



Innovation in research and engineering education:
key factors for global competitiveness
*Innovación en investigación y educación en ingeniería:
factores claves para la competitividad global*

EL RETO DEL MASMELO A TRAVÉS DE LA INICIATIVA CDIO

Darío Esteban Recalde Morillo

Universidad Autónoma de Occidente
Cali, Colombia

Resumen

El presente trabajo compara los resultados en la solución de un problema de Ingeniería a través de la recursividad y la improvisación, y un proceso de solución de problemas basado en la planeación y el diseño. Esto se realiza con la combinación de una actividad colaborativa y un enfoque de trabajo profesional. La primera, el Reto del Masmelo, es una prueba planteada por Wujec (2010) en TED Conferences y que explora la creatividad de los estudiantes para alcanzar un objetivo concreto con recursos limitados. El segundo elemento es la Iniciativa CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar, Operar), una estrategia desarrollada por el Massachusetts Institute of Technology (MIT) a fines de la década de los 1990, que permite que los estudiantes configuren problemas propios de la Ingeniería y obtengan mejores resultados cuantitativos y cualitativos en su solución. La aplicación de El Reto del Masmelo bajo los lineamientos de la Iniciativa CDIO es una oportunidad para que los estudiantes del curso de Introducción a la Ingeniería 1 en la Universidad Autónoma de Occidente (Cali) pongan en práctica conceptos claves y competencias generales en una experiencia de aprendizaje lúdico. La finalidad de esta experiencia es comparar y discutir abiertamente los resultados y reflexiones a la luz de un proceso sistemático y creativo de solución de problemas, como parte del desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje en los nueve programas de Ingeniería en dicha Universidad.

Palabras Clave: iniciativa CDIO; aprendizaje lúdico; solución de problemas en Ingeniería

Abstract

This paper compares the results in solving engineering problems through recursion and improvisation, and troubleshooting processes based on planning and design. This is done by combining a collaborative task and professional work approach. The first task is The Marshmallow Challenge, a test proposed by Wujec (2010) at TED Conferences, which explores the creativity of the participants to reach a goal with limited resources. The second element is the CDIO Initiative (Conceive, Design, Implement, Operate), a strategy developed by the Massachusetts Institute of Technology (MIT) in the late 1990s, that allows students to configure problems of Engineering and obtain better qualitative and quantitative results in their solution. The application of The Marshmallow Challenge under the guidelines of the CDIO Initiative is an opportunity for

students in the Introduction to Engineering 1 course to implement key concepts and general skills on a fun learning experience. The purpose of the experience is to compare and discuss openly the results and reflections in the light of a systematic and iterative process of solving problems as part of the development of the teaching-learning process in engineering programs.

Keywords: CDIO initiative; playful learning; engineering problem solving

1. Introducción

El presente documento contiene los resultados de El Reto del Masmelo desarrollado bajo el enfoque de la Iniciativa CDIO en el curso de Introducción a la Ingeniería 1, que es cursada por estudiantes de nueve programas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente (UAO). El contexto del estudio es una Investigación-Acción Educativa, que busca la reflexión de las prácticas docentes para el mejoramiento de los procesos y los resultados en el aula. Se contó con la asesoría del Centro de Investigación y Formación en Educación (CIFE) de la Universidad de Los Andes (Uniandes), como parte del Programa de Formación de Profesores en Currículo y Pedagogía (PFP) de la UAO realizado entre 2011 y 2012. En primer lugar, se diagnosticó la situación actual en el curso y se planeó la aplicación de la actividad El Reto del Masmelo. Luego, se puso en práctica de nuevo con los lineamientos de la Iniciativa CDIO para la solución de problemas en Ingeniería, documentando las observaciones y los resultados del proceso de aprendizaje. Finalmente, se realizó una evaluación de la intervención con el fin de mejorar su aplicación a futuro, teniendo en cuenta las reflexiones del docente y sus estudiantes; extendiéndola a otras prácticas y cursos de Ingeniería.

2. Planeación de la experiencia

A través del proceso de Investigación-Acción se realizó el diagnóstico de la situación actual, la identificación del problema y la propuesta de diseño de la intervención académica.

