



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

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

EXPERIENCIA DEL USO DEL KIT DE IMPLEMENTACIÓN DE LA INICIATIVA CDIO EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO

Francisco Javier Ibargüen Ocampo, Jorge Iván Marín Hurtado

Universidad del Quindío
Armenia, Colombia

Resumen

En el Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío, desde el año 2004, a propósito de la reforma curricular para registro calificado, ha identificado asuntos importantes para la formación de nuestros ingenieros: fuerte fundamentación técnica, formación humana contextualizada con la profesión, fuerte formación en diseño, integración del currículo, y desarrollo de habilidades cognitivas superiores, entre otras. En el 2001 la iniciativa CDIO se propuso como alternativa para la formación de los actuales ingenieros, transformando su perfil desde la ciencia de la ingeniería hacia la práctica de la ingeniería. En el 2010 se tuvo contacto con la iniciativa CDIO, la cual contiene los componentes fundamentales de la reflexión que se había realizado con antelación. Por lo tanto, el programa acogió dicha iniciativa como contexto de la formación del ingeniero electrónico Uniquindiano. En este artículo se describe el proceso adelantado en el Programa para lograr una implementación coherente del Syllabus CDIO, mostrando cómo usar el Kit de implementación, enfatizando en los talleres adelantados con el cuerpo docente, y la estrategia de implementación adoptada en el programa que involucra principalmente una reestructuración del trabajo en el aula.

Palabras clave: iniciativa CDIO; diseño curricular; formación en ingeniería

Abstract

Since 2004, the Electronics Engineering Program at the Universidad del Quindío, Colombia, motivated by the accreditation process, started an analysis regarding the curriculum reform. As a result of this analysis, the following issues were detected important in the formation of our engineers: strong technical foundation, personal-skills formation contextualized with the engineering role in the community, strong background in design, curriculum integration, and development of higher cognitive skills, among others. In 2001, the CDIO initiative was proposed as a way to train future engineers, transforming the engineers-training perspective from engineering science to the practice of engineering. In 2010, the Program identified that the CDIO

initiative matches the fundamental components identified through the reflection that we had performed in advance. Therefore, the Program welcomed this initiative as a context of education of our electronics engineers. This paper describes the process undertaken in the Program to achieve a consistent implementation of the CDIO Syllabus focused mainly on the CDIO Implementation Kit. This paper also emphasizes on the workshops oriented to the Faculty, and the implementation strategy adopted in the Program based on teaching and learning activities.

Keywords: *CDIO initiative; curriculum design; engineer training*

1. Introducción

Virtualmente todos los programas de pregrado en ingeniería electrónica de Colombia se han enfocado hacia una fuerte componente en formación disciplinar y una formación tangencial en cuanto al rol del ingeniero en la sociedad y el desarrollo de habilidades para desempeñarse efectivamente en el mundo laboral. En cuanto a la formación disciplinar, todos los programas de pregrado se enfocan en los primeros semestres a una formación en ciencia básica (matemática y física), introduciendo conceptos que los estudiantes se espera vayan a aplicar en semestres superiores; y la formación en semestres superiores está más enfocada hacia contenidos disciplinares. Si bien este modelo ha imperado en la mayoría de los programas de pregrado, los estudiantes que están ingresando actualmente a las universidades parecen enfocarse principalmente a la búsqueda de mecanismos de cómo aprobar un curso sin lograr niveles altos de pensamiento. En (Biggs & Tang, 2011) se discute este fenómeno dando una explicación basada en la taxonomía SOLO (*Structure of Observed Learning Outcome*: Estructura del Resultado de Aprendizaje Esperado). En dicha taxonomía se jerarquiza el pensamiento en cuatro niveles y dentro de un mismo nivel, el conocimiento puede ser de tipo declarativo o funcional. De esta forma, en el modelo tradicional, en los primeros semestres prima el conocimiento declarativo, y se delega para semestres superiores el desarrollo de habilidades hacia la aplicación, diseño y creación, es decir, conocimiento funcional. Dado que el conocimiento funcional está enfocado a habilidades innatas de cualquier ingeniero, en (Biggs & Tang, 2011) se presentan diferentes estudios que demuestran la necesidad de replantear el currículo, dotándolo de actividades de enseñanza/aprendizaje que permitan el desarrollo simultáneo de conocimiento declarativo y funcional.

