



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

Cartagena de Indias, Colombia
18 al 21 de septiembre de 2018



FORTALECIMIENTO DE COMPETENCIAS ABET A TRAVÉS DEL APRENDIZAJE ACTIVO EN CADA SEMANA DE LA INNOVACIÓN

Gleidys Margoth Blanco, José Tiberio Hernández, María Catalina Ramírez

**Universidad de los Andes
Bogotá, Colombia**

Resumen

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes ha diseñado un espacio de aprendizaje activo que contribuya a fortalecer competencias en los estudiantes conforme a los estándares esenciales para la formación de ingenieros preparados para responder a los retos de bienestar, seguridad y desarrollo de la sociedad. Dicho espacio es *La Semana de la Innovación*, una iniciativa académica compuesta por diferentes espacios de innovación y emprendimiento basado en ciencia y tecnología en la que se promueven y exponen diversas iniciativas de estudiantes y egresados de la universidad. Este evento se ha realizado semestralmente desde el 2017 y ha estado integrado principalmente por ferias de proyectos de innovación de estudiantes y egresados, conferencias, charlas y talleres con invitados especiales nacionales e internacionales que han aportado su conocimiento y experiencia en temas de innovación y emprendimiento. En sus tres versiones sus ferias de proyectos de innovación han logrado reunir a más de 3.000 estudiantes de ingeniería de primer semestre y mitad de carrera, quienes a lo largo de un semestre académico idearon y formularon 553 proyectos de innovación que se proponen como soluciones estructuradas a problemáticas contemporáneas. Así, la Semana de la Innovación se ha configurado como un espacio para fortalecer en los estudiantes, de manera conjunta, competencias que hacen parte de las metas de aprendizaje de todos los programas de ingeniería de la facultad y que están alineadas con las competencias definidas en los estándares de acreditación ABET.

Palabras clave: innovación; aprendizaje activo; ABET

Abstract

The Faculty of Engineering of the Universidad de los Andes has designed an active learning space that contributes to strengthen skills in students according to the essential standards for the training of skilled engineers ready to face challenges of welfare, safety and development of society. That space is the Week of Innovation, an academic initiative made up of different events of innovation and entrepreneurship based on science and technology in which a variety of initiatives of students and graduates are promoted and exhibited. Those events have been held biannually since 2017 and have been integrated mainly by fairs of innovation projects of students and graduates, conferences, talks and workshops with special national and international speakers who have contributed their knowledge and experience in innovation and entrepreneurship. In all three versions, the innovation project fairs have brought together more than 3.000 engineering students in their first semester and mid-career, who over the course of one academic semester devised and formulated 553 innovation projects that are proposed as structured solutions to contemporary problems. Thus, the Week of Innovation has set up as an important space to strengthen in students skills that are part of the learning goals of all the engineering programs of the faculty and that are aligned with the defined competencies in the ABET accreditation standards.

Keywords: *innovation; active learning; ABET*

1. Introducción

La Semana de la Innovación de la Universidad de los Andes es un espacio de aprendizaje activo integral cuyo desarrollo lidera la Facultad de Ingeniería en la última semana de clase del semestre académico, que en cada versión reúne a más de 1.200 estudiantes de ingeniería de sistemas y computación, biomédica, civil, ambiental, eléctrica, electrónica, industrial, mecánica, química, administración y diseño, principalmente de primer semestre y mitad de carrera, en eventos académicos en los que los estudiantes tienen un rol protagónico como líderes de su proceso de aprendizaje en temáticas y habilidades de innovación con base en ciencia y tecnología que favorecen el fortalecimiento de competencias duras y blandas identificadas como metas de aprendizaje de todos los pregrados de la facultad. Los eventos representativos de la Semana de la Innovación han sido 3 ferias de proyectos de innovación: 'Expoandes', 'La Muestra' y el 'Coworking Experience', y 3 eventos con formato de conferencia, charla y/o taller: 'El Encuentro', el 'Día de la Innovación Social con Tecnología' y el 'Taller de Innovación con Impacto'. Semestralmente en las ferias de innovación se exponen más de 250 proyectos de estudiantes quienes a lo largo del semestre de manera grupal idean y formulan sus proyectos con base en conocimiento que se proponen como solución a problemáticas y retos en salud, alimentos, agua y medio ambiente, educación, materiales, movilidad, gestión urbana, infraestructura, servicios profesionales y ocio, que al ser expuestos en la Semana de la Innovación al finalizar el semestre le permite a los grupos de estudiantes interactuar y recibir realimentación sobre sus proyectos de otros estudiantes y profesores de diferentes disciplinas, egresados, padres de familia e importantes actores del sector externo. Mientras que los espacios con formato de conferencia, charla y/o taller semestralmente reúnen a más de 200 participantes activos, con formación de múltiples disciplinas y con distintos niveles de experiencia, entre estudiantes de

pregrado y posgrado, profesores y egresados, quienes aportan sus conocimientos y experiencias en reflexiones y actividades de resolución creativa de problemas y retos de ingeniería.