2.1 Contexto general y diagnóstico de la situación actual

El propósito de Introducción a la Ingeniería 1 para el período 2012-03 (Ágredo, et al, 2012) es orientar a los ingenieros e ingenieras en formación de los programas de Ingeniería de la Facultad, para que comprendan el quehacer profesional mediante el conocimiento, aplicación y articulación de conceptos, métodos y técnicas y comportamientos, que les permitan dar solución metódica, creativa y colaborativa a problemas de Ingeniería en un contexto determinado. Se espera desarrollar un nivel de dominio de las siguientes competencias:

Tabla 1. Competencias propuestas por la Facultad de Ingeniería	
Generales	Específicas
<ul style="list-style-type: none"> • Buscar, seleccionar, analizar y usar información. • Trabajar cooperativa y colaborativamente con otros. • Gestionar y liderar su proceso personal de aprendizaje. • Cultura tecnológica y del pensamiento crítico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar, analizar, configurar problemas pertinentes al quehacer de la Ingeniería. • Comunicar en forma oral, escrita y gráfica ideas, diseños y argumentos técnicos.

A través de preguntas orientadoras (Serrano, 2011) hacia la reflexión del docente sobre la situación actual del curso, se indaga sobre la problemática actual desde su práctica académica:

Tabla 2. Indagación general de la problemática actual	
Pregunta orientadora	Reflexión del docente
¿Qué pasa en este momento en el aula?	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes no participan en clase con preguntas o aportes desde su experiencia o saber. • Los estudiantes no desarrollan el proceso de solución de problemas en Ingeniería basados en pensamiento crítico e información conceptual. • Los estudiantes no expresan su interés en el estudio de la Ingeniería a través del cumplimiento y la completitud de sus trabajos académicos. • Los estudiantes consideran los recursos tecnológicos (diapositivas en MS PowerPoint) como la única o mejor experiencia de aprendizaje, demeritando otras didácticas en el aula de clase. • El trabajo colaborativo no es realizado conjunta y equitativamente por todos los integrantes del grupo.
¿En qué sentido esta situación es un problema?	Los estudiantes no consideran importante un proceso formal de solución de problemas en Ingeniería frente a las actividades de clase que se proponen.
¿Qué sucede ahora?	Los estudiantes dan alternativas de solución desde su sentido común, sin interesarse en realizar un análisis cuantitativo y cualitativo del trabajo con un enfoque de formación en Ingeniería.
¿Cómo puedo resolverlo?	Mostrar las ventajas de resolver un problema a través de un proceso sistemático de estudio y acción.

Se define entonces un posible punto de partida a través del siguiente enunciado: “¿Qué puedo hacer para cambiar la inmediatez con que los estudiantes formulan alternativas superficiales para solucionar problemas en Ingeniería?”. Esta pregunta permite examinar las diferencias entre la práctica educativa actual y la que se pretende que sea.

2.2 Identificación del problema

A partir del contexto y el diagnóstico general, la situación problema se definió así: en el curso de Introducción a la Ingeniería 1 los estudiantes en formación se apresuran por resolver los problemas y ejercicios de clase, considerando únicamente su intuición y su experiencia pasada, propia o ajena. Una posible causa de esta situación es el afán con que buscan dar respuesta al reto planteado, o la falta de análisis riguroso a los elementos de información suministrados. Una posible consecuencia es que los estudiantes no generan una cantidad y calidad de alternativas de solución que satisfagan los criterios y restricciones del caso, con la innovación y recursividad propias del estudio sistemático de la Ingeniería.

Entonces el problema de la práctica académica a resolver es: ¿cómo lograr que los estudiantes se apropien de una forma de pensamiento y acción para configurar y diseñar soluciones a problemas de Ingeniería, atendiendo satisfactoriamente a las restricciones y criterios en una búsqueda permanente de la mejor alternativa posible? La situación esperada en un escenario hipotético de clase donde se dé respuesta a la pregunta, evidenciándose que:

- Los estudiantes ya no compiten por dar una respuesta inmediata al reto planteado.
- Formulan preguntas para sí mismos, sus compañeros y el docente sobre el contexto buscando información relevante para identificar cuál es el problema de Ingeniería a resolver y los recursos y restricciones con que cuentan para hacerlo.
- Generan alternativas posibles de solución a partir de los criterios y restricciones y proponen una programación de actividades y recursos para desarrollarlo.

