



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

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

CURRÍCULOS INTEGRADOS PARA LA FORMACIÓN DE INGENIEROS CREATIVOS E INNOVADORES

Lucía Victoria Ospina Cardona

Escuela de Ingeniería de Antioquia
Envigado, Colombia

Resumen

Un análisis de los currículos de formación en ingeniería en Colombia, realizado sobre una muestra de más de 35 programas académicos acreditados, permitió identificar algunas características que revelan una problemática común. Se evidencian planes de estudio diseñados sobre la base de asignaturas aisladas, desconectadas del contexto y con un componente en ciencias básicas desarticulado de la ingeniería aplicada. Consecuentes con esta problemática, en las facultades de ingeniería se implementan proyectos de transformación curricular que buscan dotar los procesos de formación de estructuras y metodologías que permitan articular e integrar contenidos y competencias e implementar didácticas de aprendizaje, coherentes con la formación ingenieril. La experiencia que durante más de diez años se ha logrado con los proyectos integradores, en ingeniería mecatrónica y biomédica y en el marco de la modernización pedagógica y curricular, la Escuela de Ingeniería de Antioquia ha establecido, para todos sus programas de ingeniería, la estrategia de currículos integrados a partir de una estructura de cuatro asignaturas “proyecto de ingeniería”, articuladas entre sí y con los demás contenidos curriculares. Para el diseño de esta estructura curricular se tuvo en cuenta los aciertos y los aspectos por mejorar de los proyectos integradores, su potencial para retar a los estudiantes para proponer soluciones innovadoras a partir de la aplicación de los conocimientos de las ciencias, la técnica y los avances tecnológicos en el campo de la ingeniería, permitiendo analizar los problemas, no sólo desde una perspectiva disciplinar única, sino desde la integración de los conocimientos disciplinares. En este artículo se presenta un modelo de currículo integrado, implementado en la Escuela de Ingeniería de Antioquia con base en asignaturas proyecto de ingeniería y cuya estructura atiende a la gradualidad del desarrollo de las competencias académicas, personales e interpersonales, a su integración con los contenidos disciplinares y en correspondencia con el nivel de desarrollo de los estudiantes. Se analizarán como condiciones esenciales para el diseño, desarrollo y evaluación de los currículos integrados, el trabajo interdisciplinario de los profesores, la implementación de didácticas activas y la adecuación de ambientes aprendizaje.

Palabras clave: currículos integrados; proyectos de ingeniería

Abstract

An analysis of curricula for training in engineering in Colombia, carried out on a sample of more than 35 academic programs accredited, allowed us to identify some characteristics that reveal a common problem. Curriculums designed on the basis of subjects isolated, disconnected context and with a disjointed component in basic sciences of applied engineering are evident. Consistent with this problem, the processes of curricular transformation being implemented in the faculties of engineering seek to endow the processes of formation of structures and methodologies that allow to articulate and integrate contents and skills and implement didactic learning, consistent with the engineering training. The experience that for more than ten years has been achieved with integrated projects in mechatronics and biomedical engineering and within the framework of pedagogic and curricular modernization, the Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA) has established, for all its engineering programs, the strategy of integrated curriculums from a structure of four subjects "engineering project", articulated among themselves and with other curricular contents and throughout the curriculum. For the design of this curriculum structure, it was taken into account the successes and aspects to improve the integrated projects, their potential to challenge students to propose innovative solutions by applying the knowledge of science, technology and technological advances in the field of engineering, allowing to analyze problems, not only from a disciplinary perspective, but since the integration of the disciplinary knowledge. In this article we present a model of integrated curriculum, based on engineering-project subjects and whose structure tends to graduality requiring the development of academic skills, personal and interpersonal skills, their integration with the disciplinary contents and in correspondence with the level of the curriculum. As essential conditions for the design, development and evaluation of integrated curricula, teachers' interdisciplinary work, the implementation of active teaching and the adequacy of learning environments will be analyzed.