Las competencias que se fortalecen en los estudiantes en La Semana de la Innovación además de estar alineadas con las metas de aprendizaje de los programas académicos de pregrado de la Facultad de Ingeniería también están muy alineadas con las competencias definidas en los estándares de acreditación ABET, entre las que predominan: (D) Desempeñarse en equipos de trabajo multidisciplinarios; (E) Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería; (F) Comprender la responsabilidad ética y profesional; (G) Comunicarse efectivamente; (H) Adquirir la formación necesaria para entender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social; (J) Conocer temas contemporáneos.

En el presente artículo se compartirán los principales aprendizajes de este espacio de innovación para fortalecer en los estudiantes competencias duras y blandas alineadas con las metas de aprendizaje ABET señaladas anteriormente.

2. Antecedentes y Contexto Teórico

La permanente búsqueda por reforzar los espacios de aprendizaje en ingeniería hace repensar las metodologías tradicionales que se dan en el aula. Diseñar metodologías mediante las cuales los estudiantes logren apropiarse de competencias básicas que les permitan integrar sus diferentes conocimientos con una actitud proactiva es un interés de varios profesores de Ingeniería de la Universidad de los Andes. Particularmente la Facultad de Ingeniería ha estado conectada con procesos de evaluación que permitan reforzar habilidades básicas que debe tener un ingeniero en su ejercicio profesional. Para ello referentes basados en valoraciones nacionales como CBA e internacionales como ABET han permitido exaltar las fortalezas del estudiante y las debilidades en medio de su proceso de aprendizaje. El Aprendizaje Activo, se presenta como una apuesta práctica para promover estudiantes/profesionales con capacidad de observación de problemas actuales complejos, trabajo en grupo, comunicación efectiva y solucionar problemas contemporáneos éticamente. Desde hace varios años la apuesta por desarrollar proyectos por equipos de trabajo (con énfasis diferentes) ha sido la clave del aprendizaje activo. En ACOFI (2013) se presentó la apuesta de generar tres (o más espacios) de aprendizaje activo: al Inicio de la carrera, a la mitad y a la final.

Dichos espacios han venido reforzándose con las necesidades de abordar esquemas de aprendizaje colaborativo para generar la posibilidad de abordar proyectos complejos que sean evaluados no solo por profesores, sino por los mismos estudiantes y por egresados de los diferentes programas. De dicha manera se ha pretendido reforzar éstos basados en el estudio de las potencialidades del aprendizaje activo. Kolb (1984) define el aprendizaje como el proceso en el que se adquiere el conocimiento, mediante la transformación de la experiencia. Tal transformación resulta de la observación reflexiva, la formación de conceptos abstractos y la experimentación activa; los estudiantes pueden aprender efectivamente los conceptos sobresalientes a través de la experiencia. Laverie (2006) afirma que el conocimiento es un proceso que fluye naturalmente de las interacciones sociales entre individuos. Para que el proceso

de aprendizaje tenga sentido, se debe tener cuidado en la forma en que el individuo se relaciona con el "mundo real", y cómo estas experiencias personales y las relaciones entre los individuos y el entorno se retroalimentan mutuamente (Kolb 1984, Illeris 2003). Otro factor a tener en cuenta en el aprendizaje activo es la dimensión motivacional, lograda con el desarrollo de una sensibilidad personal para los incentivos de aprendizaje (Illeris 2003). Esta afirmación puede considerarse como una prueba o comparación entre experiencias previas y nuevas (Kolb 1984) o como un cuestionamiento sobre un fenómeno (formular preguntas, hipótesis y explicaciones) (Duque 2006). Entre las condiciones para fomentar el aprendizaje activo tenemos que: (i) incorporar distinciones, transformar la experiencia, (ii) construir conocimiento socialmente, (iii) obtener retroalimentación entre los individuos y su entorno y (iv) pasar por una declaración de freno. Entendemos el aprendizaje activo (Armstrong 2007, Gunnarson 2007) como un proceso orientado hacia la acción, hacia la participación activa, tanto física como intelectualmente (National Research Council 2003). Se centra en desarrollar habilidades de pensamiento de alto nivel: analizar, sintetizar, evaluar.