El diseño curricular del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío no es ajeno a esta situación. Si bien se identificaron deficiencias en cuanto a la formación disciplinar, en el año 2007 se realizó un diagnóstico con respecto a las actitudes y habilidades personales de los estudiantes, resaltándose las siguientes características de los estudiantes: a) Interés prioritario en la prueba evaluativa puntual para obtener un mejor resultado numérico y no necesariamente a la apropiación del conocimiento; b) Poco apasionados por su ejercicio profesional, con visión limitada de su futuro y poco conscientes de la capacidad de transformación del entorno; c) Poca autonomía que le permita tomar decisiones sobre su propio devenir académico, profesional y personal; d) Deficiencias en el trabajo colaborativo y bajo nivel de liderazgo; e) Facilidad de apropiación de la tecnología pero bajos niveles de comprensión y motivación lectora; f) Algunas veces temerosos de la escritura y de manifestar abiertamente su pensamiento, con una creatividad aplicada al menor esfuerzo y una baja valoración del rigor; g) Jóvenes ambiciosos que no saben exactamente cómo desplegar su energía y sus esfuerzos.

Adicionalmente, y como resultado del proceso de autoevaluación, se consultó a algunos empleadores quienes manifestaron que los egresados del programa cuentan con muy buenas capacidades técnico-científicas pero son temerosos para reconocer sus fortalezas y debilidades, y en algunas ocasiones, vacilan

en la toma de decisiones que impacten su futuro profesional, limitando su liderazgo. Es importante resaltar que en (Biggs & Tang, 2011) se muestra que esta situación del programa, con respecto a la formación disciplinar y actitudinal, es un fenómeno mundial.

Como resultado de este diagnóstico se identificaron como los valores sobre los cuales se debe enfocar la formación de los estudiantes en el programa, los siguientes: a) Autonomía, con habilidad de adaptación y transformación, y con un pensamiento sistémico y visionario que le permita el diseño de procesos perdurables; b) Proactivo, que tenga deseos de servir a la sociedad, con capacidad de generar alternativas reales en un mundo globalizado desde lo local; c) Responsabilidad social, orientada a crear calidad de vida con habilidades especiales para descubrir la oportunidad en su campo de acción; d) Responsabilidad ambiental, con capacidad de identificar con claridad necesidades y problemas humanos y ambientales, proponer soluciones, gestionarlas y defenderlas; e) Liderazgo, con capacidad de percibir cambios y gestionar recursos, así como ser un empresario y generador de empleo, constructor de soluciones, que rompa con el mito de la dependencia tecnológica; f) Autocrítica y auto-reflexión que le permitan implementar soluciones creativas y eficientes a los problemas que presenta el mundo que lo rodea, y le permitan aceptar y desempeñar el rol que le corresponde cuando se desempeñe como miembro de un equipo de trabajo.

Algunos aspectos que se identificaron necesarios para la formación de nuestros ingenieros son: el contar con una componente humanística que complemente su formación técnica con el fin de incentivar su sensibilidad, criterio social, y el impacto de sus decisiones en el ambiente social y ambiental; una orientación ética transversal con su aprendizaje técnico-científico; una formación en la toma de decisiones, autonomía, autoaprendizaje, y capacidad de trabajo en equipo.

