



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

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

CONCEPCIÓN Y DISEÑO DEL CENTRO DE APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Alejandra González, Luisa García, Gloria Marciales, María del Mar Ruiz, Francisco Viveros

**Pontificia Universidad Javeriana
Bogotá, Colombia**

Resumen

Se presenta el Centro de Enseñanza y Aprendizaje de la Facultad de Ingeniería que es resultado de la reflexión curricular CDIO, liderada por el Departamento de Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana y por el grupo de investigación MIMESIS. El objetivo del Centro es alcanzar la excelencia en el aprendizaje y en los procesos de enseñanza en el contexto de la iniciativa CDIO. El Centro, como espacio pedagógicamente concebido, crea un contexto educativo sustentado en un principio de la formación en ingeniería según el cual la tarea del ingeniero es dar solución a necesidades sociales del mundo real con su conocimiento, aptitudes y capacidades, y a lo largo del ciclo de vida de productos, procesos y sistemas. Por lo anterior se optó por la implementación del modelo CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar) en el programa de Ingeniería Electrónica. La creación del Centro toma en cuenta las nuevas demandas para profesores y estudiantes generadas por los cambios en el Plan de Estudios del programa de Electrónica, en el marco de la iniciativa CDIO. Se han programado experiencias tanto de diseño como de construcción de productos, procesos o sistemas en contextos reales de aplicación, para que los estudiantes entren desde el inicio de la formación en contacto con problemáticas de su profesión. Estas experiencias suponen el desarrollo de proyectos integradores de alta complejidad a lo largo del plan de estudios en los cuales se articulan los fundamentos disciplinares con las competencias propias de la formación en ingeniería. El Centro asesora a estudiantes y profesores en diferentes momentos del proceso y cuenta con recursos didácticos y estrategias de apoyo en procesos de enseñanza/aprendizaje. En el presente trabajo se muestra la conceptualización del Centro y sus referentes pedagógicos en el marco de la filosofía CDIO.

Palabras clave: CDIO; centro de enseñanza-aprendizaje; planificación curricular

Abstract

This paper presents the Center of Teaching and Learning in the School of engineering at the Pontificia Universidad Javeriana. This proposal is result of a curricular reflection, led by the Electronics Department

and the MIMESIS education research group. The Center's goal is to achieve excellence in the learning and the teaching process in the context of the CDIO initiative CDIO. The Center, as a pedagogically designed space, creates an educational context based on a principle of training in engineering, according to the principle that the task of the engineer is to give solutions to social needs in the real world. These solutions are articulated by means of knowledge, skills and abilities of our engineers, under the concept of life cycle of products, processes and systems. The former has motivated the implementation of the CDIO (conceive, design, implement and operate) model in the electronic engineering program. The creation of the Center takes into account new demands for teachers and students generated by changes in the curriculum of the electronics program. For example, from first semester, didactic experiences in both design and construction of products, processes or systems in real application contexts, are scheduled to make students into contact with issues of their profession. These experiences involve integrated projects of high disciplinary complexity throughout the curriculum in which disciplinary foundations are articulated with skills and engineering competences. The Center assists students and teachers in different moments of the process and has teaching resources and support in processes of teaching-learning strategies. The present work shows the conceptualization of the Center within the framework of the CDIO philosophy.

Keywords: CDIO; teaching-learning center; curricular planning

1. Introducción

Como parte del trabajo de reflexión de currículo, la Facultad de Ingeniería ha buscado fortalecerse en los temas relacionados con diseño curricular e innovación en el proceso de enseñanza aprendizaje, teniendo como referente la iniciativa CDIO de la cual forma parte la Pontificia Universidad Javeriana. Cada uno de los cuatro programas (Sistemas, Civil, Industrial y Electrónica) se encuentra en diferentes momentos del proceso de reflexión, convirtiéndose en una de las actividades más importantes de la Facultad que abre espacios valiosos para la construcción de una nueva perspectiva en la formación de Ingenieros Javerianos. Después de 4 años de trabajo con la iniciativa CDIO y de la participación activa en el consorcio CDIO como líderes de la Región Latinoamérica, se han encontrado oportunidades de mejorar la formación en ingeniería. En particular, la reflexión en el programa de Ingeniería Electrónica que se encuentra en una etapa avanzada del proceso, ha encontrado la necesidad de ampliar la visión del ingeniero para responder ante las demandas del entorno y dar solución apropiadamente a los problemas de la sociedad. En este sentido, se reconoce la importancia de fortalecer las habilidades personales, profesionales e interpersonales que caracterizan al ingeniero como un ciudadano del mundo. A partir de lo anterior, surge una propuesta de cambios estructurales del currículo que incluyen además de la reflexión de la disciplina misma, una revisión de los espacios de trabajo, la consolidación del proceso de formación docente tanto en las prácticas de enseñanza como en las habilidades que el mismo plan de estudios integra y el fortalecimiento del vínculo entre la industria, los colegios y la universidad.