3. Descripción Semana de la Innovación

La Semana de la Innovación es un espacio de aprendizaje activo compuesto por diferentes iniciativas de estudiantes y egresados de la Universidad de los Andes donde se promueve la innovación y el emprendimiento con base en ciencia y tecnología. Este espacio es un esfuerzo de la Facultad de Ingeniería en cooperación con el Centro de Innovación Innovandes, el Centro de Emprendimiento y las dependencias de Desarrollo Profesional y Alianza Social Uniandina de la Asociación de Egresados de la Universidad de los Andes. A continuación, se ilustra la relación de los espacios de la Semana de la Innovación con las competencias ABET que se fortalecen en los estudiantes que participan activamente en ella:

SEMANA DE LA INNOVACIÓN 2018
7 al 11 de mayo · Edificios Mario Laserna y W



INNOVACIÓN

CON IMPACTO

LUNES 7 DE MAYO

LA MUESTRA
Edificios Mario Laserna y W. Muestra de 122 proyectos de 568 estudiantes de mitad de carrera de Ingeniería, Administración y Diseño. 500 visitantes.

MARTES 8 DE MAYO

EXPOANDES
Edificios Mario Laserna y W. Muestra de 133 proyectos de 597 estudiantes de primer semestre de Ingeniería. 1500 visitantes.

VIERNES 11 DE MAYO

COWORKING EXPERIENCE
Uniandinos -Asociación de Egresados- Muestra de 8 proyectos destacados de Expoandes y La Muestra, y de proyectos empresariales de egresados de diferentes disciplinas y niveles de experiencia.

MARTES 8 DE MAYO

EL ENCUENTRO
Auditorio Mario Laserna
Conferencia: Emprendimiento en la universidad: 7 pasos para el éxito de fundadores estudiantes. Con **Andrés Barreto**, creador de Grooveshark. 100 asistentes.

MIÉRCOLES 9 DE MAYO

DÍA DE INNOVACIÓN SOCIAL CON TECNOLOGÍA
Edificio Mario Laserna ML-905B. Tres emprendedoras egresadas comparten sus experiencias cambiando vidas a través de la tecnología. 30 asistentes.

JUEVES 10 DE MAYO

TALLER DE INNOVACIÓN DE IMPACTO
Casa Innovandes
Aplicación del Pensamiento de Diseño para solucionar retos de forma creativa. Con los estudiantes **Innovation Fellows**. 45 asistentes.

ABET Engineering Accreditation Commission

FERIAS DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN

- D** Desempeñarse en equipos de trabajo multidisciplinares
- E** Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería
- G** Comunicarse efectivamente
- J** Conocer temas contemporáneos

- H** Adquirir la formación necesaria para entender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social
- J** Conocer temas contemporáneos

- F** Comprender la responsabilidad ética y profesional
- H** Adquirir la formación necesaria para entender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social

- D** Desempeñarse en equipos de trabajo multidisciplinares
- E** Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería

Expoandes. Los estudiantes de primer semestre de los nueve (9) pregrados de la Facultad de Ingeniería exponen en formato feria los proyectos de innovación que desarrollan durante el

semestre académico como parte de las actividades de los cursos de Introducción a la Ingeniería, de este modo, los proyectos que se presentan en Expoandes reflejan la aplicación de los conceptos fundamentales de cada disciplina aprendidos por los nuevos estudiantes de ingeniería, puestos en práctica para resolver retos y problemáticas contemporáneas. Durante Expoandes los estudiantes exponen su proyecto durante una jornada completa en corredores de alto tráfico del campus, de manera que se le permite a los estudiantes expositores comunicar su proyecto, interactuar y recibir realimentación de sus profesores, estudiantes de su disciplina de semestres más avanzados, estudiantes y profesores de otras disciplinas, egresados invitados de la facultad de ingeniería y otros visitantes externos como estudiantes de colegios y padres de familia. Semestralmente, en promedio 600 estudiantes en aproximadamente 125 equipos presentan sus proyectos en Expoandes.