2.3 Diseño de la intervención

Los referentes para el desarrollo del proceso de investigación-acción educativa son dos:

- Los cursos que ofrece el Centro de Innovación Educativa en Ingeniería (Introducción a la Ingeniería 1, Introducción a la Ingeniería 2 y Diseño Básico en Ingeniería) han adoptado un marco educativo innovador basado en la Iniciativa CDIO, como asunto medular de la planeación y evaluación de sus

programas de curso a través de los conceptos de Concebir, Diseñar, Implementar y Operar problemas y soluciones de Ingeniería.

- El Reto del Masmelo, una prueba planteada por Wujec (2010) en TED Conferences, que explora la creatividad de los participantes para alcanzar un objetivo colaborativamente (elevar un masmelo) con recursos de trabajo limitados (18 minutos, 20 espaguetis, 90cm de cinta de enmascarar, 90cm de hilo). El objetivo de la prueba El Reto del Masmelo es construir la más alta y autónoma estructura que eleve y sostenga un masmelo en el tiempo asignado y usando sólo los recursos dados.

El objetivo de este proceso de investigación-acción educativa fue explorar una alternativa pedagógica que permita reconocer las ventajas y desventajas de configurar y solucionar problemas de Ingeniería basándose tanto en los conocimientos y experiencia previa como en concepciones propias de la profesión de Ingeniería. Como parte del proceso de investigación-acción educativa los estudiantes se enfrentan colaborativamente a El Reto del Masmelo en una primera fase de manera intuitiva, para luego desarrollarlo sistemáticamente a través de la Iniciativa CDIO, y luego confrontar los resultados de la solución de problemas desde las dos perspectivas. El proceso requiere dos intervenciones, donde se programarían las actividades de observación y evaluación por parte de pares o terceros sobre el proceso en el laboratorio.

Tabla 3. El Reto del Masmelo, prueba original (primera sesión)						
Objetivo	Desempeños	Contenidos	Criterios	Actividades de Enseñanza y Aprendizaje		
				Para clase	Profesor	Estudiantes
Identificar y formular problemas en Ingeniería para generar alternativas de solución que satisfagan las restricciones del contexto del caso.	En una guía de trabajo, los estudiantes siguen las indicaciones de la prueba original y registran los resultados obtenidos en el logro o no del objetivo propuesto.	Curiosidad Creatividad	Cumplimiento de las restricciones. Participación de los estudiantes Análisis del desarrollo de la prueba	Antes	Preparación del material y explicación de las restricciones de la prueba	Ninguna
				Durante	Supervisión de las condiciones de la prueba	Aplicación de la prueba original desde su sentido común
				Después	Retroalimentación en plenaria del desarrollo de la prueba desde la intuición y la improvisación.	Registro de resultados y lectura de material sobre la Iniciativa CDIO y su aplicación en la Ingeniería.

Tabla 4. El Reto del Masmelo, prueba con Iniciativa CDIO (segunda sesión)						
Objetivo	Desempeños	Contenidos	Criterios	Actividades de Enseñanza y Aprendizaje		
				Para clase	Profesor	Estudiantes
Identificar y formular problemas en Ingeniería para generar alternativas de solución que satisfagan las restricciones del contexto del caso.	En una guía de trabajo, los estudiantes siguen las indicaciones de la prueba original y registran los resultados obtenidos en el logro o no del objetivo propuesto.	Necesidades y problemas en Ingeniería Iniciativa CDIO Planeación de actividades y recursos	Cumplimiento de las restricciones. Participación de los estudiantes Análisis del desarrollo de la prueba	Antes	Preparación del material y explicación de las restricciones de la prueba	Desarrollo de Guía de Trabajo a partir de la Iniciativa CDIO
				Durante	Supervisión de las condiciones de la prueba	Desarrollo de la prueba desde la Iniciativa CDIO
				Después	Retroalimentación en plenaria del desarrollo de la prueba desde los procesos sistemáticos en Ingeniería	Registro de resultados y comparación con la prueba anterior, con las conclusiones de ambos procesos.

