



Una formación de calidad  
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias  
15 al 18 de Septiembre de 2015

# NÚCLEO COMÚN DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA: UNA PROPUESTA DE INNOVACIÓN CURRICULAR ORIENTADA HACIA EL APRENDIZAJE ACTIVO

**Bell Manrique Losada, Lillyana María Giraldo Marín, Gloria Piedad Gasca Hurtado, María Clara Gómez Álvarez, Marta Silvia Tabares Betancur, Sandra Isabel Arango Vásquez**

**Universidad de Medellín  
Medellín, Colombia**

## **Resumen**

Los cambios tecnológicos, los nuevos enfoques de pensamiento y la concepción de aprendizaje de los estudiantes hoy en día, llevan a establecer cambios que obligan a repensar constantemente el currículo y a generar nuevas formas de diseño educativo que se conocen actualmente como innovación curricular. En la estructura curricular de los programas profesionales de Ingeniería en el país, las *Ciencias Básicas de Ingeniería (CBI)* se reconoce como un área de formación que está ubicada entre el área de Ciencias Básicas y el área de Ingeniería Aplicada. Por la naturaleza que tiene la ingeniería, la formación en esta disciplina implica la conexión y comprensión de los problemas reales del medio y el uso de creatividad para el diseño de soluciones efectivas, obligando altos niveles de trabajo práctico de los estudiantes tanto en equipo como de forma autónoma. De esta manera, los procesos de innovación curricular deben estar alineados por la innovación en los procesos didácticos, en términos de metodologías, estrategias y técnicas. Esta alineación articula y dinamiza el proceso de formación de los estudiantes y promueve el vínculo entre la formación conceptual y los ejercicios prácticos que se desarrollan en cada programa de formación en ingeniería. En este trabajo se presenta una propuesta de núcleo común de competencias en CBI, como producto principal de un proceso de innovación curricular que se viene adelantando en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Medellín. Este proceso se ha enmarcado en la metodología Ciencia Basada en el Diseño y se ha alineado con la fundamentación y principios de la iniciativa CDIO. Este núcleo común de formación propuesto para el área de CBI de la Facultad de Ingeniería se diseña basado en competencias, se alinea con los resultados de aprendizaje de CDIO y ABET, y finalmente se alcanza con el diseño de estrategias de aprendizaje activo identificadas como clave para el desarrollo de las competencias.

Se espera que después de su aplicación y validación en el aula, se pueda adaptar a cualquier facultad de ingeniería del país.

**Palabras clave:** ciencias básicas de ingeniería; innovación curricular; aprendizaje activo

### **Abstract**

*Technological changes, new approaches for thinking, and current conception of learning student, lead to establish changes which force to constantly rethink the curriculum and generate new forms of educational design. Currently, such a form is known as curriculum innovation. In the curricular structure of professional engineering programs in Colombia, Basic Engineering Sciences (BES) is recognized as a training area, sorted between the areas of Basic Sciences and Applied Engineering. Due to the nature of engineering, the training in such discipline involves the connection and understanding of real problems and the usage of creativity to design effective solutions. Such training requires high levels of practical work from students, both in teams and independently. Thus, curricular innovation processes must be aligned with innovation in learning processes in terms of methodologies, strategies, and techniques. The alignment assembles and invigorates the process of students' training and promotes the link between conceptual training and practical exercises developed in every engineering program. In this paper, a common core of skills in basic engineering sciences is proposed as the main product of a curricular innovation process. Such a process is taking place at the Faculty of Engineering at University of Medellin, and it has been framed in the Design-Based Science methodology through cycles of relevance, rigor, and design. It has also been aligned with the foundations and principles of the CDIO Initiative. This training proposal of common core for the BES area of the Faculty of Engineering is designed based on competences, is aligned with the learning outcomes of CDIO and ABET, and finally is achieved through the design of active learning strategies, identified as the key for the skills development. Hence, it is expected that after application and validation in the classroom, the common core can be adapted to any Faculty of Engineering in the region and in the country.*

**Keywords:** basic engineering sciences; curricular innovation; active learning

## **1. Introducción**

La educación en ingeniería en el contexto global, requiere de innovadoras y mejores formas de transferir el conocimiento, donde el estudiante sea el centro del proceso de aprendizaje (Ezeiza, 2010). Es urgente generar nuevas formas de diseño educativo que se conocen actualmente como innovación curricular. Es así que la educación por competencias, la definición de las ciencias básicas, el currículo flexible, las tutorías, el aprendizaje basado en problemas y casos, la formación en la práctica, el currículo centrado en el aprendizaje del alumno y otros más, se han aglutinado bajo la etiqueta de modelos innovadores (Díaz, 2010).