La Facultad considera que este proceso de reflexión curricular es una actividad compleja, que debe ser sistemática y continua guiada por los lineamientos de la iniciativa CDIO, es decir, concebir, diseñar, implementar y operar el currículo de la Facultad de ingeniería; de esta forma dará el contexto necesario para el desarrollo de los programas de formación existentes y para el diseño de aquellos que se establezcan en el futuro (Crawley et al, 2007). De allí emerge la propuesta para la constitución de una unidad que lidere el ciclo curricular CDIO en la Facultad. En general estas unidades se conocen como “Centros de aprendizaje y enseñanza”, como se puede apreciar al hacer una revisión de los referentes más destacados de los centros del consorcio CDIO. El Centro de Enseñanza y Aprendizaje de la Facultad de Ingeniería tiene como objetivo

principal alcanzar la excelencia en el aprendizaje y en los procesos de enseñanza en el marco de la iniciativa CDIO. Se busca mantener un contexto de la educación en ingeniería basado en el principio según el cual la tarea del ingeniero en la sociedad es dar solución a las necesidades del mundo, aportando su conocimiento, aptitudes y capacidades durante el ciclo de vida de productos, procesos y sistemas dentro de un modelo de Concebir, Diseñar, Implementar y Operar.

2. Contexto y justificación de Centro

Los procesos curriculares en la Facultad de Ingeniería están directamente relacionados con aspectos nucleares de la institución y tienen como objetivo alinear la oferta de programas con su Misión y Visión. En este sentido, se convierten en elementos esenciales que implican investigación, el desarrollo de estrategias para el aseguramiento de la calidad, sistemas efectivos de promoción, evaluación de los programas, y asignación de recursos. El plan de estudios incide directamente en la experiencia del aprendizaje de los estudiantes y se convierte en una preocupación de toda institución pues implica desafíos complejos como por ejemplo, responder a las cambiantes necesidades del aprendizaje, asegurar elevados niveles de calidad en el aprendizaje, y crear entornos y recursos apropiados para que este tenga lugar, además de ofrecer una estructura flexible, coherente y equitativa relacionada directamente con la enseñanza de la disciplina. La oferta de experiencias significativas de aprendizaje y su evaluación se convierten en prioridades para una institución de educación superior.

Para la Facultad de Ingeniería, la creación del Centro de Enseñanza-Aprendizaje es una prioridad por cuanto permite validar procesos y procedimientos involucrados en la planificación, diseño y operación de los programas de estudio en los cuales se contemplan las demandas que imponen los cambios culturales y económicos, y se generen condiciones para que los estudiantes desarrollen conocimientos y habilidades fundamentales para el ejercicio de la disciplina y el aprendizaje permanente. La figura 1 muestre las metas generales del Centro:

Adicionalmente, el Centro de Enseñanza y Aprendizaje de la Facultad de Ingeniería es responsable de los compromisos adquiridos con el Consorcio CDIO entre los cuales se encuentran los relacionados con la coordinación de la Región CDIO Latinoamérica. En resumen, las actividades del Centro de Enseñanza y Aprendizaje se pueden clasificar en cuatro categorías de acción: Capacitación, Asesoría, Investigación y Comunicación como se muestra en la Figura 2.

3. El Centro de Enseñanza y Aprendizaje y los estándares CDIO

Como se planteó anteriormente, el centro de Enseñanza y Aprendizaje de la Facultad de Ingeniería tiene como objetivo principal alcanzar la excelencia en el aprendizaje y en los procesos de enseñanza en el contexto de la iniciativa CDIO. Con este fin las actividades del Centro están enfocadas en los elementos fundamentales que constituyen la filosofía propuesta por el consorcio.