En el 2010 se tuvo contacto con la iniciativa CDIO presentada en la reunión anual de ACOFI, la cual contiene los componentes fundamentales de la reflexión expuesta anteriormente. En particular, la iniciativa CDIO plantea que la formación de los ingenieros debe enfocarse en las capacidades de concebir, diseñar, implementar y operar sistemas de ingeniería complejos con valor agregado, en un ambiente moderno basado en equipos de trabajo, para lo cual el programa debe facilitar espacios de trabajo o un contexto que permitan el aprendizaje del conocimiento disciplinar y otras habilidades (Crawley, et al., 2007). En particular, los propósitos del CDIO están manifestados en el Syllabus (Crawley, et al., 2011), el cual expresa cuatro componentes para la formación de los ingenieros: a) El aspecto de conocimiento técnico; b) Habilidades personales y profesionales enfocadas al razonamiento en ingeniería, solución de problemas y aspectos actitudinales de los ingenieros; c) Habilidades interpersonales enfocadas al trabajo en equipo y habilidades comunicativas; d) Habilidades para concebir, diseñar, implementar y operar sistemas en el entorno empresarial y contexto social.

De esta forma, el programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío encontró una oportunidad en la iniciativa CDIO para adecuar su rediseño curricular y apoyarse en la experiencia de las instituciones que han aceptado el CDIO durante la última década, el cual está plasmado en el Kit de Implementación CDIO, cuya adaptación al programa será descrita en las siguientes secciones.

2. Análisis Del Kit De Implementación

El Kit de implementación está organizado alrededor de los 12 estándares CDIO y permite visualizar la relación de dichos estándares con el Syllabus del CDIO, dando una aproximación sostenible para llevar a

cabo la reforma del programa. Junto con la descripción de los estándares también existe una sección retos para cada clúster y cómo direccionar dichos retos. La agrupación de los estándares se describe a continuación:

a) Contexto de la educación en ingeniería. Representado por el estándar uno;

Retos: convencer al personal del programa de la importancia de la iniciativa; mejorar la experiencia y conocimientos de los profesores en cuanto a trabajo en la industria para poder enseñar algunas de las destrezas CDIO.

Direccionamiento del Reto: presentar el material de referencia para conocimiento del CDIO.

b) Currículo. Métodos para especificar los Resultados de aprendizaje y el diseño curricular que los direcciona, el foco está en lo que los estudiantes hacen (Biggs & Tang, 2011); esta sección está compuesta por: Estándar 2 – Resultados de aprendizaje, descritos en el Syllabus; Estándar 3 – Currículo integrado; Estándar 4 – Curso de introducción a la ingeniería, que motive y muestre la perspectiva del ejercicio de la profesión.

Reto: Reformular el currículo; falta de apropiación por parte de los profesores de las destrezas necesarias para el desarrollo del CDIO en el currículo.

Direccionamiento del Reto: desarrollar un patrón para la reestructuración del currículo; realizar una evaluación comparativa del programa existente con respecto al CDIO; mejorar las destrezas CDIO de los profesores descritas en el syllabus.

c) Experiencias de diseño e implementación y espacios de trabajo. Métodos que involucran tanto a estudiantes como profesores en auténticas actividades de ingeniería, mejorando al mismo tiempo sus destrezas personales, interpersonales y de construcción de sistemas, el enfoque aquí está en: Estándar 5 – Experiencias de Diseño e implementación; Estándar 6 – Espacios de trabajo de ingeniería; Estándar 9 – Ampliación de las destrezas y competencias del profesorado.

d) Enseñanza y aprendizaje. Describe métodos y herramientas para mejorar la calidad de la enseñanza y da sugerencias para ampliar las destrezas de enseñanza y valoración del profesorado, su enfoque es: Estándar 7 – Experiencias de aprendizajes integradas; Estándar 8 – Aprendizaje activo; Estándar 10 - Ampliación de las competencias de enseñanza de los profesores.

Retos: los profesores ingenieros son muy fuertes en sus campos y disciplinas, pero generalmente no tiene suficiente experiencia en pedagogía, métodos y resultados; algunos enseñan tal como se les enseñó y no están conscientes de técnicas poderosas de aprendizaje como el aprendizaje activo entre otras. También existe falta de tiempo para preparar cursos para aprendizaje activo. Resistencia a reducir la cantidad de material cubierto.