Keywords: *integrated curricula; engineering projects*

1. Introducción

Los profundos cambios que la sociedad contemporánea ha venido experimentando requieren de una universidad que repiense sus procesos con actitud creadora y abierta a las demandas de la sociedad, que renueve su paradigma educativo y que asuma el compromiso de innovar sus currículos y las formas pedagógicas para llevarlos a la práctica. Transcurridos quince años de la primera Conferencia Mundial sobre la Educación Superior y cuatro años de la segunda Conferencia Mundial, aún es imperativo para la universidad emprender procesos de transformación significativos en la formación de profesionales íntegros para desempeñarse en un mundo cada vez más complejo, pleno de contradicciones y contrastes. En este marco educativo, la UNESCO (2009) señala a la universidad como responsable de “conducir a la sociedad hacia la generación de conocimiento global para responder a desafíos mundiales” y corresponde a las facultades de ingeniería mejorar sus propuestas formativas con una perspectiva innovadora, para preparar ingenieros capaces de liderar los procesos de transformación social en lo técnico y tecnológico y aportar a la productividad y competitividad del país y a la calidad de vida de los seres humanos.

El reto educativo de formar ingenieros creativos e innovadores exige replantear el diseño y la planificación de los currículos con carácter integrador. Según Morin (2000), “un conocimiento fragmentado impide a menudo operar el vínculo entre las partes y la totalidad y se debe dar paso a un modo de conocimiento capaz de aprehender los objetos en sus contextos, sus complejidades, sus conjuntos...”. En este sentido, el diseño de los currículos de ingeniería debe considerar estructuras, que permitan potenciar el desarrollo

armónico de las competencias personales y profesionales para promover soluciones creativas de diseño y construcción de prototipos, procesos o sistemas y un desempeño de alto nivel en equipos de ingeniería. A su vez, es necesario intervenir positivamente la dinámica curricular y emprender mejoras pedagógicas dirigidas a promover el aprendizaje activo, experiencial y en contexto, la resolución de problemas y el desarrollo de proyectos prácticos; escenarios que favorecen la apropiación conceptual y el dominio en el manejo de herramientas y técnicas de la ingeniería; pero sobre todo, que estimulen la interacción y motiven la reflexión para aprender a aprender.

2. Los proyectos integradores: una experiencia de aproximación a un currículo integrado

En la Escuela de Ingeniería de Antioquia, el perfeccionamiento permanente de los currículos ha sido una constante y ha trascendido de la actualización de los perfiles profesionales y de los contenidos disciplinares al diseño de estrategias curriculares y pedagógicas, conducentes a lograr una adecuada relación teórico – práctica, una articulación efectiva entre los contenidos de las asignaturas y una interacción productiva entre los profesores que las imparten para promover aprendizajes contextualizados con la profesión. De ahí que, desde el 2001 en el programa de ingeniería biomédica y desde el 2005 en ingeniería mecatrónica se ha venido implementando la estrategia curricular de los proyectos integradores; considerados proyectos interdisciplinarios por Torres, *et al.* (2003), en razón de que requieren de los conocimientos de varias de las asignaturas del semestre en el que se desarrolla el proyecto (o anteriores) para solucionar un problema real del campo profesional. Los proyectos integradores se implementan a través del diseño y la construcción de un prototipo físico, un modelo o programa de software. Los proyectos integradores son reconocidos por la comunidad académica y por la sociedad en general, como una estrategia curricular de alto y significativo impacto para una formación personal y profesional, pertinente y de calidad y se destacan los siguientes aportes formativos:

1. Permiten afianzar los conocimientos básicos y esenciales para una mayor comprensión de los contenidos de las asignaturas; tomar conciencia de lo que se sabe y de lo que no se sabe, desarrollar la capacidad de construir y reconstruir el conocimiento y apropiarse de las herramientas, procedimientos y las técnicas de la ingeniería para lograr una base teórica conceptual más profunda y permanente.
2. Estimulan la capacidad creativa para encontrar soluciones innovadoras utilizando adecuadamente los recursos físicos, informáticos y tecnológicos disponibles.
3. Promueven la resolución de problemas y el trabajo por proyectos, como habilidades esenciales de todo ingeniero en el marco de la acción, la experimentación y la modelación, como motores de aprendizaje.
4. Facilitan la interacción efectiva y colaborativa entre los estudiantes y el desarrollo de competencias comunicativas mediante las presentaciones orales y los informe escritos sobre los avances y los logros alcanzados.
5. Potencian altos niveles de motivación, autoestima y valoración personal a partir del desarrollo de proyectos, acordes con los intereses y expectativas de los estudiantes y con las necesidades actuales y en contexto de la formación profesional.