Figura 1. Objetivos generales del Centro de Enseñanza Aprendizaje

El Centro busca fortalecer y mantener un contexto de la educación en ingeniería basado en el principio de que la tarea del ingeniero en la sociedad es dar solución a las necesidades del mundo, aportando su conocimiento, aptitudes y capacidades durante el ciclo de vida de productos, procesos y sistemas dentro de un modelo de Concebir, Diseñar, Implementar y Operar.

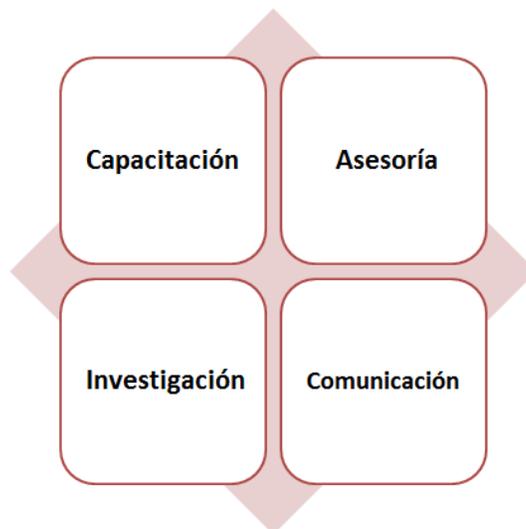


Figura 2. Actividades del Centro de Enseñanza Aprendizaje

Los elementos fundamentales de trabajo del Centro se describen a continuación de forma breve; en cada uno se establecen los correspondientes objetivos a partir de los lineamientos propuestos en la iniciativa CDIO:

En primer lugar, un aspecto fundamental para mantener el contexto del modelo CDIO es el fortalecimiento de los vínculos académicos con los principales actores de los programas (Crawley et al, 2007). En este grupo se encuentra la industria, los colegios, los egresados, el gobierno, los estudiantes, los profesores, y las unidades de dirección de la Universidad. Los objetivos del Centro relacionados con este tema son promover la presencia e integración de la industria e instituciones del gobierno en los procesos académicos de los programas, fomentando el acompañamiento en todas las etapas del proceso formativo, fortalecer los canales de comunicación con las unidades de dirección de la Universidad como mecanismo de mejoramiento continuo en los procesos del Centro. Promover el dialogo con los colegios para lograr una mejor articulación en el proceso de formación en ciencia y tecnología.

En segundo lugar, un currículo CDIO está basado en resultados de aprendizaje que integran competencias personales, interpersonales, disciplinares, profesionales y de construcción de producto, proceso o sistema (Felder, 1987). En este sentido el Centro está proyectado para prestar asesoría y capacitación en la reflexión curricular de los programas de la Facultad, basada en el modelo CDIO incluyendo seguimiento y capacitación para el diseño de cursos formulados mediante resultados de aprendizaje, asesoría a estudiantes para el desarrollo de las competencias relacionadas con aprendizaje de por vida, que incluyen técnicas de estudio, aprovechamiento de tiempo, entre otras.

En tercer lugar, un plan de estudios CDIO de nivel de pregrado tiene como piedra angular el curso de Introducción a la Ingeniería, el cual contribuye a generar en el estudiante de primer semestre una visión integral de la ingeniería y lo motiva a construir su proyecto de vida con una perspectiva holística y multidisciplinar (John, 20006). Desde esta perspectiva, son funciones del centro asesorar la formulación de resultados de aprendizaje del curso de Introducción a la Ingeniería de la Facultad, apoyar los programas en la formulación de las diversas actividades que conforman el curso y valorar la efectividad del curso para alcanzar los resultados de aprendizaje formulados.

Finalmente, un currículo CDIO entrelaza los fundamentos disciplinares con las competencias a través de proyectos integradores de alta complejidad, desarrollados a lo largo del plan de estudios (Krishnan, 2008). Estas experiencias deben ser de diseño y construcción de productos, procesos o sistemas en contextos reales de aplicación (Crawley et al, 2007); y dan al estudiante la oportunidad de entrar en contacto con problemáticas de su profesión (Blumenfeld, 1991). Los objetivos relacionados con este tema son asesorar la formulación de resultados de aprendizaje de los proyectos integradores, apoyar a los programas en la formulación de los proyectos integradores, valorar la efectividad de los proyectos para alcanzar los resultados de aprendizaje formulados y estimular además de apoyar la interdisciplinariedad y la multidisciplinariedad , necesarias en los proyectos integradores.

