



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

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

# IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE AULA COMO ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS Y PERMANENCIA ACADÉMICA EN EL CURSO DE INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA

Beatriz Cardozo Arrieta, Mauricio Barrios Barrios, Mauricio Márquez Santos

Universidad Autónoma del Caribe  
Barranquilla, Colombia

## Resumen

En el contexto de la Educación Superior contemporánea es pertinente considerar la utilización de estrategias pedagógicas que reúnan características idóneas de cumplimiento al modelo pedagógico institucional junto con la certeza de la apropiación significativa de los saberes. Por lo tanto la Universidad Autónoma del Caribe busca implementar procesos de enseñanza-aprendizaje que promuevan la integración del docente con el estudiante, además de los recursos, ambientes, metodologías y contenidos, para realizar acciones y actividades pedagógicas frente a *situaciones problemas*. Un aspecto esencial en el proceso de formación integral de los estudiantes de ingeniería de primer semestre es el concerniente a conocer el origen de su profesión, las áreas en las que se divide y las aplicaciones en la industria. Lo anterior justifica la inclusión de un curso común dentro de los currículos de los programas de la Facultad de Ingeniería que fortalezca la identificación del estudiante con su carrera. Para lograr lo anterior y teniendo en cuenta que dentro del curso coexisten estudiantes de diferentes programas se propone el proyecto de aula denominado *Diseño y construcción de un manipulador de dos grados de libertad*, éste persigue la implementación del proceso de diseño de ingeniería para la resolución de problemas, de manera interdisciplinaria. De esta forma se pretende que los estudiantes desarrollen las competencias propias del curso y a su vez se utilice como estrategia didáctica y motivacional, que apunte a la disminución de la deserción temprana de la población estudiantil.

**Palabras clave:** enseñanza; aprendizaje; formación

## Abstract

*In the context of contemporary higher education is relevant to consider the use of pedagogical strategies that best meets compliance characteristics of the institutional pedagogic model with the certainty about*

*appropriation of knowledge. Therefore, Autonomía del Caribe University seeks to implement teaching-learning processes that they promote the integration between teacher and student and moreover resources, environments, methodologies and content educational activities for taking actions and pedagogical strategies for coping situations problems. An essential aspect in the process of integral formation of engineering students since first semester is concerning to the origin of their profession, the areas in which it divides and industrial applications. This justifies the inclusion of a common course in the curriculum of the programs of the Faculty of Engineering for strengthen the student's identification with his career. In order to achieve the previous and considering that students coexist within a course from different programs so that is proposed a classroom project called Design and development of a manipulator with two degrees of freedom, this with goal of training through the implementation of the engineering design process to solve problems in an interdisciplinary way. Thus it is intended that students develop the competences of the course and in turn is used as a teaching strategy and as motivational point to decreasing early dropout of the student population.*

**Keywords:** *teaching; learning; training*

## 1. Introducción

En los últimos años, Colombia ha presenciado cómo se incrementa el interés y la vinculación de su población a la educación superior. De hecho, las tasas de cobertura han crecido en 10 puntos, pasando del 25.6% en 2003 al 35.5% en 2009 (MEN, 2010), lo anterior significa que las universidades reciben más estudiantes, pero con factores de riesgo alto para desertar por motivos tales como: deficiencia académica, situación socio-económica o inmadurez (menores de edad). Desde el momento en que el Ministerio de Educación Nacional viene realizando una medición por cohortes a nivel nacional de manera regular y homogénea, las tasas de deserción del sistema se han ubicado entre el 45% y el 50%, lo que significa que cerca de uno de cada dos estudiantes que ingresan al sistema no culmina sus estudios (Guzmán, C. et al., 2009). Se ha descubierto que una causa de la deserción temprana de estudiantes es la formación de expectativas equivocadas sobre las condiciones de vida académica y estudiantil en el medio universitario, la falta de adaptación por parte del estudiante al ambiente institucional y la ausencia de compatibilidad entre sus intereses o preferencias y las exigencias de la vida académica (Tinto, 1989).

De otra parte el modelo pedagógico dialógico de carácter sistémico-holístico de la Universidad Autónoma del Caribe estimula la utilización de procesos de enseñanza-aprendizaje caracterizados en la integración de docentes, estudiantes, recursos, ambientes, metodologías y contenidos, entre otros, para realizar acciones y actividades pedagógicas frente a situaciones problemáticas que se derivan de los núcleos temáticos que se desarrollan en las diferentes disciplinas (Universidad Autónoma del Caribe, 2009).