La Muestra. Estudiantes de cursos-proyecto de mitad de carrera de los diferentes pregrados de la Facultad de Ingeniería y también de algunos cursos de Administración y Diseño en formato feria exponen proyectos de innovación que desarrollan durante el semestre académico como parte de las actividades de sus cursos de aprendizaje activo. Esta feria se desarrolla de manera similar a Expoandes aunque se diferencian radicalmente en la calidad de los proyectos que se presentan, puesto que dada la mayor trayectoria de los estudiantes en los pregrados de ingeniería, los proyectos de La Muestra reflejan la aplicación de conceptos sólidos de las ciencias y fundamentos de ingeniería en una resolución más estructurada de los problemas. Semestralmente, en promedio 590 estudiantes de ingeniería, administración y diseño en cerca de 120 equipos presentan sus proyectos en La Muestra.

El Encuentro. Espacio con formato conferencia-taller diseñado para compartir novedades en tendencias de innovación con base en conocimiento y propiciar el encuentro de los diferentes actores de la Universidad de los Andes importantes en la consolidación del ecosistema de innovación de la universidad. En la primera versión de la Semana de la Innovación la invitada especial fue Leticia Britos, profesora y co-directora del programa “University Innovation Fellows” de la Universidad de Stanford, quien realizó un taller de diseño para la resolución creativa de problemas. En la segunda versión se invitó a Ken Singer, co-director del centro para el emprendimiento y la tecnología de la Universidad Berkeley, quien recalcó los desafíos y la importancia de la innovación y el emprendimiento en los mejores estudiantes universitarios. En la tercera versión se invitó a Andrés Barreto, joven colombiano creador de empresas referentes en el mundo de la tecnología, quien compartió sus recomendaciones para iniciar un emprendimiento desde la universidad. El Encuentro ha contado con una asistencia promedio de 120 personas entre estudiantes, egresados, profesores e invitados externos.

Día de la innovación social con tecnología. Espacio con formato taller-conversatorio diseñado para compartir las experiencias de estudiantes y egresados emprendedores sociales de la Facultad de Ingeniería que usan la tecnología como aliada para impactar positivamente a las comunidades. Este significativo espacio es generado en cooperación con la dependencia Alianza Social Uniandina (ASU) de la Asociación de Egresados y ha contado con la participación activa de estudiantes, egresados y profesores de la Facultad de Ingeniería e importantes organizaciones del ecosistema de la innovación social en Bogotá y Cundinamarca en general. En la última versión además se realizó una exposición de posters de los proyectos desarrollados en el

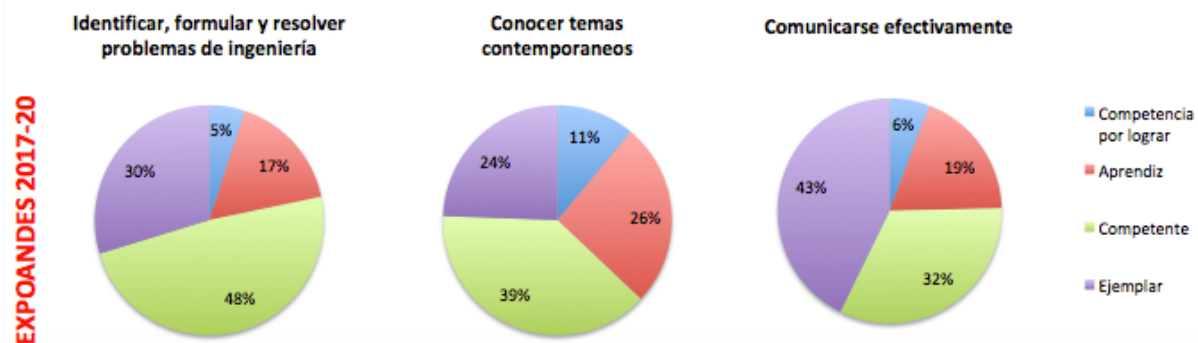
contexto del curso Proyecto Multidisciplinario de Diseño en Ingeniería, quienes comunicaron a egresados sus proyectos de innovación para la intervención a problemas sociales reales de comunidades en Cundinamarca con soluciones centradas en el humano y basadas en el conocimiento, lo que propició un excelente ambiente de interacción entre egresados y estudiantes de ingeniería con intereses por la innovación social.