Al finalizar las dos intervenciones, se analizan los resultados conjuntamente y se retroalimenta sobre las diferencias entre los dos escenarios de resolución de problemas en Ingeniería.

3. Aplicación y Observación de la Experiencia

Los instrumentos de documentación del proceso de investigación-acción educativa fueron la observación de clases por el docente a cargo y por un docente par, el registro audiovisual y las guías de trabajo. Se usaron las siguientes guías diseñadas propiamente para El Reto del Masmelo para cada sesión de trabajo de tres grupos (3, 4 y 11) de la asignatura:

- Prueba Original. Se presentan una breve descripción de la prueba según las indicaciones originales y un cuadro de registro de los resultados de la misma a nivel cuantitativo, la altura alcanzada, y la justificación del logro o no del objetivo.
- Prueba basada en la Iniciativa CDIO. Se presentan una descripción de la prueba y un esquema de trabajo para una solución sistemática del problema. También incluye un espacio para que gráficamente se especifique la solución propuesta.
- Resultados de las pruebas. Se presenta un cuadro para la comparación de las dos pruebas y la justificación de sus diferencias, con elementos de reflexión sobre la experiencia del estudiante en las dos sesiones.

4. Evaluación de la experiencia

A continuación se presentan las observaciones sobre el desarrollo del proceso y los resultados obtenidos en las sesiones de trabajo realizadas para la prueba.

4.1 Observaciones a los resultados por parte del docente a cargo

Los siguientes son los resultados obtenidos por 18 equipos de trabajo distribuidos en 3 grupos de Introducción a la Ingeniería 1 del período 2012-03, para un total de 65 estudiantes.

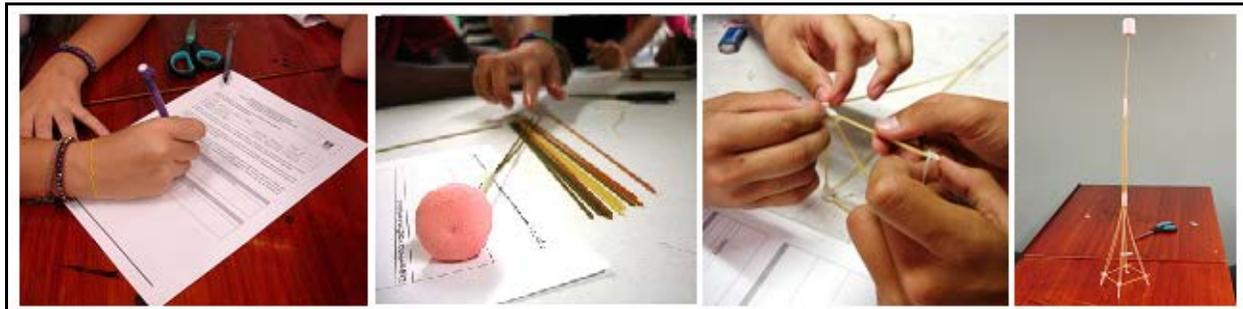
Equipos	Grupo 3: 21 estudiantes		Grupo 4: 23 estudiantes		Grupo 11: 21 estudiantes	
	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 1	Sesión 2
A	54	50	0	0	27	49
B	0	0	0	42	0	60
C	0	48	0	0	45	0
D	0	78,5	0	0	33	54
E	52	62	68	70	0	54
F	0	49	67	77	0	49

La prueba original no especifica altura mínima. Por lo tanto, los resultados obtenidos serán buenos per se hasta cuando se compara con los de otros equipos para reconocer a quien lo haya superado en mayor medida y haya desarrollado las guías de trabajo completas y correctas. Las notas promedio de los Grupos 3, 4 y 11 fueron respectivamente 4,0, 3,7 y 4,3.

