



Innovation in research and engineering education:  
key factors for global competitiveness

*Innovación en investigación y educación en ingeniería:  
factores claves para la competitividad global*

# ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO FACTOR INNOVADOR EN LA COMPETITIVIDAD INDUSTRIAL COLOMBIANA

Álvaro Antonio Patiño Forero, Jairo Orlando Montoya Gómez

Universidad de la Salle  
Bogotá, Colombia

## Resumen

En el desarrollo de la actividad docente en la ingeniería, aparece la necesidad de buscar la manera más eficiente de transmitir conocimientos, técnicas, normas y habilidades basándose en métodos, los cuales deben ser apoyados en el uso de espacios para el desarrollo práctico. De esta manera, fue necesario comenzar a identificar problemáticas industriales en pequeñas empresas, buscando la forma de usar los conocimientos transmitidos para mejorar la competitividad nacional del país. Sin embargo, cuando se abordan problemas reales generalmente es conveniente trabajar en equipo interdisciplinar, donde sea posible proponer ideas alrededor de una problemática. Por tanto, la generación de tecnología que permita dar solución a problemáticas puede ser desarrollada en varios espacios académicos, en este caso particular diseño de máquina y electrónico industrial. Estos espacios académicos permiten un trabajo integrador alrededor de una problemática, debido a que son asignaturas complementarias. Las estrategias utilizadas para la ejecución de estas soluciones han sido enfocadas en desarrollo de conocimiento teórico-práctico y habilidades orientadas en forma general, donde los estudiantes en trabajo independiente desarrollan sus prototipos y constantemente están indagando alrededor de la problemática dada. En la etapa final, los estudiantes proponen soluciones muy diversas que dan soluciones eficientes a problemáticas industriales del país, complementando el aprendizaje en aula y proponiendo nuevas temáticas a ser tratadas en los espacios académicos.

**Palabras clave:** innovación; estrategia de enseñanza; diseño de máquinas; electrónica industrial

## Abstract

*In the teaching engineering development it is necessary to find the most efficient way to convey knowledge, techniques, regulations as well as methods based on skills, which must be supported by using academic settings for the practical development. Thus, it was necessary to identify industrial problems in small companies in order to use such knowledge in the country national competitiveness*

*improvement. However, at the moment of dealing with the problems it is convenient to work along with an interdisciplinary team, where the members come up with ideas to solve the problem. Therefore, the generation of technology that provides solutions to the problems mentioned can be developed in two academic settings: machine design and industrial electronics. These settings allow automation programm to work together at problem solving, since they are complementary subjects. The strategies carried out for the implementation of the solutions have been not only focused on the theoretical and practical knowledge development but also on skills generally oriented, where students through an independent work and constant development their prototypes are frequently inquiring about the given problem. In the final stage, students propose very different solutions which give efficient solutions to the country industrial problems by complementing classroom learning and proposing new topics to be implemented in academic settings.*

**Keywords:** *innovation; teaching; strategy; machine design; industrial electronics*

## 1. Introducción

En la actualidad se vive en un mundo donde la realización de proyectos de ingeniería permite la solución a problemas técnicos, sociales, económicos, y de salud entre otros. En ingeniería se desarrollan temáticas alrededor proyectos, con el fin de facilitar la contextualización de teorías por parte del estudiante. Es así, como a partir de diferentes propuesta metodológicas empleadas por parte de los docentes, se logra que los estudiantes desarrollen las competencias propuestas por el programa de ingeniería en automatización, lo cual ha permitido enfocar las estrategias de enseñanza basados en la generación de proyectos integradores interdisciplinarios en cada semestre académico. Por lo que ha sido posible identificar que “hacer y construir” facilitan el aprendizaje de nuevas ideas y conceptos, base del constructivismo (Tovar A, 2001).