En la estructura curricular de los programas profesionales de Ingeniería en el país, las *Ciencias Básicas de Ingeniería (CBI)* se reconoce como un área de formación que está ubicada entre el área de Ciencias Básicas y el área de Ingeniería Aplicada. Por la naturaleza que tiene la ingeniería, la formación en esta disciplina implica la conexión y comprensión de los problemas reales del medio y el uso de creatividad para el diseño de soluciones efectivas, obligando altos niveles de trabajo práctico de los estudiantes, tanto en equipo como de forma autónoma. De esta manera, los procesos de innovación curricular deben estar alineados por la innovación en los procesos didácticos, en términos de metodologías, estrategias y técnicas. Esta alineación articula y dinamiza el proceso de formación de los estudiantes y promueve el vínculo entre la formación conceptual y los ejercicios prácticos que se desarrollan en cada programa de formación en ingeniería.

El objetivo de este artículo es presentar una propuesta de núcleo común de competencias en CBI, como producto principal de un proceso de innovación curricular que se viene adelantando en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Medellín. La metodología de investigación seleccionada para abordar esta propuesta es la de Ciencia Basada en el Diseño, por su sigla en inglés *Design Science in Information Systems Research* (Hevner A. , 2010), que tiene como objetivo contribuir a la solución de problemas relevantes, al mismo tiempo que se hacen aportes significativos a un área del conocimiento mediante el análisis de problemas del mundo real de una manera novedosa. Asimismo, este núcleo común de formación propuesto para el área de CBI de la Facultad de Ingeniería se diseña basado en competencias, se alinea con los resultados de aprendizaje de CDIO (de la abreviatura en inglés para *Conceive, Design, Implement, and Operate*) (CDIO, 2013) y ABET (2013), y finalmente se alcanza por medio del diseño de estrategias de aprendizaje activo identificadas como clave para el desarrollo de las competencias. Se espera que después de su aplicación en el aula y validación, se pueda adaptar a cualquier facultad de ingeniería de la región y el país.

Este artículo se estructura de la siguiente forma: en el siguiente apartado se presenta la fundamentación conceptual donde se presentan los conceptos básicos en los que se enmarca este trabajo tales como la definición de CBI, el diseño basado en competencias y el marco de fundamentación en competencias. En el siguiente apartado se presenta la propuesta del núcleo común para ciencias básicas de ingeniería, donde se describe la estructura del núcleo y se describe una aproximación didáctica para dicho núcleo de competencias. Finalmente, se presentan las conclusiones y el trabajo futuro de esta propuesta.

## 2. Fundamentación Conceptual

### Ciencias Básicas de Ingeniería

Las ciencias básicas de ingeniería (CBI) es un término que apropia a las áreas de conocimiento mínimas en las cuales un ingeniero debe ser formado. En la mayoría de ocasiones al hablar de las CBI se identifican las ciencias puras como la física, la química y las matemáticas. Sin embargo, las CBI implican el uso de las ciencias puras o

básicas (bases de física y matemática de la ingeniería), en función de la tecnología de las máquinas y la labor práctica de solución de problemas (UNESCO, 2015). En el cuerpo de conocimientos que define la Sociedad Nacional de Ingenieros profesionales de Estados Unidos, las CBI se definen desde las *capacidades* que un ingeniero debe desarrollar (lo que se espera que un ingeniero haga en el momento de entrada en la práctica profesional). Por ejemplo, la *capacidad de diseño de ingeniería*, la cual se centra en la elaboración de un sistema para satisfacer las necesidades deseadas, implica un proceso de toma de decisiones en el que las ciencias básicas, las matemáticas y las ciencias de la ingeniería se aplican para convertir los recursos de manera óptima y satisfacer estas necesidades establecidas (National Society of Professional Engineers, 2013).

