about-us/the-organization/advisory-committees/CCSSIE/CCSSIEE_PhaseIReport_June2009.pdf)
- (6) Lamancusa, J.S., Zayas J. L., Soyster A. L., Morell L., Jorgensen J., The learning factory: Industry-partnered active learning – A new approach to integrating design and manufacturing into engineering curricula. *Journal of Engineering Education* 2008. 97 (1): p. 5-11.