En la Escuela de Ingeniería de Antioquia, los proyectos integradores son desarrollados por los estudiantes desde el tercero al octavo semestre; cuentan con un profesor coordinador, encargado de: lograr entre los profesores involucrados, acuerdos sobre las temáticas, alcances, productos y evaluación de logros; planificar las actividades de los estudiantes y las asesorías de los profesores, monitores y expertos según los objetivos y alcances del proyecto; hacer seguimiento y atender imprevistos a tiempo. Las problemáticas y las temáticas de los proyectos integradores pueden provenir de un banco o repositorio, construido y

alimentado por los profesores, o pueden ser propuestos por los mismos estudiantes, de acuerdo con sus intereses y necesidades de formación. Cada estudiante documenta el desarrollo del proyecto en un portafolio; donde se consignan evidencias del trabajo individual y en equipo y permite evaluar el proceso y los logros alcanzados. El proyecto integrador termina con la entrega de un informe técnico sobre las especificaciones de diseño, construcción y operación del producto logrado; una disertación oral del proyecto y la entrega del modelo, piloto o prototipo construido y funcionando. Durante los diez años de aplicación de esta estrategia, se ha podido establecer la gran riqueza metodológica y pedagógica de los proyectos integradores y su alto potencial para desarrollar el espíritu emprendedor y formar para la investigación y la innovación.

3. El currículo integrado: marco de conceptualización y caracterización

El valor agregado que los proyectos integradores han dado a la calidad de los programas de ingeniería biomédica y mecatrónica y a la pertinencia de la formación en ingeniería, ha mostrado la necesidad de implementar estructuras curriculares integradoras de competencias, contenidos y aprendizajes en todos los planes de formación de grado en la Escuela de Ingeniería de Antioquia. La reflexión institucional partió de la definición de currículo integrado propuesta por Crawley, *et al.* (2007), como aquel que “...teje prácticas y proyectos de ingeniería en el currículo disciplinar tradicional” y se estableció como marco de acción, la conceptualización y enfoque de la iniciativa CDIO, consorcio de universidades del mundo que buscan el rediseño de los currículos de ingeniería y de las prácticas pedagógicas con un carácter integrador y transformador y cuya abreviatura: “concebir, diseñar, implementar y operar” señala una metodología de aprendizaje y de actuación de los ingenieros en el campo profesional. Se definieron las siguientes características esenciales de los currículos integrados:

1. Se diseñan con base en el desarrollo integrado y gradual de competencias personales y profesionales. Kamp (2012) señala que en un currículo integrado debe ser explícita la integración de las habilidades personales e interpersonales con el desarrollo de habilidades de diseño y construcción de productos, procesos y sistemas.
2. Según Candido, *et al.* (2007), el currículo integrado se organiza alrededor de disciplinas; pero con numerosas y significativas actividades de aprendizaje que permiten la integración de la base teórica – conceptual de las disciplinas con la práctica, la experimentación y la técnica.
3. La estructura de los currículos integrados se logra a partir de la interacción entre las disciplinas para resolver problemas de la ingeniería mediante el desarrollo de proyectos interdisciplinarios, proyectos disciplinares y proyectos de diseño y construcción.
4. La dinámica de los currículos integrados requiere de una variedad de cursos y de actividades basadas en proyectos que conectan la teoría con el aprendizaje práctico. Los cursos se integran con el desarrollo de prácticas de laboratorio, prácticas en la empresa, prácticas de investigación y de emprendimiento; con actividades de aprendizaje virtual y con trabajo académico en el campus y fuera de él.
5. Su evaluación es integral en la medida que recoge evidencias del logro del objetivo de aprendizaje y desarrollo de las competencias personales y profesionales y evalúa la eficiencia y el impacto de las estrategias curriculares implementadas.

En el marco de la modernización pedagógica y curricular, proyecto estratégico del plan de desarrollo 2011 – 2014, la Escuela de Ingeniería de Antioquia define la estrategia de currículos integrados para todos sus programas de ingeniería, a partir del diseño de una línea de cuatro asignaturas: “proyectos de ingeniería”,

que se desarrollan en los semestres pares, del segundo al octavo y que se articulan, como se ilustra en el siguiente diagrama, con el proyectos de inicio de carrera, con el semestre de proyectos especiales y con el proyecto de grado al final del ciclo formativo. Es importante anotar que, esta estructura es común para todos los programas de ingeniería, aunque los proyectos desarrollados son específicos según el programa, en razón de las características de la carrera, de su objeto de estudio, de los saberes disciplinares que integran el currículo y de las posibilidades de interacción con la empresa, entre otros.