Cada facultad de ingeniería debe asegurar que en el currículo de los programas de ingeniería se dedique la atención y el tiempo adecuado para cada componente de formación: el profesional, el de ciencias básicas y el de ciencias básicas de ingeniería. Para ABET estas últimas consisten en ciencias de la ingeniería y diseño de ingeniería adecuadas para el campo de estudio específico del estudiante, tienen sus raíces en las matemáticas y las ciencias básicas, pero proporcionan un puente entre ellas y llevan el conocimiento más hacia la aplicación creativa (ABET, 2014).

### **Diseño basado en competencias**

El eje de la formación profesional es el desarrollo de capacidades que constituyan la base de desempeño en los ámbitos laborales y académicos. De acuerdo a Ibáñez (2007), el propósito de la educación superior es el desarrollo de competencias individuales, por lo cual los planes de estudio deben constituir medios para la formación gradual y sistemática de estas competencias. De aquí surge la orientación hacia el diseño curricular o planeación del currículum basado en competencias. Un currículo basado en competencias, según Vargas (2008): i) considera la forma de aprender; ii) concede mayor importancia a desarrollar la forma de aprender, que a asimilar conocimientos; y, iii) logra mayor pertinencia y flexibilidad que otros enfoques basados en disciplinas o especialidades.

La necesidad de enseñanza de ingeniería debe tener la capacidad de inculcar en sus graduados competencias y habilidades de diversas áreas. Desde las definiciones que hace la institución de ingenieros de Australia, para que los ingenieros funcionen eficazmente en un medio ambiente multidisciplinario, describe un conjunto de competencias, habilidades y características que un ingeniero mínimamente debe adquirir durante sus estudios de pregrado y posteriormente ser reflejado en su desempeño profesional (Engineers Australia, 2013). Estas áreas deben pasar por las ciencias sociales, negocios y gestión, hasta las de computación, tecnología, matemáticas y ciencias (Nguyen, 1998).

Por su parte CDIO define como competencias básicas del ingeniero las siguientes: pensamiento ingenieril, pensamiento científico y pensamiento sistémico. Adicional a estas, los ingenieros deben poseer atributos que manifiesten la integridad profesional y comportamiento profesional, rasgos de carácter de iniciativa y perseverancia, los modos más genéricos de pensamiento creativo y crítico, así como las habilidades y

actitudes necesarias para planificar la carrera por sí mismo, hacer inventario personal (saber sus fortalezas y debilidades), curiosidad y el aprendizaje permanente, y gestión del tiempo. (CDIO, 2013). De manera similar ABET describe las competencias mínimas que deben tener los programas de ingeniería (Passow, 2007), dándole gran importancia además de las definidas por CDIO y algunas transversales a cualquier programa profesional, la capacidad de: formular y resolver problemas de ingeniería, entender el impacto de las soluciones propuestas, diseñar y realizar experimentos, utilizar técnicas, habilidades y herramientas modernas de ingeniería, y diseñar sistemas para satisfacer necesidades específicas.

### **Marco de Fundamentación de la propuesta**

Los referentes claves considerados para el diseño curricular basado en competencias para el núcleo común en Ciencias Básicas de Ingeniería, son los siguientes:

*Marco general de Competencias de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI):* esta entidad viene proponiendo un marco general de competencias a partir de referentes internacionales buscando una clasificación acorde con las necesidades actuales del país (ACOFI, 2010). En este marco general se plantean competencias específicas y competencias derivadas para cada competencia específica. Ejemplo: para la competencia específica *Capacidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que cumplan con especificaciones deseadas* se tienen como competencias derivadas: i) capacidad creativa, ii) capacidad de integración de perspectivas, iii) capacidad de diseñar y dirigir experimentos y iv) capacidad para usar herramientas y tecnologías.

*ABET - Accreditation Board for Engineering and Technology:* esta agencia de acreditación internacional de programas en ciencias aplicadas, computación e ingeniería define un conjunto de criterios de acreditación y once salidas de aprendizaje esperadas en los estudiantes que culminan su formación en ingeniería tales como: i) aplicar conocimiento de matemáticas, ciencias e ingeniería, ii) diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar datos, iii) trabajar en equipos multidisciplinarios, entre otras (ABET, 2010).