Dentro de los planes de estudio de los programas pertenecientes a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Caribe se encuentra en el primer semestre el curso *Introducción a la Ingeniería*; en este se pretende que el estudiante desarrolle competencias hacia la integralidad en el conocimiento sobre el origen de sus profesiones, las áreas en las que se dividen y las aplicaciones en la industria. Este escenario académico es fundamental para articular los intereses y las expectativas del estudiante de ingeniería con aspectos concernientes a su futura profesión. En este trabajo abordaremos una estrategia pedagógica conocida como *proyecto de aula*, que será aplicada a un curso de *Introducción a la Ingeniería*.

## 2. Proyecto de aula

La UNESCO define un proyecto como toda actividad práctica y significativa, con valor educativo, orientada a uno o varios objetivos de comprensión precisos. Implica investigaciones, resolución de problemas y, muchas veces, el uso y la manipulación de objetos concretos. Tal actividad es planificada y llevada a cabo por los alumnos y el docente en un contexto natural y real (UNESCO, 2005).

Los proyectos de la educación moderna se encaminan a dar una particular atención a los materiales que pueden ser más relevantes para mejorar el desarrollo de los estudiantes respecto al pensamiento y otros procesos mentales superiores, como son la toma de decisiones, la metacognición, la resolución de problemas, el pensamiento crítico, el pensamiento creativo y la comunicación con razonamiento. Dichos aspectos deben ser considerados en el diseño del currículum con la intención de incluirlos de manera explícita y consciente para la planeación de las clases, permitiendo la organización óptima de lo que se enseña (facilitando el aprendizaje) y asegurando así su institucionalización en el proceso enseñanza-aprendizaje (López, 2000).

Desde la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Caribe se ha decidido en consenso adoptar la estrategia de proyectos de aula como la actividad de carácter pedagógico insigne y diferenciadora, propicia para estimular la participación activa de los estudiantes dentro de su proceso de aprendizaje; además de incitar la investigación, la utilización de recursos tecnológicos y el trabajo colaborativo.

Los proyectos de aula surgen a partir de una situación problémica que conduce a una investigación, "todo proceso problémico es un proceso investigativo" (Álvarez de Zayas, 1996). Sin embargo estos proyectos tributan tanto a la docencia, como a la investigación y a la proyección social y se destacan en su puesta en marcha tres momentos básicos: la contextualización, lo metodológico y lo evaluativo. En la contextualización, se estipula el problema, el objeto, el objetivo y los conocimientos. En lo metodológico se relaciona el método, el grupo y los medios. En lo evaluativo se certifica el logro del objetivo mediante la solución del problema que dirige el diseño de los proyectos y se indican los resultados.

## 3. Metodología

Dos factores importantes a tener en cuenta para la propuesta de un proyecto de aula en el curso *Introducción a la Ingeniería* son, en primer lugar este curso está diseñado para todos los programas de la Facultad de ingeniería de la Universidad Autónoma del Caribe de forma tal que en un mismo aula se encuentran estudiantes de Ingeniería Mecánica, Industrial, Sistemas, Electrónica, Materiales y Mecatrónica, por lo tanto el tema que se proponga debe interesar a todos; en segundo término, este curso está ubicado en el primer semestre de cada plan de estudio, por lo tanto el desarrollo de este trabajo no debe exigirle al estudiante conceptos y destrezas que aun no ha desarrollado de sus respectivas profesiones. Ante este panorama se decidió en primer lugar ejecutar tres acciones que deberían arrojar luces sobre el trabajo a desarrollar. En primer lugar a través de una encuesta se indagará el tema de preferencia de los estudiantes, en segunda instancia se revisará en documentos de asociaciones nacionales e internacionales de ingeniería las características en común que debe poseer un ingeniero contemporáneo y por último se examinará los fundamentos curriculares de cada uno de los programas para determinar núcleos problémicos, competencias y ejes transversales en común.

En la figura 1 se presenta el resultado de la encuesta ejecutada a los estudiantes, en ésta se les solicitaba relacionar la ingeniería con una acción (verbo) y con un área de trabajo. Al analizar los resultados se obtuvo las siguientes decisiones.