Figura 1. Línea de asignaturas proyecto que estructuran los currículos integrados

Los proyectos de inicio de carrera, el semestre de proyectos especiales SPE y el proyecto de grado han sido componentes curriculares que tradicionalmente han existido en los planes de estudio de los programas académicos de la institución, los cuales en razón de la modernización pedagógica y curricular se han perfeccionado en los objetivos formativos y se han nutrido de la filosofía del trabajo por proyectos desde la perspectiva de la iniciativa CDIO: concebir, diseñar, implementar y operar dispositivos, procesos o sistemas. El proyecto de inicio de carrera se desarrolla en el marco de la asignatura de introducción a la ingeniería en el primer semestre, con el objetivo de sensibilizar y motivar a los estudiantes por la ingeniería y por su carrera, permitiendo ratificar la vocación por la profesión. En la parte inicial de la asignatura, común a todos los programas de ingeniería, se busca una comprensión amplia y general de la profesión y sus diferentes especialidades y, en la segunda parte se desarrolla un proyecto que introduce a los estudiantes en los campos de acción de su profesión y fundamenta habilidades iniciales que les permita la construcción de un prototipo básico, proceso o modelo. Los aportes de esta asignatura a la formación del ingeniero se manifiesta en la comprensión que adquiere el estudiante sobre la complejidad y la incertidumbre que subyace en los problemas que resuelve la ingeniería con recursos limitados, en la necesidad de cooperación que se requiere para lograr los resultados y en la importancia de apropiarse del lenguaje y términos técnicos de su campo profesional para comunicar en forma efectiva sus propuestas.

El semestre de proyectos especiales ha sido un componente curricular muy valorado por su aporte a la formación eminentemente práctica del ingeniero. Es un semestre que expone a los estudiantes a diversos ambientes: laboral, profesional o investigativo; donde se fortalecen y aplican los conocimientos y las competencias adquiridas. Este componente no corresponde propiamente al desarrollo de un proyecto; sin embargo, contribuye con la integración de competencias personales y profesionales, puestas en acción ya sea en: una práctica empresarial o investigativa, un semestre académico complementario en el país o en el exterior o un emprendimiento empresarial; modalidades elegibles por el estudiante según sus intereses.

El proyecto de grado constituye la máxima manifestación de los logros formativos de los estudiantes. Propende por el desarrollo de un proyecto donde se aplican las competencias personales y profesionales en la solución de un problema de ingeniería. El trabajo de grado es flexible, en la medida que se desarrolla en las modalidades de: exploratorio, aplicación profesional o emprendimiento empresarial, según la elección del estudiante. En el desarrollo del proyecto, los estudiantes diseñan, construyen y operan un producto, proceso o sistema y demuestran su capacidad para trabajar en equipo y para presentar en forma oral y escrita los aspectos conceptuales, técnicos, sociales y ambientales de la propuesta desarrollada.

En el 2012 y en razón de la modernización de todos los currículos de ingeniería de la institución, se destaca el diseño de cuatro asignaturas “proyectos de ingeniería”, diseñadas con el enfoque CDIO; y con el propósito, señalado por Crawley, (2007), de preparar a los estudiantes para entender “cómo concebir, diseñar, implementar y operar sistemas complejos de ingeniería con base en la participación en equipos de trabajo de ingeniería”.

4. Asignaturas “proyecto de ingeniería”, componente esencial de currículos integrados

La línea curricular de las asignaturas “proyecto de ingeniería” se concibe como unidad integradora del currículo que busca formar en forma gradual y sistemática, competencias experimentales, técnicas y profesionales, integradas de manera armónica con las competencias de pensamiento sistémico, trabajo en equipo y comunicación efectiva. La asignatura “proyecto de ingeniería I” en el segundo semestre, prepara a los estudiantes para descubrir y apropiarse del método de la ingeniería mediante el desarrollo en equipo de un proyecto genérico del campo profesional. De acuerdo con la concepción del método de la ingeniería de Koen (1985) se propone encontrar la solución a un problema real de la ingeniería. Los estudiantes deben formular el problema, analizar diferentes alternativas de solución, elegir con criterios técnicos básicos la alternativa más óptima, hacerle un estudio de prefactibilidad para luego diseñar y construir el prototipo, producto, proceso o modelo y probar su funcionamiento.