*CDIO - Conceiving, Designing, Implementing, Operating (2013):* esta iniciativa busca lograr en la educación en ingeniería un balance entre el conocimiento en ciencias y matemáticas y las prácticas de ingeniería. De esta manera los estudiantes son formados en un contexto de creación de sistemas y productos a través de la aplicación del ciclo concebir, diseñar, implementar y operar dando respuesta a las necesidades de la industria. CDIO plantea un *syllabus* donde se definen las salidas de aprendizaje esperadas en los ingenieros que se clasifican en cuatro grupos: i) conocimiento técnico; ii) habilidades personales y profesionales; iii) habilidades interpersonales; y iv) habilidades para concebir, diseñar, implementar y operar sistemas en contextos específicos.

*Proyecto Tuning AL (2013):* este proyecto orientado a la colaboración entre las instituciones de educación superior de América Latina generó una propuesta de competencias genéricas para diferentes programas profesionales y competencias

específicas en las áreas temáticas. En el caso de ingeniería plantea un conjunto de veintisiete competencias genéricas como: i) capacidad de abstracción, análisis y síntesis, ii) capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, iii) capacidad de trabajo en equipo y iv) capacidad creativa.

*NAE 2020 – Educating the Engineer of 2020*: este proyecto de la Academia Nacional de Ingeniería de Estados Unidos define las competencias que le permitirán a un ingeniero ser exitoso en el año 2020. Estas competencias incluyen aspectos como capacidad analítica, creatividad, comunicación efectiva, liderazgo, profesionalismo y capacidad para el aprendizaje continuo durante toda la vida (NAE, 2010).

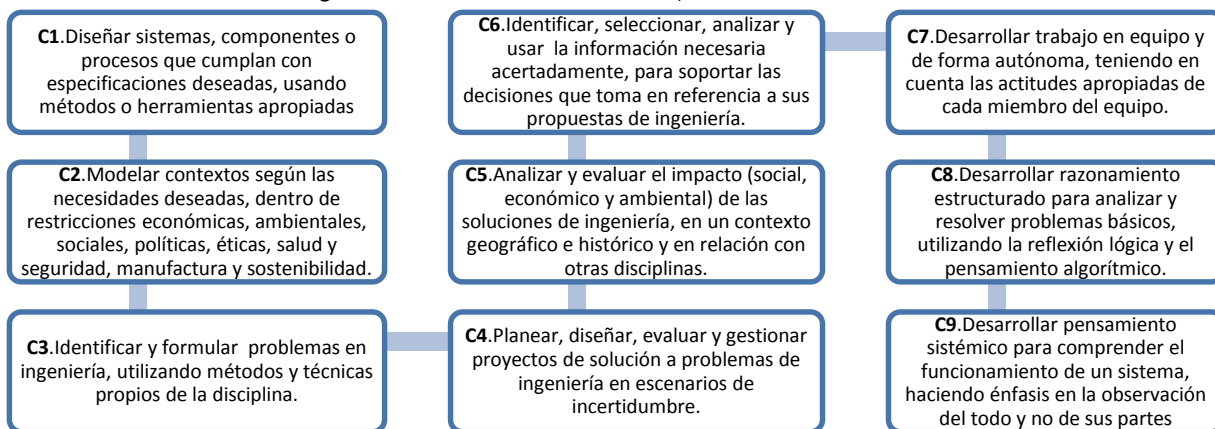
### 3. Propuesta de Núcleo Común para Ciencias Básicas de Ingeniería

El diseño de procesos de formación en ingeniería a nivel pregrado requiere integrar la orientación por competencias con el análisis de diferentes escenarios, tales como: los procesos de formación en las instituciones, el área de desempeño en el entorno laboral y las características desarrolladas por el individuo a lo largo de su vida profesional. Los programas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Medellín son estructurados por medio de componentes de formación: Componente de Ciencias Básicas, Componente de Ciencias Básicas de Ingeniería, Componente de Ciencias Humanas, y Componente Profesional.

El componente de *Ciencias Básicas de Ingeniería (CBI)* es el marco de trabajo de la presente propuesta, el cual está conformado por: el *Núcleo común en CBI* que comprende el conjunto de competencias comunes a todos los programas de ingeniería, que deberá ser implementado de la misma manera en cada plan de formación, y las *electivas de CBI*, que contiene las competencias y cursos electivos que cada programa de Ingeniería debe diseñar de manera particular, según su disciplina profesional.