Tabla 6. Cambios en los resultados de las medidas de las estructuras en cada grupo						
Variación	Grupo 3: 21 estudiantes		Grupo 4: 23 estudiantes		Grupo 11: 21 estudiantes	
	Equipos	Porcentaje	Equipos	Porcentaje	Equipos	Porcentaje
Cambio negativo	1	16,67%	0	0%	1	16,67%
Sin cambio	1	16,67%	3	50%	0	0%
Cambio positivo (hasta 30cm de altura)	1	16,67%	2	33,34%	2	33,33%
Cambio positivo (desde 30cm de altura)	3	50,00%	1	16,67%	3	50%
Total	6	100%	6	100%	6	100%

Esto es, del total de equipos de trabajo de cada grupo de clase con un total de 65 estudiantes, 12 de 18 equipos (66,67%) obtuvieron resultados con cambio positivo, y 6 de 18 (33,33%) sin cambios o con cambios negativos en la prueba.

Imagen 1. Desarrollo de El Reto del Masmelo a través de la Iniciativa CDIO



4.2 Observaciones a la práctica por parte de los estudiantes

Las guías de trabajo registran las apreciaciones de los estudiantes sobre la diferencia entre los enfoques de solución y sus conclusiones generales de este proceso al enfrentar la prueba.

Tabla 8. Reflexiones de los estudiantes sobre la prueba	
Elemento	Reflexión
Diferencia entre las pruebas	<ul style="list-style-type: none"> • “En la primera prueba se cumplió el objetivo, pero quizás no hubo una buena planeación, ya que cuando se estaba agotando el tiempo fue que se construyó la torre”. • “En la prueba original el objetivo no fue alcanzado debido a la mala distribución de la fuerza de trabajo y de la falta de un líder con previa planeación”. • “En la segunda prueba se tenía el objetivo más claro”. • “En la segunda prueba el resultado fue el esperado, ya que fuimos más ordenados en la repartición de funciones y además tuvimos en cuenta las fallas de la primera prueba para no repetir las en ésta”.
Identificación, análisis y resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • “Cuando uno hace un análisis de un problema y planeación sobre él puede lograr sus objetivos”. • “Nos dimos cuenta que a la hora de poner en práctica la Iniciativa CDIO pudimos mejorar en cuanto a la estructura y la altura del problema de Ingeniería que teníamos”. • “Se debe tener en cuenta la resistencia del mecanismo, la unión y la forma más práctica de elevar un masmelo. Una de ellas fue adquirir el modelo CDIO para tener una buena planeación y cómo diseñar el mecanismo: fue eficiente para la construcción”.
Formulación, planeación y ejecución de soluciones	<ul style="list-style-type: none"> • “Debido a la correcta formulación del problema realizamos la planeación, asignando a cada uno una función, así nos rindió el tiempo, ejecutando de forma correcta la solución que habíamos elegido”. • Con respecto a la primera prueba, “lo pudimos hacer mejor trabajando en equipo y siendo tolerantes y no dejándonos llevar por la presión del tiempo; realizamos cada parte de la estructura de una manera calmada y con delicadeza para no cometer los mismos errores”.

Trabajo en equipo y administración de recursos	<ul style="list-style-type: none"> • “Estamos conformes con el trabajo de grupo, ya que buscamos la manera de economizar tiempo, el cual era el mayor problema a resolver”. • “El trabajo en equipo es altamente dependiente de un líder, ya que en la primera sesión nadie sabía qué y cómo hacer. Una vez definido un líder en la segunda prueba, los recursos fueron mejor administrados y el trabajo en equipo dio frutos”.
Cumplimiento de restricciones y reglas de juego	<ul style="list-style-type: none"> • “Las restricciones y las reglas de juego siempre serán, más que un problema, una motivación a la hora de crear algo. Para decir la verdad, las restricciones son las que hacen a un ingeniero, porque sin restricciones no se necesitaría ideas ingeniosas”.
¿Qué aprendieron?	<ul style="list-style-type: none"> • “Aprendimos que las cosas es mejor planearlas, porque a la ligera pueden salir mal, y que no hay que rendirnos, porque si de algo nos hemos dado cuenta es que nosotros somos capaces”. • “Trabajar y solucionar un problema en un corto período de tiempo y a asignar las respectivas funciones y a trabajar en equipo, respetando las ideas de los demás”. • “Antes que todo se debe saber plantear el objetivo de la solución”. • “Siempre competir con el tiempo”. • “Trabajar como grupo es beneficioso tanto para la solución como para nosotros”.
¿Qué les llamó la atención?	<ul style="list-style-type: none"> • “Nos llamó la atención que una prueba aparentemente fácil nos uniera y desilusionar, pero ya sabemos que el tiempo es y será nuestro enemigo”. • “Nos llamó mucho la atención cómo en la segunda prueba se hacen las cosas de una mejor manera... cómo a partir de algunos errores se mejora sustancialmente un proyecto”.