Direccionamiento del Reto: existen varios recursos enlazados en el kit de implementación que permiten acceder a información y tutoriales que ponen de manifiesto el cómo implementar, por ejemplo, el aprendizaje activo en los diferentes cursos de un programa de ingeniería.

e) Valoración y evaluación. Métodos para valorar el aprendizaje de los estudiantes y evaluar el programa. Su enfoque es: Estándar 11 – Valoración del aprendizaje; Estándar 12 - Evaluación del programa.

Retos: ajustar los objetivos de aprendizaje a las herramientas y técnicas de evaluación.

Direccionamiento del Reto: desarrollar y crear métodos y herramientas para realizar una valoración del entendimiento conceptual, el aprendizaje experiencial, particularmente en cursos basados en proyectos.

Con el propósito de adoptar el CDIO en el programa se realizó un taller de análisis del estándar 1, en el cual los profesores reflexionaron alrededor de las siguientes preguntas: ¿Qué es el contexto CDIO? ¿Cuál es el objetivo principal de estándar 1? ¿Cómo se aplica el estándar 1 al programa? ¿Qué estrategia propondría para adoptar los estándares en el programa?

Esto llevó a una modificación a la misión, en la cual se incorporaron las cualidades de formación de nuestros ingenieros en el contexto CDIO. La nueva misión del programa es: *“El Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío tiene dos propósitos: contribuir al desarrollo de la región por medio de la investigación y la proyección social, y formar integralmente ingenieros capaces de fomentar y sustentar responsablemente el desarrollo tecnológico y la innovación, con perspectiva global, a través de sólidos conocimientos en electrónica aplicados en las áreas de las telecomunicaciones, los sistemas digitales, la automatización y el control, con destrezas para la concepción, el diseño y la implementación de soluciones de ingeniería en equipos de trabajo”*.

Para hacer la modificación de la misión, se realizaron tres claustros de profesores en donde se analizaron en detalle los estándares 1 y 2. De esta forma se alineó el quehacer del programa con la iniciativa CDIO; esta sentencia de misión se concertó en el claustro de profesores y se aprobó por el consejo curricular, dando así cumplimiento a un paso fundamental en la implementación de la iniciativa. También se revisaron la visión, los objetivos y los perfiles del programa, para garantizar su coherencia. Es de anotar que la visión del programa se realizó teniendo en cuenta el análisis del ser humano que queremos, desarrollado por el claustro de profesores en 2007.

Siguiendo las sugerencias estipuladas en el Kit, se realizó un proceso de diseminación a través de una serie de exposiciones, donde se capacitó a los profesores acerca de qué es y en qué consiste el CDIO, es decir, generar conciencia de los 12 estándares y del syllabus; también se asistió a la conferencia CDIO San Andrés del 2012 para aprovechar las experiencias de la implementación realizada por otros programas, particularmente la Universidad de Chile, la Universidad Javeriana de Bogotá, el MIT y el KTH Royal Institute of Technology.

Una de las conclusiones extraídas de la participación en esta conferencia es que la contribución de los profesores es vital en la implementación de la iniciativa, así que nuestro reto fue entonces generar una estrategia en la que se pudieran involucrar a los profesores de forma temprana en la iniciativa.

Se realizaron varios talleres que se sugieren en el clúster de **currículo** del Kit de implementación, los cuales fueron:

- **Síntesis del estándar 2:** Este estándar tiene que ver con el Syllabus CDIO, y las propuestas que tiene para la generación de ciertas competencias específicas en los estudiantes, las preguntas de reflexión fueron: ¿Qué son Resultados de Aprendizaje? ¿Cuál es el objetivo principal de estándar 2? ¿Cómo se aplica el estándar 2 al programa? ¿Qué estrategia propondría para adoptar el estándar en el programa?. Se observó que la elaboración de **resultados de aprendizaje** se constituía en un eje fundamental para la implementación de las competencias CDIO descritas en el Syllabus
- **Síntesis del estándar 3:** Al realizar un sondeo entre los profesores quedó de manifiesto que no tenían una concepción clara de que se entiende por currículo integrado, pues la mayoría hizo referencia a la implementación de proyectos integradores por semestre. Para superar esta deficiencia se realizó un taller de diseño curricular dirigido por un experto en el tema Giovanni M. lafrancesco V. quien a través de su experiencia proveyó a los profesores las bases para un diseño curricular coherente con las necesidades de los profesionales del siglo XXI.
- **Valoración de las competencias CDIO actuales de los estudiantes.** Desde la perspectiva de los profesores se realizó una encuesta-taller de nivel dos del Syllabus, donde se analizó cómo estaban nuestros estudiantes con respecto a: destrezas personales y los atributos profesionales; destrezas

interpersonales como trabajo en equipo y comunicación; y destrezas para concebir, diseñar, implementar y operar sistemas en el contexto empresarial, social y ambiental.

En cuanto a la apreciación de los profesores se detectaron ciertas deficiencias en cuanto a: razonamiento analítico y solución de problemas; pensamiento sistémico; actitudes, pensamiento y aprendizaje; trabajo en equipo; comunicación en lenguajes extranjeros; contexto externo, social y ambiental; contexto empresarial y de negocios; concibiendo sistemas de ingeniería y administración; liderar esfuerzos de ingeniería; emprendimiento.

Este taller mostró en comparación con el CDIO, en qué áreas debe esforzarse el programa para que la formación de nuestros estudiantes sea considerada CDIO.

- **Taller de nivel 2 del syllabus desde la perspectiva del trabajo en el aula de los profesores.** Se les pidió que con respecto a los niveles de competencia relacionados en el Syllabus CDIO comentaran con qué profundidad las abordaban en sus cursos, en cuanto a: Introducir, Enseñar o Utilizar cierta competencia y describir ¿Cuáles sub-tópicos enfatiza? Esto es el nivel 3 del syllabus. También se les pidió que referenciaran ¿Cuáles temas proveen introducción o enseñanza previamente? Y si se Enseña, ¿cuáles temas proveerán la Utilización? Esto tiene que ver con cómo se integra el currículo. De hecho en este taller se evidenció la falta de perspectiva en cuanto a la implementación del CDIO para formar un currículo integrado. Se observó también que a medida que los talleres se acercaban al nivel del trabajo en el aula, los profesores mostraban más incertidumbre en cuanto a lo que debería hacerse.

Es por esto que el Programa optó por enfocarse en el trabajo de los profesores en el aula, y teniendo en cuenta que tanto el syllabus, como el Kit de implementación hacen referencia inicialmente al diseño de los resultados de aprendizaje, se concluyó que un arranque temprano de los profesores se podría realizar a través de talleres que permitieran

1. Diseñar los Resultados de aprendizaje previstos a nivel de curso y con miras a desarrollar competencias específicas descritas en el syllabus CDIO.
2. Aprender a diseñar e implementar actividades de aprendizaje que direccionen los resultados de aprendizaje previstos para que los estudiantes puedan cumplirlos.
3. Diseñar un sistema de evaluación del curso, tanto formativa como acumulativa, tal que fuera coherente con lo pretendido por los resultados de aprendizaje previstos.

Este procedimiento se describe en la siguiente sección.

Todo el trabajo de implementación del CDIO se está realizando a través de herramientas colaborativas como Google Sites (Presentación y mantenimiento de la información), Google Drive para la realización de las encuestas de valoración a través de formularios y administración de documentos (el Kit de implementación se maneja de esta forma).