El *núcleo común en CBI* comprende el conjunto de competencias que se han identificado como comunes para la formación de cualquier ingeniero en el área de *ciencias básicas de ingeniería*. Para definir este núcleo, se desarrollaron las siguientes etapas: i) aplicación de encuestas para identificar el nivel de conocimiento de los docentes de la facultad sobre las asignaturas y competencias en CBI; ii) análisis de contenidos curriculares de las asignaturas de CBI de los programas de la facultad, para identificar las competencias a desarrollar y el porcentaje de las asignaturas que se orientan con estrategias tradicionales y activas; y iii) análisis de los siguientes estándares internacionales de competencias para la formación de estudiantes de ingeniería: ABET (2010), CDIO (2013), NAE (2010), TUNING-AL (2013). Como producto de las etapas descritas, se propone el siguiente objetivo para el *núcleo común en CBI*: '*aplicación creativa del conocimiento de las Matemáticas y las Ciencias Naturales que le permiten la construcción de una base conceptual para la solución de problemas de Ingeniería y la conexión con el área de ingeniería aplicada*'. Para lograr este objetivo, se proponen las competencias comunes de la Figura 1.

Figura 1. Núcleo común de competencias en CBI



Cada competencia ha sido diseñada estructuralmente siguiendo la propuesta de Hernández (2012), en términos de: **i.** la acción precisa que debe ser desarrollada por el alumno; **ii.** el sujeto o elemento sobre el que recae dicha acción; **iii.** el complemento que caracteriza más al objeto; y **iv.** la condición/enunciado que describe la forma de realizar la acción. Además, ha sido especificada en términos de conocimientos, habilidades y actitudes/valores, como se muestra a modo de ejemplo en la Tabla 1 para la competencia C1.

Tabla 1. Ejemplo de Especificación de Competencia

Descripción	i(Diseñar) ii(sistemas o procesos) iii(que cumplan con especificaciones deseadas), iv(usando métodos o herramientas apropiadas)
<b>Conocimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sistemas, sus características, enfoques y clasificación</li> <li>· Proceso, su clasificación, especificaciones y requerimientos</li> <li>· Elementos que componen un sistema o proceso</li> <li>· Métodos y herramientas existentes para diseñar un sistema o proceso</li> </ul>
<b>Habilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Abstractar elementos de un contexto y representarlos de una manera particular</li> <li>· Aplicar un método para el diseño.</li> <li>· Crear un diseño que represente un sistema o proceso.</li> <li>· Seguir instrucciones y cumplir con especificaciones</li> </ul>
<b>Actitud / Valor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Visión crítica y reflexiva en el diseño del sistema o proceso</li> <li>· Actitud creativa en el diseño del sistema o proceso</li> <li>· Valora la importancia de seguir métodos</li> </ul>

### Aproximación didáctica para el núcleo de competencias en CBI

En razón a que la formación en ingeniería requiere apoyarse en principios y metodologías didácticas que faciliten el desarrollo de competencias específicas para ingeniar soluciones de problemas del mundo real, el Núcleo común en CBI se propone materializarse por medio de *estrategias de aprendizaje activo* -EAA-. Para lograr esto, es necesario diseñar instrumentos articuladores que permitan dinamizar el proceso de formación de los estudiantes, a través del uso efectivo de estrategias didácticas que permitan vincular la formación conceptual con el ejercicio práctico. Para este fin, después de una revisión del estado del arte de diversas EAA, se han identificado y caracterizado las siguientes estrategias que serán la base para la posterior alineación con competencias, técnicas y objetivos de aprendizaje: Aprendizaje Basado en

Problemas, Simulación, Método de Caso, Aprendizaje Cooperativo y Aprendizaje Colaborativo.

En la tabla 2 se presenta una síntesis de la alineación entre las competencias comunes propuestas, las EAA, y las técnicas que permiten desarrollar cada estrategia. Finalmente, se logró una estructura de alineación de los objetivos de aprendizaje de CDIO, con las competencias definidas para el *núcleo común*, de acuerdo a la versión 2.0 del syllabus CDIO condensado (2013).