Los proyectos de ingeniería II, III y IV son asignaturas de dos créditos cada una, en los semestres cuatro, seis y ocho respectivamente. Son proyectos de carácter disciplinario o interdisciplinario, en la medida que se vincule a la solución propuesta una o varias disciplinas; son proyectos específicos según la naturaleza de cada programa y los niveles de desarrollo de los estudiantes, de acuerdo con el semestre que cursan en su plan de estudios. En general, todos los proyectos propenden por aplicaciones prácticas del cuerpo de conocimientos que estructuran el currículo y se desarrollan con la metodología CDIO: concebir, diseñar, implementar y operar prototipos, procesos o sistemas de ingeniería. Los proyectos II y III son preferentemente proyectos de diseño y construcción con un análisis de su posible puesta en marcha en un escenario real. En el proyecto IV se desarrolla el ciclo completo de concebir, diseñar, construir y operar la solución propuesta y con el correspondiente análisis del ciclo de vida del producto o proceso. En todas las asignaturas “proyecto de ingeniería”, se contribuye en forma gradual al desarrollo de las competencias de trabajo en equipo y competencias comunicativas. La gradualidad se establece en términos del progreso logrado por los estudiantes, en relación con el nivel de dominio alcanzado. Se adopta la taxonomía de Bloom para describir los niveles de desarrollo de estas competencias.

5. Medición e impacto de la formación por proyectos: Escuela de Ingeniería de Antioquia

El trabajo por proyectos como una estrategia curricular innovadora ha contribuido de manera significativa al mejoramiento de la calidad de los programas y a la formación técnica – profesional y personal de los estudiantes y ha sido objeto de observación y de análisis permanente. En razón del aporte al aprendizaje, se ha evidenciado durante los años de aplicación de la estrategia, un aumento en el rendimiento académico individual de los estudiantes, demostrable en el bajo porcentaje (menos del 5%) que reprueba asignaturas a partir del tercer semestre; en el porcentaje alto (más del 95%) que atribuyen su apropiación del conocimiento al trabajo por proyectos, según los resultados de la evaluación semestral del proceso de enseñanza - aprendizaje y, en el alto desempeño obtenido en las pruebas de Estado, donde han logrado posicionarse en el 10% superior del promedio nacional en los últimos tres años. En el marco de la

acreditación institucional, en las encuestas a los empleadores se evidencia que, en promedio el 85% destaca en el rango de buena a excelente a la formación práctica profesional y personal, impartida en los programas de ingeniería de la institución. Así mismo, las encuestas y entrevistas a los egresados señalan que el 95% de ellos atribuyen sus logros académicos, en gran medida, al trabajo en los proyectos integradores.

El seguimiento a los graduados de ingeniería biomédica y mecatrónica revela algunas tendencias que dan cuenta del impacto que generan los proyectos integradores en la formación profesional. Para los ingenieros biomédicos, los proyectos aportan mayor énfasis en la formación para la investigación y para el emprendimiento y, por lo tanto, la tendencia de los egresados ha sido de continuar sus estudios de postgrado en universidades del exterior o vincularse con centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico y entidades del sector de la salud (70%). Para los ingenieros mecatrónicos, los proyectos se enfocan en aplicaciones tecnológicas para diversos sectores, lo que ha facilitado su vinculación laboral (75%) en las empresas de la región y su participación en planes y proyectos de emprendimiento.

Las distinciones y premios nacionales e internacionales obtenidos por los estudiantes con los proyectos integradores son una muestra del impacto positivo de esta estrategia en la formación de ingenieros para la innovación y el desarrollo del país. Se resaltan los primeros puestos que desde el año 2009 y durante cuatro años consecutivos han logrado los estudiantes en el Salón de Inventores y Alta Tecnología de la Sociedad Antioqueña de Ingenieros, con proyectos como: Segway PT, Eyetracking, Túnel de viento, Vehículo eléctrico de bajo costo, Guantes inalámbricos para la lectura de gestos, entre otros; todos ellos productos de innovación y desarrollo tecnológico y algunos con alto potencial para ser comercializados. En el caso específico de ingeniería biomédica, cabe señalar el reconocimiento otorgado en el 2013 por el Colegio Americano de Ingeniería Clínica por la excelente calidad de los estudiantes en su semestre de práctica en Vermont. Así mismo, es importante reconocer el potencial que el trabajo por proyectos aporta a la formación en el emprendimiento. En este sentido, sobresale el reconocimiento de un estudiante de ingeniería biomédica entre los diez jóvenes innovadores más destacados de Colombia y uno de los 35 jóvenes innovadores menores de 35 años a nivel mundial y el premio “RedEmpredia de la universidad a la empresa 2012” logrado por el proyecto empresarial Terravocado que lidera un egresado del programa de ingeniería mecatrónica.