Figura 1. Resultado de encuestas a estudiantes

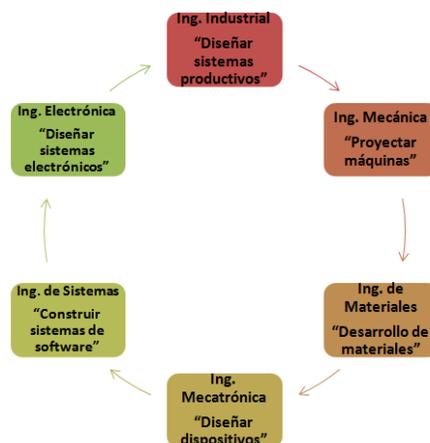


Por otro lado, la comisión de acreditación de ingeniería (ABET por sus siglas en inglés) estipula una serie de competencias que los estudiantes de ingeniería deben alcanzar (ABET, 2009). De estas se extraen dos que pueden servir de fundamento para definir el proyecto de aula del curso:

- Capacidad de diseñar y llevar a cabo experimentos, así como para analizar e interpretar los datos.
- Capacidad de funcionar en equipos multidisciplinarios.

Adicionalmente, la revisión de los documentos curriculares de los programas arrojó como elemento en común la acción de diseñar, la figura 2 sintetiza en una frase como inicia la redacción de una de las competencias de cada programa de la Facultad.

Figura 2. Competencias en común dentro de los programas de ingeniería



Finalmente se acordó adoptar la definición de ingeniería que relaciona esta profesión con la acción de diseñar bajo restricciones. El ingeniero diseña dispositivos, componentes, subsistemas y sistemas, y crea diseños exitosos (NRC, 2004).

#### 4. Manipulador hidráulico

Se han desarrollado diversas metodologías para llevar a cabo el proceso de diseño de la solución de un problema la cual deba enfrentarse un ingeniero, para este caso en específico el estudiante seguirá las actividades que se presenta a continuación: (Grech, 2001)

1. Definición del problema que se va a resolver.
2. Establecimiento de los criterios para escoger la mejor solución, así como las restricciones o limitaciones que se deben cumplir.
3. Búsqueda de información pertinente.
4. Generación de la mayor cantidad de soluciones posibles.
5. Análisis y descarte de las soluciones que no son viables.
6. Selección de la mejor solución entre las que quedaron.
7. Especificación de la solución escogida para su producción o manufactura.
8. Comunicación escrita sobre la solución escogida.

Para la elaboración del proyecto, inicialmente se agruparon estudiantes de manera interdisciplinaria (diferentes programas de ingeniería), los cuales debían cumplir una función específica.

Se le entrega documento con la problemática expuesta, de manera que el estudiante pueda diseñar y construir un manipulador hidráulico con una como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Manipulador hidráulico



El manipulador debe ser de dos grados de libertad accionados con elementos hidráulicos y además acoplar una pinza para el agarre de piezas. Para efectos de prueba se debe agarrar una esfera de papel y transportarla de un lugar a otro para dejarla en una cesta. Adicionalmente se informa sobre las especificaciones en cuanto a los materiales sugeridos para la elaboración del mismo, así como el presupuesto asignado para la consecución del diseño propuesto.

El docente debe realizar el seguimiento en cada una de las actividades o etapas propuestas para el diseño del manipulador hidráulico, la cual se realiza a través de la entrega de un primer avance, así como de las evidencias fotográficas de la elaboración del mismo.

Para la evaluación final del proyecto los grupos deben sustentar las etapas del diseño propuesto, a cargo del ingeniero líder ante un jurado, así como presentar el diseño terminado el cual debe cumplir con las pruebas anteriormente mencionadas. Igualmente debe entregar un reporte escrito que contenga:

- Descripción operacional verbal y a través de diagramas de flujo
- Diagrama de bloques de la solución implementada
- Presupuesto.
- Planos y descripción de cada pieza.

Adicional a lo anterior se efectuará una encuesta a los estudiantes para registrar la percepción de estos durante la elaboración, diseño y sustentación del proyecto, así como la importancia del rol desempeñado para la finalización del mismo. Se dividirá el instrumento en tres tipos de pregunta: A) durante la elaboración del proyecto, B) el proceso de diseño en ingeniería y C) permanencia académica.