Tabla 2. Alineación entre competencias y EAA

Competencia	EAA	Técnica	
C1, C2, C4, C8	Simulación	- Construcción de Modelos Mentales	- Juego de Roles
C2, C3, C4, C8	Método de Casos	- Casos-problema o Casos-evaluación.	- casos-decisión. - Casos-ilustración.
		- Romper el hielo	- Controversia Constructiva
C7	Aprendizaje Cooperativo	- Aprendiendo juntos - Juegos - Torneos	- Construcción de Rompecabezas
		- Rompecabezas	- Aprendiendo juntos
C7	Aprendizaje Colaborativo	- Aprendizaje por equipos	- Investigación por grupos
C3, C4, , C8	Aprendizaje basado en problemas	- Método Heurístico	- Modelo 4X4
		- Modelo Hong Kong	- Cooperativismo

En términos generales, la propuesta de *núcleo común en CBI* está orientada hacia 11 de los 12 principios que rigen CDIO, en función de: el contexto, los resultados de aprendizaje, el currículum integrado, la introducción a la ingeniería (solo desde los primeros niveles de formación), los espacios de trabajo en ingeniería, las experiencias de aprendizaje integrado, el aprendizaje activo, la mejora de las competencias de la facultad y de enseñanza, la evaluación del aprendizaje y la evaluación de cada programa académico.

A partir del análisis y la alineación de las EAA, la propuesta de competencias de CBI y las técnicas asociadas, se realizó el diseño de talleres preliminares para desarrollar cada EAA, entre los que se encuentran: i) Taller "Base de Catástrofes" para la estrategia de Aprendizaje Colaborativo; ii) Taller "Consultoría en administración y servicios de tecnología, para las estrategias de Método de Casos y Simulación; iii) Talleres "La Mejor experiencia Móvil en el Campus de la UdeM" y "Cuadros Rotos" para el Aprendizaje Cooperativo; y iv), Taller "Reto del masmelo (torre de espagueti)" y "Eventos & Eventos" para la estrategia de Aprendizaje basado en problemas.

#### 4. Conclusiones y Trabajo Futuro

En este artículo se presenta la propuesta de *núcleo en CBI*, como componente común de formación de cualquier estudiante de ingeniería. Este núcleo comprende un conjunto de 9 competencias que buscan la aplicación creativa del conocimiento de las matemáticas y las ciencias naturales en la solución de problemas de ingeniería y la conexión con el área de ingeniería aplicada. A partir del diagnóstico realizado en la



Facultad de Ingeniería de la Universidad de Medellín en el área de formación en CBI, se logró identificar la importancia de retomar áreas de formación transversal y común en las facultades de ingeniería del país, que permitirán incrementar los niveles de interdisciplinariedad, flexibilidad y aprendizaje centrado en el estudiante.

Cada competencia ha sido diseñada estructuralmente en términos de: la acción precisa que debe ser desarrollada por el estudiante, el sujeto o elemento sobre el que recae dicha acción, el complemento que caracteriza al objeto y la condición/enunciado que describe la forma de realizar la acción. Además, ha sido especificada en términos de conocimientos, habilidades y actitudes/valores que se desarrollan por medio de la aplicación de estrategias de aprendizaje activo en los entornos de aprendizaje. El conjunto de competencias especificado ha sido alineado con: i) los objetivos de aprendizaje y 11 de los 12 principios que rigen CDIO; ii) las competencias que le permitirán a un ingeniero ser exitoso en el año 2020 según el NAE y ABET; y iii) las competencias genéricas de un ingeniero definidas en el Proyecto Tuning AL.

Como trabajo futuro se han planteado las siguientes líneas de acción: i) diseño y puesta en marcha de talleres de validación de las estrategias de aprendizaje activo, para el logro de las competencias propuestas en el núcleo común en CBI; ii) estructuración de un modelo de evaluación para las competencias, alineado con técnicas de aprendizaje activo y rúbricas específicas para conocimientos, habilidades y valores; iii) implantación del modelo, propuesto como núcleo de formación común, en todos los programas de ingeniería de la Universidad de Medellín; y iv) Validación y realimentación del proceso de gestión y diseño basado en competencias que orientó metodológicamente el desarrollo del proyecto.