6. El papel de los profesores en la implementación y desarrollo de currículos integrados

Según Candido, *et al.* (2007), involucrar a los profesores en el diseño de nuevos enfoques curriculares, no sólo es importante sino esencial para la dinámica de su implementación, ya que son los profesores los llamados a causar cambios significativos en la actividad y desarrollo intelectual de los estudiantes para lograr un verdadero compromiso con el aprendizaje. Trabajos complementarios de Biggs, *et al.* (2007) coinciden en señalar la necesidad de desarrollar una competencia docente para orientar la enseñanza hacia el aprendizaje activo, diseñar ambientes colaborativos, aumentar la actividad práctica y reflexiva de los estudiantes, planificar, estimular y facilitar el trabajo independiente para contribuir con su autonomía intelectual, generar responsabilidad en la toma de decisiones y evaluar el nivel de desarrollo logrado por los estudiantes mediante la recolección de evidencias, alineadas con los objetivos de aprendizaje. Las prácticas educativas de los profesores son motivadas, orientadas y coordinadas por los directores, la decanatura y currículo; son observadas y acompañadas por pares académicos, evaluadas y realimentadas para asegurar compromiso, convicción y entusiasmo con el desarrollo del proceso. Se establecen espacios de reflexión y de interacción permanente entre los profesores para compartir buenas prácticas, sistematizar experiencias

significativas y lograr una gestión efectiva del currículo en sus diferentes niveles y una participación activa en el desarrollo y perfeccionamiento de las asignaturas proyecto de ingeniería.

7. Conclusiones

La formación en ingeniería deberá considerar el diseño curricular con base en proyectos prácticos y contextualizados con la profesión. No es suficiente con el diseño de currículos integrados para una formación de calidad y pertinente, es necesaria la transformación de la práctica educativa y los escenarios en ambientes de aprendizaje. La estructura de la línea de proyectos en los planes de estudio se articula con objetivos de formación y desarrolla en forma gradual las competencias personales y contribuye al desarrollo de las competencias profesionales.

8. Referencias

- Biggs, J. and Tang, C. (2007). Teaching for Quality Learning at University. Society for Research into Higher Education and Open University Press. Consultado el 15 de noviembre de 2012 en <http://biblioteca.ucv.cl/site/colecciones/49657968-Teaching-for-Quality-Learning-at-university.pdf>
- Candido, J.P., Murman, E. M., McManus, H. (June, 2007). Active Learning Strategies for Teaching Lean Thinking. Proceedings of the 3rd International CDIO. Conference, MIT, Cambridge, Massachusetts, USA. Consultado el 22 de marzo del 2014 en http://www.cdio.org/tools/cdio_standards.html.
- Crawley, E., Malmquist, J., Östlund, S. and Brodeur, D. (2007). Rethinking Engineering Education – The CDIO Approach, Springer, New York, pp. 286.
- Kamp, A. (2012). Rethinking Engineering Education. CDIO Workshop. Delf University of Technology. Consultado el 3 de noviembre 2012 en https://intranet.tudelft.nl/fileadmin/UD/MenC/Support/Internet/TU_Website/TU_Delft_Medewerkers/Faculiteiten/TBM/Nieuwsbrieven/Nieuwsbrieven_2012/WorkshopCDIOTUD26_April2012.pdf
- Koen, B.V. (1985). The Engineering Method. Washington, D.C.: ASEE, pp. 59.
- Morin, E. (2000). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO - IESALC, Ediciones 3 FACES / UCV, Caracas, pp. 18.
- Torres, R. and Londoño, M. (2003). La investigación formativa, un reto para la solución de problemas ingenieriles. Revista ACOFI, Tomo I, pp. 41-46.
- UNESCO (2009). World Conference on Higher Education: the new dynamics of higher education and research for societal change and development, Paris. Consultado 5 de agosto de 2012 en http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/ED/ED/pdf/WCHE_2009/WCHE%202009.pdf

Sobre los autores

- **Lucía Victoria Ospina:** Ingeniera Química, Especialista en ingeniería Ambiental, Candidato a doctor en Ciencia de la Educación UPR, Cuba. Directora de currículo Escuela de Ing. Antioquia.

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)