4.3 Observaciones al proceso por parte del docente par académico

Los siguientes son los resultados de las observaciones del docente par invitado a las sesiones.

Tabla 7. Desempeños de los estudiantes observados por el docente par académico		
Criterio	Sesión 1: Prueba Original	Sesión 2: Prueba CDIO
Manejo del tiempo	Lo consideran como un recurso que pueden gastar sin importancia	Lo consideran como una restricción y actúan bajo tal valoración
Trabajo en equipo	Actúan desde la individualidad de su iniciativa por hacer uso de los materiales	Asignan tareas a cada integrante como aporte a la labor grupal
Uso de herramientas	No toman en cuenta la regla, las tijeras y el cronómetro para afrontar la prueba	Tienen claro cómo usar cada herramienta de acuerdo a lo requerido en la prueba
Uso de materiales	La cuerda no la utilizan o la utilizan para decorar la estructura final	La cuerda se convierte en uno de los elementos claves de su diseño
	Los espaguetis los cortan sin medida y sin importar el desperdicio de los mismos	Los espaguetis son cortados casi milimétricamente para optimizar su uso
	La cinta la cortan en trozos grandes y la pegan sin mayor cuidado en las uniones	La cinta la regulan según la necesidad de unión o reforzamiento de la estructura
Planeación	No hay acuerdo en el objetivo a lograr y en las actividades a realizar por cada uno	Todos tienen claro lo que tienen que hacer antes y durante la prueba
Diseño	La estética y la funcionalidad no es considerada en la estructura final	La funcionalidad es prioritaria y procuran una armonía con su estética
Reglas de juego	Las indicaciones y recomendaciones iniciales sobre el desarrollo de la prueba no son prioritarias	Cumplen con las condiciones independientemente de la motivación externa para hacerlo.

4.4 Oportunidades de mejoramiento de la prueba

La práctica y la guía de trabajo de El Reto del Masmelo pueden ser mejoradas en su forma y fondo con las observaciones recogidas por los estudiantes, el docente par y el docente a cargo.

- Revisar y ajustar la asignación de puntos de cada elemento de evaluación de la guía, ponderando el proceso, los resultados y los puntos de premiación para ambas pruebas.
- Realizar las pruebas con mayor tiempo de diferencia, al inicio y al final del semestre por ejemplo, para que los estudiantes logren asimilar y combinar mejor los conceptos de la Iniciativa CDIO y los otros elementos propios de la formación en Ingeniería.

- Plantear nuevas actividades académicas bajo la misma metodología, sin desconocer la relevancia de El Reto del Masmelo.

5. Conclusiones

Acerca del Proceso Investigación-Acción Educativa. Es válido que el docente improvise a partir de su experiencia en actividades académicas que resulten de su espontaneidad o de la de sus estudiantes, pero el diseño de la intervención permite el orden necesario para su preparación, desarrollo y evaluación del objetivo a cumplir en cada clase. Se trata de tener las reglas claras para todos antes, durante y después de cada juego. Asumir esta práctica en los procesos de desarrollo del curso de Introducción a la Ingeniería 1, y de cualquiera otra asignatura, ofrece la posibilidad a todos los estudiantes de ganar claridad, tiempo y precisión en la consecución de los objetivos planteados al inicio del semestre.