3. Estrategia a nivel de aula

Uno de los aspectos más importantes de la implementación de la iniciativa CDIO es la reestructuración del trabajo en el aula el cual se debe enfocar no solamente en la adquisición de conocimiento declarativo sino también en conocimiento funcional que implique el desarrollo de habilidades personales e interpersonales (Crawley, et al., 2007). Actualmente existen propuestas de rediseño curricular radicales para formar simultáneamente en conocimiento declarativo y funcional, planteando la sustitución de las asignaturas por el desarrollo de proyectos semestrales que demandan una gran autonomía por parte del estudiante y tutoría

por parte del docente (Tobón, 2010). Es claro que una reestructuración curricular profunda es posible sólo si todo el cuerpo docente está comprometido y tiene una visión compartida de las metas del programa. Aunque la mayoría de los docentes del programa de Ingeniería Electrónica hacen parte del mismo y están comprometidos, un gran parte de ellos pertenecen a otros programas académicos, por lo que el reto formativo enfocado en la iniciativa CDIO es una tarea compleja si se plantea una reestructuración profunda. Es por esta razón que el programa adoptó un modelo de implementación que parte desde el trabajo en el aula en lugar de cambios radicales en la malla curricular.

Una necesidad identificada en el programa para la planeación de actividades en el aula es la alineación constructiva. En la alineación constructiva es necesario que en cada espacio académico, el conjunto de actividades desarrolladas en el aula y por fuera de ella se encuentren perfectamente alineadas con los resultados de aprendizaje y los métodos de evaluación (Biggs & Tang, 2011). Lo anterior trae consigo un cambio en la planeación de los espacios académicos y la potenciación de nuevas habilidades en el cuerpo docente.

La planeación de los espacios académicos se encuentra plasmada en un micro-currículo donde se declaran los “objetivos” del curso. La redacción de los objetivos se enfoca generalmente a los contenidos que el docente debe enseñar, más no constituyen una guía para que el estudiante conozca las destrezas y conocimiento que él debe adquirir al finalizar el mismo. Dado que los objetivos están enfocados a metas del docente, estos no permiten planear actividades que estén enfocadas a lo que el estudiante debe saber y hacer, ni mucho menos ofrece una guía preparar la evaluación que permita valorar en qué medida el estudiante ha adquirido el conocimiento y las destrezas. Es por esta razón que en una alineación constructiva se prefiere trabajar con Resultados de Aprendizaje Previstos (RAP) en lugar de objetivos.

En contraste al objetivo, un RAP plantea un verbo enfocado al estudiante, un contenido temático y un contexto de aplicación, mientras que el objetivo se refiere generalmente a un verbo enfocado en el docente y un contenido temático. El contexto en el RAP es sumamente importante pues es una guía para que el estudiante identifique los ámbitos en los cuales dicho conocimiento se aplica en su ejercicio profesional. Lo anterior no es generalmente claro en un objetivo. Además, el verbo en un RAP debe estar ligado a algún nivel de conocimiento que se desea formar, ya sea empleando la taxonomía Bloom o la taxonomía SOLO.

Uno de los principales obstáculos identificados en el trabajo con el cuerpo docente del programa fue la aceptación de la necesidad de una alineación constructiva y el cambio cultural en lo que respecta a trabajar con RAPs en lugar de objetivos. Para tal fin se realizaron una serie de talleres que permitieron capacitar al cuerpo docente en alineación constructiva, la formulación de RAP, y la planeación de actividades acordes a los RAP. Como resultado de estos talleres, se muestra en Tabla 1 como los objetivos específicos que se había planteado inicialmente en el micro-currículo del curso de Medios de Transmisión, fueron replanteados en función de RAP. Nótese que los objetivos están referidos a verbos que no permiten definir con claridad el nivel de pensamiento a alcanzar (por ejemplo, comprender o estudiar), están enfocados a conocimiento declarativo (por ejemplo, introducir), y carecen de un contexto de aplicación del conocimiento. Por su parte, en los RAP propuestos para este curso, es evidente el propósito de formación (verbo), el contenido, y el contexto de aplicación, lo que facilita la planeación de actividades en el aula por parte del docente, y establecer claramente los propósitos de evaluación tanto para el docente como para el estudiante.