La experiencia de los docentes del programa y los resultados obtenidos ha permitido la aplicación de estrategia de enseñanza como es el caso del método de proyectos (Parra, 2003), aprendizaje basado en proyectos (Galeana L, 2002), lo cual permite diferenciarse de las estrategias tradicionales (Ceballos A, 2004, pág. 1). El método de proyectos nace de una visión donde los estudiantes toman una mayor responsabilidad de su aprendizaje y en donde aplican, en proyectos reales, las habilidades y conocimientos adquiridos en los espacios académicos. Además, permite a los estudiantes trabajar de manera autónoma, construir su propio aprendizaje y culminar con resultados obtenidos por ellos mismos. Esto ha permitido que los estudiantes apliquen los métodos de investigación, no por obligación sino por un compromiso necesario para el desarrollo de los proyectos, donde se emplean diferentes estrategias de estudio, participando en el proceso de planificación del propio aprendizaje. Para la aplicación del método de proyectos se deben tener en cuenta las siguientes características: a) Planteamiento de un problema real que involucre distintas disciplinas, b) espacio para que los estudiantes afiancen el método de investigación y planeen la ejecución del proyecto, c) trabajo colaborativo entre estudiante, docente y otras personas, d) empleo de espacios y herramientas (software, hardware y tecnologías de la información y de la comunicación), las cuales permiten que el estudiante vea al profesor más que como un experto, como asesor o colega en al área (Parra, 2003), (Carles M. et al, 1999).

- a) El planteamiento de un problema real consiste en la presentación escrita del problema o situación a resolver, a partir de la descripción del proyecto, propósitos a cumplir y especificaciones o reglas a tener en cuenta en la ejecución del proyecto, por ejemplo: tiempo asignado, rol de los participantes, cronograma de actividades, metodología a seguir.

- b) El espacio para que los estudiantes afiancen el método de investigación y planeen la ejecución del proyecto, involucra una etapa de análisis del problema, y planeación del proyecto donde formula unos objetivos definidos, da limitaciones al problema o situación a resolver, e identifica de las habilidades de cada uno de los actores involucrados.
- c) El trabajo colaborativo entre estudiante, docente y otras personas, se enmarca en una técnica de trabajo en que las actividades de aprendizaje se realizan en pequeños grupos, después de las indicaciones dadas por el docente. Los integrantes intercambian información, activan los conocimientos previos, promueven la investigación y se retroalimentan mutuamente (Galeana L, 2002).
- d) El empleo de espacios y herramientas, permite que el trabajo en grupo cuente con soporte tecnológico, el cual maximiza los resultados y minimiza la pérdida de tiempo e información en pro del alcance de los objetivos planteados. Por lo tanto, el empleo de TICs y espacios de laboratorio facilitan el trabajo y el seguimiento del proyecto.

## 2. Estrategia de enseñanza para soluciones innovadoras

El procedimiento seguido como estrategia para la implementación del método de proyectos, se trabaja sobre las cuatro siguientes características:

- a) Planteamiento de un problema real: para definir la temática del proyecto, se reúnen los docentes de los espacios académicos involucrados en un mismo semestre, con el objetivo de seleccionar una propuesta que tenga impacto social, aplicación industrial, soluciones a problemas de pequeñas empresas nacionales y que permita desarrollar las competencias de los estudiantes de acuerdo con cada espacio académico. Es así como por ejemplo una de las temáticas desarrolladas es: “**máquina de pelado, tajado y freído de papa**”. Este tema se seleccionó teniendo en cuenta que la papa, es el producto de mayor producción en la sabana de Bogotá y que los cultivadores solamente extraen el producto sin darle ningún valor agregado al mismo, lo cual afecta sus ingresos. Con el fin de involucrar más de un espacio académico, se ve la necesidad de incluir operaciones como el tajado y freído, los cuales permiten aplicar los conceptos de esfuerzo, sistemas de transmisión, materiales, potencia de diseño, potencia requerida, factores de seguridad, deformaciones y análisis de ingeniería, propios de diseño de máquinas y conceptos de manejo de señales analógicas y discretas, arquitecturas de control, sensores, actuadores, y programación de controladores entre otros, propios de electrónica industrial.
- b) En el espacio para que los estudiantes afiancen el método de investigación y planeen la ejecución del proyecto, el estudiante hace una búsqueda del estado del arte, análisis de alternativas y evaluación de las mismas dentro del espacio académico de diseño de máquinas. A medida que se avanza en el método de investigación, se va definiendo el diseño definitivo de la solución. Con el diseño establecido, se identifica la necesidad de indagar sobre la implementación de sensores y actuadores, que deben interactuar en forma lógica para permitir el control de la máquina. Adicionalmente, el estudiante debe realizar un plan de implementación de la solución, con las actividades a desarrollar y el tiempo requerido para cada uno de ellos.
- c) La solución al problema planteado requiere de trabajo colaborativo entre estudiantes, docente y otras personas. El estudiante consulta constantemente a los profesores, técnicos de laboratorio, estudiantes de semestres superiores y de otros semestres académicos, almacenes de venta de elementos técnicos y talleres especializados en operaciones industriales, con el fin de buscar las

mejores alternativas para la implementación del proyecto, permitiendo la propuesta de soluciones diferentes por cada grupo de trabajo.