Para el desarrollo efectivo de un currículo CDIO es necesario contar con espacios de trabajo adecuados a las diferentes estrategias de enseñanza que faciliten y motiven el proceso de enseñanza y la generación de comunidades académicas de ingeniería (García, 2001). Como objetivos del Centro en esta área se destacan dos: asesorar la construcción o adecuación de espacios de trabajo CDIO en la Facultad y asesorar el uso de los espacios de trabajo de acuerdo con las actividades de los cursos en cada programa.

Un plan de estudios CDIO alcanza los objetivos de formación en sus cursos mediante estrategias pedagógicas que intencionalmente integren las competencias personales, interpersonales, disciplinares, profesionales y de construcción de producto, proceso o sistema. Dichas actividades promueven el buen uso del tiempo del estudiante y fomentan un aprendizaje centrado en ellos mismos, donde el profesor se constituye como un guía del proceso y un modelo profesional. Son igualmente funciones del Centro, la

asesoría en la formulación de estrategias pedagógicas que integren competencias y aprendizaje activo, la capacitación a los profesores en temáticas relacionadas con diversas estrategias pedagógicas y la valoración de la efectividad de las estrategias implementadas (Cantú, 20007).

Para que los estudiantes en un currículo CDIO alcancen los resultados de aprendizaje es importante que profesores, monitores y asistentes de docencia posean las competencias personales, interpersonales, disciplinares, profesionales y de construcción de producto, proceso o sistema que se integraron al programa. Los objetivos del centro relacionados con este tema son asesorar a los profesores, monitores y asistentes de docencia en el desarrollo de sus propias competencias mediante la capacitación en temas particulares, promover la participación de los profesores en la industria para obtener nuevas experiencias reales de ingeniería y apoyar el proceso de formación disciplinar de los profesores, monitores y asistentes de docencia alineándose con la visión de la Facultad.

Adicionalmente a que los profesores, monitores y asistentes de docencia posean las competencias integradas al programa, ellos deben poseer habilidades para enseñar las mismas. En este sentido el centro asesora a los profesores, monitores y asistentes de docencia en el desarrollo de sus competencias de enseñanza, promueve las estrategias de enseñanza apoyada por estudiantes de maestría y doctorado en los diferentes programas (micro-enseñanza) y capacita a docentes potenciales y nuevos miembros del grupo de profesores.

El proceso de aprendizaje de competencias personales, interpersonales, disciplinares, profesionales y de construcción de producto, proceso o sistema que se integraron al programa debe ser valorado en los estudiantes mediante una medida del nivel de proficiencia de las mismas, usando esquemas coherentes con las prácticas pedagógicas. Desde esta perspectiva el Centro tiene como funciones asesorar el uso de estrategias de valoración del aprendizaje, capacitar a los profesores en temáticas relacionadas con diversas estrategias de valoración del aprendizaje, valorar la efectividad de las estrategias implementadas.

4. Conclusiones

La reflexión que en la Universidad Javeriana ha llevado a cabo en el Departamento de Electrónica de la Facultad de Ingeniería en relación con la formación disciplinar, ha contribuido a la identificación y formulación de una propuesta de cambio estructural en el currículo. El largo y complejo proceso seguido por los profesores hizo evidente la necesidad de crear una unidad que lidere de manera continuada y sistemática el ciclo curricular CDIO, denominado Centro de Enseñanza y Aprendizaje. Se han tenido como referentes varios centros de enseñanza y aprendizaje de universidades alrededor del mundo. Un resumen de los mismos se presenta en la Figura 3.