## 5. Referencias

- Accreditation Board of Engineering and Technology ABET (2010). Criteria for Accrediting Engineering Programs: Effective for Evaluations during the 2010-2012 Accreditation Cycle, 2010. Consultado el 20 de Mayo en [www.abet.org](http://www.abet.org)
- Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (2010). Revisión y consolidación de la fundamentación conceptual y especificaciones de prueba correspondientes al Examen de Calidad de la Educación Superior para Ingeniería. Vol.1, Bogotá, D.C. pp.112.
- CDIO (2013). *Personal and Professional Skills & Attributes*. Recuperado el 1 de 6 de 2015, de <http://www.cdio.org/participate/instructor-resource-materials/personal-and-professional-skills-attributes>
- Díaz, F. (2010). Los profesores ante las innovaciones curriculares. Revista Iberoamericana de Educación Superior, Vol. 1, pp. 37-57.
- Engineers Australia (2013). Stage 1 Competency Standard for Professional Engineer. Australia.
- Ezeiza, J. (2010). Hacia un Marco para situar al alumno como centro del proceso de enseñanza/aprendizaje. Bases teóricas, metodológicas y estructurales. Nebrija(8).

- Hernández, S. M. (2012, Marzo). Diseño de cursos en línea. Maestría en Tecnología Educativa. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Consultado en Marzo en [http://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI\\_Presentaciones/mte/PRES24.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/mte/PRES24.pdf)
- Hevner, A. (2010). Design Research in Information Systems, Integrated Series. Integrated Series in Information Systems, Vol. 22, pp. 320.
- Ibáñez, C. (2007). Diseño curricular basado en competencias profesionales: una propuesta desde la psicología interconductual. Revista de Educación y Desarrollo, No. 6.
- NAE - National Society of Professional Engineers- (2010). Educating the engineer of 2020: Adapting engineering education to the new century. National Academy Engineering. Washington Academies Press, USA.
- Nguyen, D. Q. (1998). The Essential Skills and Attributes of an Engineer: A Comparative Study of Academics, Industry Personnel and Engineering Students. Global J. of Engng. Educ, Vol. 1, pp. 65-75.
- Passow, H. J. (2007). What competencies should engineering programs emphasize? A meta-analysis of practitioners opinions informs curricular design. Proceedings of the 3rd International CDIO Conference, MIT, Cambridge, pp. 45-57.
- Proyecto Tuning-América Latina (2013). Competencias Genéricas Acordadas para América Latina. Consultado el 07 de Junio en <http://www.tuningal.org/es/competencias/geologia>
- Vargas, M. R. (2008). Diseño curricular por competencias. Asociación Nacional de Facultades de Ingeniería. Tera Edición México.
- UNESCO (2015). *UNESCO Office in Venice*. Recuperado el 7 de 6 de 2015, de Basic & Engineering Science. Consultado el 06 de Mayo en <http://www.unesco.org/new/en/venice/natural-sciences/basic-engineering-sciences/>

## Sobre los autores

- **Bell Manrique Losada**,: Ingeniera de Sistemas, Magister en Ingeniería de Sistemas, Doctora en Ingeniería -Universidad Nacional de Colombia. Profesora Asociada. [bmanrique@udem.edu.co](mailto:bmanrique@udem.edu.co)
- **Lillyana María Giraldo Marín**: Ingeniera de Sistemas, Magister en Educación, Doctora en Informática -Universidad Pontificia de Salamanca. Profesora Titular. [lmgiraldo@udem.edu.co](mailto:lmgiraldo@udem.edu.co)
- **Gloria Piedad Gasca Hurtado**: Ingeniera de Sistemas, Especialista en Auditoría, Doctora en Ingeniería Informática -Universidad Politécnica de Madrid. Profesora Asistente. [gpgasca@udem.edu.co](mailto:gpgasca@udem.edu.co)
- **María Clara Gómez Álvarez**: Ingeniera Administrativa, Magister en Ingeniería de Sistemas -Universidad Nacional de Colombia. Profesora Auxiliar. [mcgomez@udem.edu.co](mailto:mcgomez@udem.edu.co)
- **Marta Silvia Tabares Betancur**: Ingeniera de Sistemas, Magister en Ingeniería de Sistemas, Doctora en Ingeniería -Universidad Nacional de Colombia. Profesora Asociada. [mstabare@udem.edu.co](mailto:mstabare@udem.edu.co)

- **Sandra Isabel Arango Vásquez:** Licenciada en Docencia en computadores, Magister en Educación –Pontificia Universidad Javeriana. Profesora Asociada. [sarango@udem.edu.co](mailto:sarango@udem.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)