Taller de innovación de impacto. Espacio con formato taller de aprendizaje activo diseñado para que los estudiantes “University Innovation Fellows” difundan los conocimientos y habilidades que adquirieron en el programa de innovación de la Universidad de Stanford con los demás actores del ecosistema de innovación y emprendimiento de la Universidad de los Andes, para lo cual los estudiantes, apoyados en un instructor de Innovandes, desarrollaron un taller para enseñarles a los asistentes a aplicar una metodología de pensamiento de diseño para la solución creativa de los retos y problemas del día a día, extrapolable a problemas de mayor envergadura en las diferentes disciplinas de la ingeniería. El taller, de aproximadamente 2 horas, es desarrollado por 50 personas entre estudiantes, profesores y egresados, los cuales son agrupados en equipos multidisciplinarios y de múltiples niveles de experiencia.

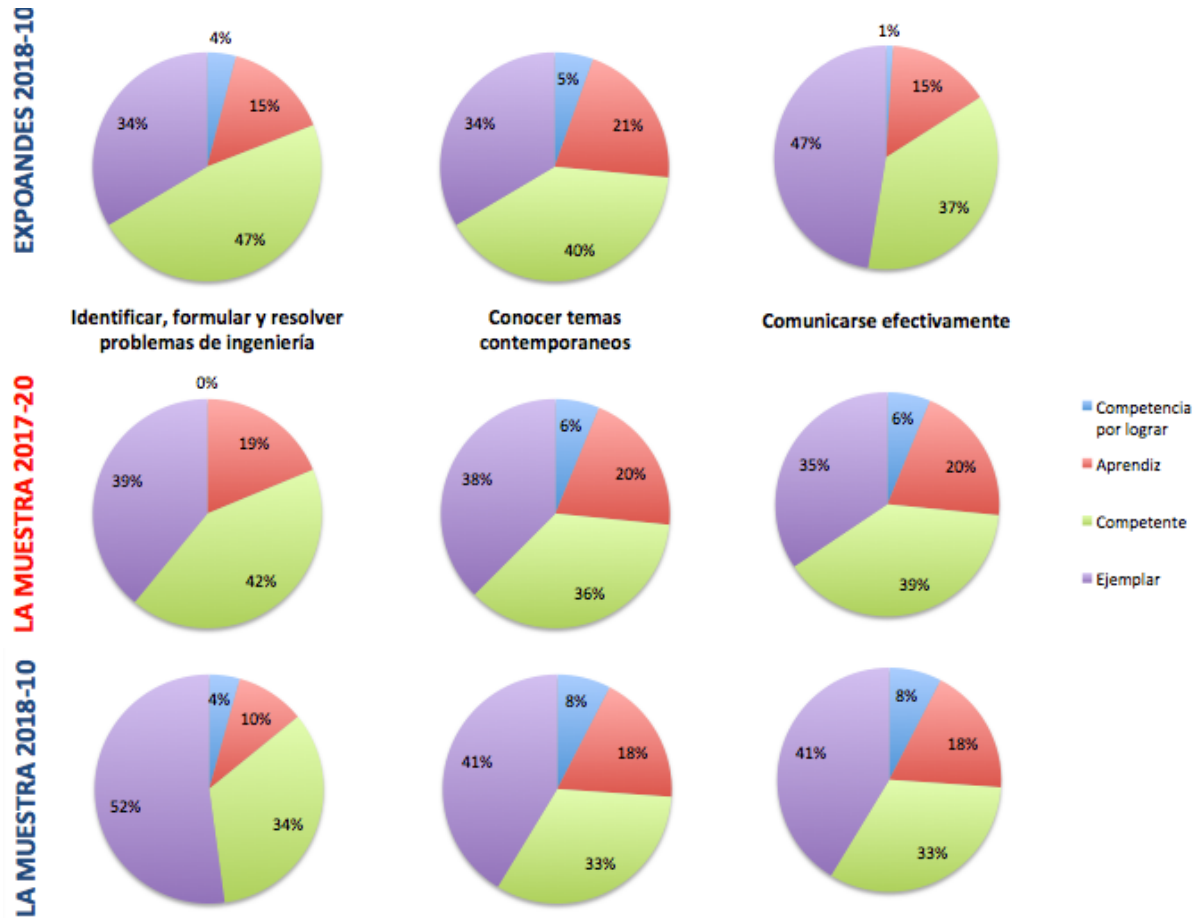
Coworking Experience. En formato feria, en las instalaciones de la Asociación de Egresados “Uniandinos”, se realiza una exposición de proyectos de emprendimiento de estudiantes, egresados y profesionales de diversas disciplinas con el objetivo de propiciar un escenario de encuentro y creación de redes entre emprendedores, clientes, aliados e inversionistas potenciales. La Facultad de Ingeniería, en cooperación con la dependencia de Desarrollo Profesional de la Asociación de Egresados, genera un espacio para que los proyectos más destacados de Expoandes y La Muestra hagan parte del Coworking Experience con el objetivo de permitirles a los estudiantes comunicar su proyecto y establecer posibles alianzas que favorezcan su posterior materialización, en pro de aportar desde la universidad soluciones innovadoras y viables a problemas relevantes de la sociedad. En cada versión en promedio 25 estudiantes de ingeniería presentan sus proyectos en el Coworking Experience.