Con el Centro la Facultad de Ingeniería pretende fortalecer aún más la excelencia en el aprendizaje y en los procesos de enseñanza, en el marco de la iniciativa CDIO. La asesoría y capacitación que a través de este se proporcione a la comunidad académica permitirá incidir en la reflexión curricular de los programas de la Facultad que siguen el modelo CDIO. Así mismo, dará soporte a procesos de seguimiento y capacitación orientados al diseño de cursos basados en resultados de aprendizaje y servirá como instrumento para asesorar a los estudiantes en el proceso de desarrollo de aquellas competencias clave con que debe contar el profesional de la ingeniería para responder a los retos que se plantean a la disciplina de cara al futuro.

Brown University[*]	<u>The Harriet W. Sheridan Center for Teaching and Learning</u>
University of Chicago[*]	<u>The Center for Teaching and Learning</u>
Columbia University[*]	<u>Graduate School of Arts and Sciences Teaching Center</u>
Cornell University[*]	<u>The Center for Teaching Excellence</u>
Dartmouth University[*]	<u>Dartmouth Center for the Advancement of Learning</u>
Harvard University[*]	<u>Derek Bok Center for Teaching and Learning</u>
MIT[*]	<u>MIT Teaching and Learning Laboratory</u>
University of Michigan[*]	<u>Center for Research on Learning and Teaching</u>
Northwestern University	<u>Searle Center for Teaching Excellence</u>
Oxford University[*]	<u>The Oxford Learning Institute</u>
University of Pennsylvania[*]	<u>Center for Teaching and Learning</u>
Princeton University[*]	<u>The McGraw Center for Teaching and Learning</u>
Stanford University[*]	<u>The Center for Teaching and Learning</u>
Yale University[*]	<u>Graduate Teaching Center</u>

Figura 3. Referentes Mundiales del Centro de Enseñanza Aprendizaje

El Centro contribuirá a alcanzar dos objetivos fundamentales. Por una parte, asesorar en la construcción o adecuación de espacios de trabajo académico en el marco de la iniciativa CDIO y orientar sobre el uso potencial de los mismos para el logro de los objetivos de formación. La consolidación de tales espacios dará apoyo a la innovación en las prácticas de enseñanza así como al necesario fortalecimiento de las relaciones entre profesores y estudiantes como integrantes de una comunidad académica de ingeniería. A través del Centro se podrá también incentivar la participación de profesores en el mundo de la industria, experiencia que alimentará la formación disciplinar de los profesores, y redundará en la formación de las nuevas generaciones de ingenieros. El Centro tendrá como pilar promover la innovación pedagógica por medio de la investigación en educación.

Referencias

- Crawley, E., et al., “Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach”. Springer Sciences + Business Media LLC. New York, 2007.
- Johns, K., “An Integrative First Year Civil Engineering Course: Initiation à la pratique professionnelle”, Proceedings of the International Conference on Innovation, Good Practice and Research in Engineering Education (EE2006), pages 399-404, Liverpool, UK, July 24-26, 2006.
- García, F., Musitu, G., AF5: Autoconcepto Forma 5 , Ed. Tea, Madrid, 2001.
- Cantú E. and Farines J.M., “Applying educational models in technological education” Education and Information Technologies , vol 12, issue 3, 2007, pp. 111-122.
- Krishnan M., Paulik M.J., Yost S. and Stoltz T. “Shared projects with a multi-sub-disciplinary flavor - providing integration and context in a new ECE spiral curriculum” Proceedings - Frontiers in Education Conference, 2008, pp. F1H-1 - F1H-6.
- Felder. R. (1987). On creating creative engineers. Engineering education, nº 77, 222 – 227.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palinscar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning, Educational Psychologist, 26, 369-398.

Sobre los autores

- **Luisa Fernanda García:** Ingeniera Electrónica, Maestra en Ingeniería Electrónica. Profesora de cátedra, luisa.garcía@javeriana.edu.co
- **Alejandra González:** Ingeniera Electrónica, Maestra en Ingeniería Electrónica. Profesora Asistente, agonzalez@javeriana.edu.co
- **Gloria Marciales Vivas:** Psicóloga, Maestra en Educación, Doctora en Filosofía y Ciencias de la Educación Universidad Complutense de Madrid. Profesora Titular. gloria.marciales@javeriana.edu.co
- **María del Mar Ruiz Gil:** Psicóloga, Profesora de cátedra. mmruiz@javeriana.edu.co
- **Francisco Viveros:** Ingeniero Electrónico, Profesor Titular. fviveros@javeriana.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)