- d) El empleo de espacios y herramientas “*hardware*” (herramientas de mecánica básica, controladores lógicos programables, variadores de velocidad, motores, entre otros) y “*software*” (autocad, solidworks, fluidsim de Festo ®, Rslogix5000 de Rockwell ®, TIA de Siemens ®, entre otros), son fundamentales para el desarrollo de los proyectos integradores, permitiendo que los estudiantes adquieran una formación en herramientas tecnológicas líderes en la automatización industrial, lo cual facilita la formación práctica y competitiva del futuro profesional. Por otro lado, los espacios académicos de diseño de máquinas y electrónica industrial, cuentan con parte teórica y práctica en igual proporción, lo que permite la contextualización de las temáticas vistas en clase con actividades realizadas en los laboratorios con el fin de generar ideas innovadoras para ser aplicadas en el proyecto. Adicionalmente, el uso de las TIC, permite al docente llevar un seguimiento de los avances y resultados de cada grupo de forma ordenada, por lo que es posible tener un mejor acercamiento con los estudiantes y el proyecto.

La figura 1 presenta la estrategia de enseñanza para la solución de problemas, donde se visualiza la ejecución de las características descritas anteriormente. La primera presenta el planteamiento del problema por parte de los docentes involucrados en los espacios académicos. La segunda presenta la planeación que realizan los estudiantes. La tercera y cuarta corresponden al trabajo colaborativo y empleo de herramientas *software* y *hardware*.



Figura 1 Estrategia de enseñanza para la solución de problemas

### 3. Resultados

La estrategia de enseñanza empleada ha logrado dar soluciones a los problemas propuestos como lo es “**máquina de pelado, tajado y freído de papa**”, en la cual se evidencia la aplicación de diferentes alternativas de solución con ideas innovadoras, aportando la implementación de nuevos modelos tecnológicos que permitan el desarrollo de la competitividad industrial colombiana. A continuación, se describe el problema planteado a los estudiantes:

*“Don José es un productor de papa de la sabana de Bogotá y desea que el producto que cultiva tenga un nuevo valor agregado para los consumidores, como lo es el pelado, tajado y el freído. Para dar solución a su problema decide contratar a estudiantes de ingeniería en automatización”*

- a) La figura 2 se presenta implementación de la primera sección del proceso, etapa de pelado, donde los estudiantes evaluaron varias alternativas como son: perforar una superficie metálica para convertirla en rugosa (a) o emplear material abrasivo comercial como lo es la lija de diferentes grados de rugosidad (b).



Figura 2 Sistema pelado de papa

- b) Para el transporte del producto, como una segunda sección del proceso se analizaron varios sistemas mecánicos para conducir la papa. La figura 3 presenta una banda transportadora que consiste en dos rodillo paralelos, donde uno de ellos está conectado a un motor y unidos mediante un material flexible que se desplaza linealmente (a). Otra opción implementada consiste en un plano inclinado para guiar e impulsar el producto, por efecto de la gravedad (b).



Figura 3 Sistema de transporte de papa

- c) En la sección de tajado se consideraron varias alternativas. La figura 4 (a) presenta la estructura implementada para producir papa tajada, donde se obtiene varias capas de papa de un solo espesor con diferente área empleando cuchillas paralelas. Las figura 4 (b) presenta una estructura para producir papa a la francesa, con una única sección y longitud variable, la cual fue implementada por medio de una matriz cuadrada de cuchillas.



a Figura 4 Sistema de tajado de papa b

- d) La figura 5 (a) presenta el proceso de freído, el cual está compuesto por una resistencia eléctrica sumergido en el aceite para el calentamiento del mismo, un recipiente en acero inoxidable para el aceite y una malla metálica que se encarga de extraer el producto con un movimiento angular. La figura 5 (b) presenta el mismo proceso con una resistencia externa que calienta el recipiente de freído y una malla metálica con movimiento angular para la extracción del producto.



a Figura 5 Sistema de freído de papa b

- e) En la figura 6 se presenta los tableros de control para el proceso, donde se observa el uso de controladores lógicos programables con sus sistemas de protección, indicación y mando manual y automático. Se puede observar el uso de diferentes estrategias para la protección e indicación del proceso automatizado.