Tabla 1. Objetivos y RAPs para el curso de Medios de Transmisión

Objetivos	Resultados de Aprendizaje Previstos (RAP)
<ul style="list-style-type: none"> • Comprender las técnicas de conmutación. • Estudiar la digitalización de la voz en PCM. • Entender el funcionamiento básico de redes telefónicas. • Comprender el funcionamiento de las tecnologías utilizadas en redes de área amplia. • Analizar el protocolo IP y sus aplicaciones. • Comprender la estructura y funcionamiento de las redes multiservicios. • Introducir los conceptos básicos de ingeniería de teletráfico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resolver problemas reales que se presentan en las diferentes tecnologías de transferencia de información que se utilizan en los sistemas de telecomunicaciones. • Realizar análisis y diagnóstico del desempeño tanto de una red de acceso como de una troncal en un sistema de telecomunicaciones. • Aplicar la ingeniería de tráfico para realizar el dimensionamiento de los recursos que requiere de un sistema de telecomunicaciones de acuerdo con la demanda de sus usuarios. • Describir la plataforma y protocolos que soportan la convergencia de redes y servicios de telecomunicaciones.

Finalmente, en (Biggs & Tang, 2011) se describen diferentes metodologías de enseñanza/aprendizaje para lograr la alineación con los RAPs, entre las cuales se citan: el aprendizaje basado en casos, aprendizaje basado en problemas, prácticas empresariales, y trabajo en equipo. En talleres realizados con el cuerpo docente, se ha venido promoviendo el uso del aprendizaje basado en problemas, ya que este tipo de metodología permite desarrollar conocimiento estructurado para ser usado en entornos de trabajo, desarrollar procesos de razonamiento efectivos, desarrollar habilidades auto-dirigidas, incrementar la motivación por aprender y desarrollar habilidades de trabajo en grupo.

4. Conclusiones

En este trabajo se describió las razones por las cuales el Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío adoptó la iniciativa CDIO como el contexto de formación de sus ingenieros, y cómo se ha venido realizando dicha implementación. Fundamentada en la experiencia del programa se destacan las siguientes recomendaciones: a) es imprescindible que todos los docentes conozcan y comprendan los estándares y el syllabus CDIO, ya que sin este requisito no hay un entendimiento compartido de lo que se pretende y hacia dónde se dirige la iniciativa; b) los profesores son los que implementan el CDIO con su quehacer, por lo tanto, es necesario involucrarlos desde etapas tempranas de la implementación del CDIO proveyéndoles herramientas para potenciar su quehacer docente (elaboración de RAP, y planeación de actividades y evaluación orientadas en los RAP); c) al partir de la implementación a nivel del aula, la implementación del CDIO se reflejará en los niveles más altos de la institución, es decir, partimos desde el Programa hacia la Facultad y así hacia la Universidad; d) es de resaltar la importancia del Kit de implementación en la síntesis y agrupación de estándares, lo cual permite tener una visión integrada para ejecutar las acciones de implementación de iniciativa CDIO, particularmente lo relacionado con los retos y el direccionamiento de retos.

5. Referencias

- Biggs, J. & Tang, C., 2011. *Teaching for Quality Learning at University*. 4 ed. s.l.:Open University Press.
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Lucas, W. A. & Brodeur, D. R., 2011. *The CDIO Syllabus v2.0*. Copenhagen, Dinamarca, s.n.

- Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S. & Brodeur, D., 2007. *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*. s.l.:Springer.
- Tobón, S., 2010. *Formación integral y competencias: Pensamiento complejo, didáctica, currículo y evaluación*. 3ra ed. s.l.:Ecoe Ediciones.

Sobre los autores

- **Francisco Javier Ibargüen O.:** Ingeniero Electricista, Magister en Automática. Profesor asistente. fjibarguen@uniquindio.edu.co
- **Jorge Iván Marín H.:** Licenciado en Electricidad y Electrónica, Máster en Ciencias de los Materiales, Doctor en Filosofía del Georgia Institute of Technology major in Electrical and Computer Engineering. Profesor asistente. jorgemarin@uniquindio.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)