Para garantizar el proceso del diseño por parte de los estudiantes, se realizará una orientación del mismo a través de la presentación en clase de un prototipo similar, explicando las características del mismo y resolviendo las inquietudes presentadas por los estudiantes. También se desarrollará por parte de los docentes un protocolo de trabajo donde se presentan los principales elementos necesarios, además de sugerencias para la elaboración del proyecto.

De igual manera el seguimiento del proceso de diseño del manipulador hidráulico, se apoyará con estrategias de permanencia académica institucionales como lo son las tutorías por parte de los docentes involucrados y los espacios físicos disponibles en la institución para la realización del mismo (laboratorios).

## 5. Conclusiones

La estrategia pedagógica del proyecto de aula implementada por los Programas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Caribe realizado en el seno de un curso de *Introducción a la ingeniería* consiguió generar una cultura hacia el trabajo colaborativo y la responsabilidad compartida, a través del juego de roles y el respeto a una metodología alrededor del quehacer ingenieril.

Los docentes que reciben a estudiantes de primer semestre de cualquier programa de ingeniería de la institución insisten en señalar lo difícil que resulta articular las expectativas del estudiante con lo que enfrentan académicamente, una razón que aluden los desertores tempranos de esta clase de programas es el choque que experimentan con cursos cargados de contenidos matemáticos, físicos y químicos, y poco trato con aspectos relacionados de forma directa con la profesión que eligieron. Este curso de *Introducción a la ingeniería* se erige como una opción real para enganchar al estudiante dentro de un contexto válido de actuación frente a la solución de problemas de la ingeniería.

## 6. Referencias

- Álvarez de Zayas, Carlos (1996). *Hacia una escuela de excelencia*. Segunda edición. Editorial academia. La Habana, Cuba.
- Engineering Accreditation Commission, ABET (2009). *Criteria for accrediting engineering programs*. ABET, Inc. Baltimore, pp.3.

- Grech Mayor, Pablo (2001). Introducción a la ingeniería: un enfoque a través del diseño. Editorial Pearson. Bogotá.
- Guzmán, C. et al. (2009). Deserción estudiantil en Educación Superior colombiana. Metodología de seguimiento, diagnóstico y elementos para su prevención. Ministerio de Educación Nacional, Bogotá, D.C., pp. 67.
- López, B. (2000). Pensamiento crítico y creativo. *Universidad Virtual, Tercera reimpresión*. México, Trillas. ITESM, 5-65.
- Ministerio de Educación Nacional, MEN (2010). Boletín informativo no.14. Consultado el 26 de abril de 2013 en: [http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articulos-254702\\_boletin\\_14.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articulos-254702_boletin_14.pdf)
- National Research Council, NRC (2004). *The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century*. The National Academies Press. Washington, DC.
- Tinto, V. (1996). *Restructuring the First Year of College. Planning for Higher Education*, 25, 1- 6.
- UNESCO (2005). Sistema Documentario del Proyecto "Implantación y Puesta en Marcha de un Centro Piloto de Formación Técnica y Tecnológica en Colombia". Guía Pedagógica. Instituto Colombiano Para el Fomento de la Educación Superior. Instituto de Educación Técnica Profesional de Roldanillo, Valle.
- Universidad Autónoma del Caribe, UAC (2009). Proyecto Educativo Institucional. Acuerdo No. 805-06, pp.16.

### Sobre los autores

- **Beatriz Cardozo Arrieta:** Ingeniera de materiales opción polímeros, Especialista en Gestión Ambiental, MsC(c) en Ciencias Ambientales. Profesor Tiempo Completo de la Universidad Autónoma del Caribe. [bcardozo@uac.edu.co](mailto:bcardozo@uac.edu.co)
- **Mauricio Barrios Barrios:** Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones, Especialista en Informática y Telemática, MsC en Ing. Biomédica. Director del Programa de Ingeniería Mecatrónica. [mbarrios@uac.edu.co](mailto:mbarrios@uac.edu.co)
- **Mauricio Márquez Santos:** Ingeniero Mecánico, Especialista en Ingeniería de Procesos Industriales, Magíster en Educación. Profesor Tiempo Completo de la Universidad Autónoma del Caribe. [mmarquez@uac.edu.co](mailto:mmarquez@uac.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)