Figura 6 Sistema de control

#### 4. Discusión de resultados

Este trabajo propone una estrategia de enseñanza basado en el método de proyectos. Esta estrategia ha permitido el desarrollo de proyectos integradores contribuyente en las metodologías de formación de estudiantes en el programa de ingeniería en automatización. La implementación de esta estrategia es presentada, por medio, de un proyecto de automatización para el pelado, tajado y freído de papa. En la primera fase del proyecto (pelado de papa) todos los estudiantes realizaron un sistema que trabajaba con fuerza centrípeta, donde realizaron pruebas de velocidad del motor y diferentes materiales para el pelado, con el objetivo de evaluar el desempeño del sistema. En la segunda fase del proyecto (transporte) se evaluaron diferentes sistemas e inclinaciones, con el fin de evaluar el consumo de energía y el desplazamiento de la materia prima. En la tercera fase (Tajado) se realizaron pruebas de fuerza para el tajado, identificándose que fue la etapa de mayor dificultad y la de mayor tiempo demandado para su implementación. En la tercera fase (freído) se evaluaron los costos asociados y la seguridad en la compra del sistema térmico, además se diseñó un sistema para la extracción de la papa. Los resultados obtenidos con los diferentes grupos de trabajo presentaron similitud en cuanto al principio físico utilizado para la solución del problema y la ubicación dentro del proceso. En la última fase (control) se propusieron varios algoritmos de control, se evaluaron diferentes alternativas en el uso de la instrumentación, haciendo la caracterización de cada sensor y actuador, con el fin de seleccionar los instrumentos adecuados para el sistema sin dejar a un lado la seguridad del proceso, del producto y del personal asociado al proceso.

#### 5. Conclusiones

Los resultados del proyecto permitieron concluir:

- El método de proyecto ha permitido ajustarse con las necesidades del programa de ingeniera en automatización.
- Los costos asociados del proyecto, espacio, recursos disponibles y el tiempo requerido para su ejecución, son variables que se deben evaluar por parte de los docentes antes de plantear el problema.

- La aplicación de la estrategia de enseñanza basada en proyectos ha permitido que el estudiante se apropie de los conocimientos teóricos con mayor facilidad, empiece asumir responsabilidades colectivas, organizar sus actividades y/o liderar o contribuir con su trabajo al alcance de un objetivo.
- El estudiante se apropia del trabajo que realiza, permitiendo proyectar posibles implementaciones a un nivel comercial, donde pueda contribuir con ideas en la creación de nuevas empresas con un ingrediente innovador en sus productos.

## 6. Referencias

### Artículos de revistas

- Galeana, L. (2002). Aprendizaje basado en proyectos. Universidad de Colima - México, pp. 17.

### Libros

- Carles, M. Montserrat, C. Merce C. y Montserrat M. (1999). Estrategias de enseñanza y aprendizaje – Formación del profesorado y aplicación en la escuela. Editorial GRAÓ, Barcelona., pp. 26.
- Parra, D. (2003). Manual de estrategias de enseñanza / aprendizaje. Ministerio de protección social y Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Medellín., pp. 120.
- Tovar, A. (2001). El constructivismo en el proceso enseñanza aprendizaje. Instituto Politécnico Nacional, México., pp. 111.

### Fuentes electrónicas

- Ceballos, A. Universidad abierta. (2004, Septiembre). La escuela tradicional. Consultado el 8 de mayo de 2013 [http://www.universidadabierta.edu.mx/Biblio/C/Ceballo%20Angeles-Esc Tradicional](http://www.universidadabierta.edu.mx/Biblio/C/Ceballo%20Angeles-Esc%20Tradicional)

### Sobre los autores

- **Álvaro Antonio Patiño Forero:** Ingeniero en Automática industrial, Máster en Sistemas Mecatrónicos, de la Universidad de Brasilia. Profesor Asistente. [alapatino@unisalle.edu.co](mailto:alapatino@unisalle.edu.co)
- **Jairo Orlando Montoya Gómez:** Ingeniero Electromecánicos, Máster en ingeniería mecánica, de la Universidad de Los Andes. Profesor Asistente. [jamontoya@unisalle.edu.co](mailto:jamontoya@unisalle.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)