Acerca del problema del cual se partió. El proceso de formación de un ingeniero e ingeniera requiere tanto de promover el uso de sus conocimientos previos como de una estructura propia de la profesión que le ofrezca alternativas formales para su aprovechamiento. La configuración de problemas y el diseño de soluciones en Ingeniería no pueden ser fruto del mero sentido común ni tampoco de una única metodología: la curiosidad y creatividad deben presentar una solución cumpliendo las restricciones y los criterios de evaluación requeridos por el contexto.

Acerca de la participación de los estudiantes. El Reto del Masmelo resulta atractiva por dos cosas: La primera es su juzgamiento apresurado sobre la imposibilidad de lograr el objetivo con los recursos asignados. Este juicio se desmiente cuando se ponen en juego los dos escenarios de la intervención. Es decir, en la primera sesión su sentido común y en la segunda sesión la Iniciativa CDIO. Y segundo, porque los enfrenta colaborativamente y contra el tiempo a ganar en franca lid una actividad académica con iguales condiciones para todos: no hay lugar a favoritismos del docente o capacidades extraordinarias de sus compañeros.

Acerca del rol como docente. La generación de intervenciones diferentes a las clases magistrales es una apuesta que pocos docentes se atreven a hacer, pero el esquema de trabajo de investigación-acción y el diseño de cada una de las sesiones facilitan que los docentes cambien sus metodologías para mejorar tanto el ambiente del grupo de trabajo como los resultados que alcancen en tema de clase. El docente se vuelve el facilitador de este proceso al ofrecer el escenario de trabajo colaborativo, pero sólo los estudiantes con su docente pueden comprender su valor para la profesión cuando evalúen conjuntamente los resultados obtenidos: nadie enseña, todos aprenden.

Acerca de los objetivos planteados y de las competencias a desarrollar en Ingeniería. El proceso de investigación-acción educativa cumplió los objetivos tanto por su desarrollo académico didáctico como por los resultados prácticos de la prueba. Ahora bien, las diferencias en los dos momentos del Reto del Masmelo, entre el “ser” (estar siendo) y el “deber ser”, dan cuenta de lo que los estudiantes pueden lograr bajo las pautas y las expectativas de la Ingeniería como profesión, al enfocar su práctica cotidiana en metodologías sistemáticas para la identificación y solución de problemas en cualquiera que sea el contexto en que se plantean.

Tabla 9. Expectativas del proceso de enseñanza-aprendizaje		
Competencia	Es	Deber ser
<i>Competencia General</i>	El estudiante trabaja individual pero aisladamente las actividades sin considerar el objetivo común que les atañe a todos como conjunto.	El estudiante trabaja cooperativa y colaborativamente con otros, para emprender actividades de clase en espacios académicos presenciales y de aprendizaje autónomo que requieran la conformación de un equipo.
<i>Competencia Específica</i>	El estudiante presenta una solución posiblemente efectiva pero basada en su sentido común y experiencia personal o ajena, sin analizar el objetivo y el contexto en que se encuentra el problema	El estudiante identifica, analiza, y configura problemas cotidianos y pertinentes al quehacer de la Ingeniería, dándole solución en forma metódica mediante la utilización coherente de conocimientos, actuaciones y competencias desarrollados en el curso.

6. Referencias

- Ágredo, O. et. al (2012). Programa del curso Introducción a la Ingeniería 1 para el período académico 2012-03. Universidad Autónoma de Occidente. Cali, pp.2.
- Berggren, K. et. al (2003). CDIO: An international initiative for reforming engineering education. World Transactions on Engineering and Technology Education, Vol.2, No.1.
- Serrano, G. (2011). Guía elaboración proyecto integrador. UAO-UNIANDÉS.
- Wujec Tom (2010). The Marshmallow Challenge. TED Conferences. Disponible en la web: <http://www.marshmallowchallenge.com/Welcome.html>
- The Worldwide CDIO Initiative. Disponible en la web: <http://www.cdio.org/>

Sobre el autor

- **Darío Esteban Recalde Morillo.** Ingeniero Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana Cali y Magíster en Ingeniería de la Universidad del Valle. Docente del Centro de Innovación Educativa en Ingeniería, CIEI, de la Universidad Autónoma de Occidente, Cali – Colombia. derecalde@uao.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)