4. Resultados

A continuación se ilustran los hallazgos de las competencias evaluadas entre pares de manera multidisciplinaria en el contexto del desarrollo de las ferias de proyectos de innovación de la última versión de la Semana de la Innovación:



FORTALECIMIENTO DE COMPETENCIAS ABET A TRAVÉS DEL APRENDIZAJE ACTIVO EN CADA SEMANA DE LA INNOVACIÓN



En las anteriores gráficas, producto de 140 evaluaciones cruzadas de equipos de estudiantes de Expoandes en el semestre 2017-20 y 194 en el semestre 2018-10 y 66 de La Muestra en el semestre 2017-20 y 94 en el semestre 2018-10, se pueden observar cómo los diferentes participantes (egresados, profesores y estudiantes) consideran que se desempeñan los estudiantes en primer semestre (Expoandes) y en mitad de carrera (muestra). Observando cómo se desarrollan la competencia en primer semestre mediante el desarrollo de proyectos se puede observar que los estudiantes están adquiriendo en su gran mayoría la competencia de observar y abordar un problema desde la ingeniería (competencia E de ABET). En menor proporción, pero igualmente relevante, se va adquiriendo la capacidad de abordar problemas contemporáneos de una manera activa (competencia I). La competencia de comunicación es importante, pero es la que más hay que desarrollar al comparar las competencias propuestas para Expoandes. En el caso de la mitad de carrera. A medida que van progresando en la carrera los estudiantes disminuyen un poco la capacidad de abordar las problemáticas con ingeniería, pero en ningún caso se observa que sea una competencia por lograr. La competencia de comunicación aumenta evidenciando unos bajos porcentajes en lograr esta competencia.

5. Conclusiones y trabajo futuro

Aunque no se ha realizado aún evaluaciones cuantitativas de los eventos, diferentes a Expoandes y La Muestra, por ahora la alta participación de estudiantes, profesores y muy particularmente egresados permiten observar cómo procesos de aprendizaje activo como coworking, talleres de innovación y el día de innovación social se van posicionando como espacios de aprendizaje activo relevantes en la formación (particularmente de los ingenieros). Estos espacios pretenden reforzar la manera en cómo éticamente un profesional aborda una problemática (competencia D) en medio de un equipo multidisciplinario (competencia F).

Los diferentes espacios de interlocución permitieron que los egresados valoraran los diferentes procesos de primer semestre (Expoandes) y Mitad de carrera (Muestra). Las evaluaciones permitieron observar cómo las competencias de identificar problemas de ingeniería, conocer problemas contemporáneos y comunicarse efectivamente se pueden reforzar por medio de proyectos que van trabajando en diferentes espacios de formación.

Finalmente es importante generar espacios de aprendizaje donde los estudiantes estén tan cercanos a proyectos reales cómo les sea posible. Esto genera un aprendizaje que bien se ha venido articulando con los cursos básicos de la ingeniería. Es importante continuar realizando mediciones, no solo de Expoandes y la Muestra, sino de todos los espacios diseñados para la Semana de Innovación.

6. Referencias

Artículos de revistas

- Laverie, D. (2006). In-class active cooperative learning: A way to build knowledge and skills in marketing courses. *Marketing Education Review*, 16 (2), 59–76.

Libros

- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Memorias de congresos

- Hernández, B. Caicedo, M. Duque, R. Gomez. "Engineering School Renovation Project: Universidad de los Andes", Bogotá, Colombia. ALEE Workshop, June 2004. Nantes, France.
- Hernández, J.T. and Ramírez, M.C. (2008). Innovation and Teamwork Training in Undergraduate Engineering Education. The fair and the contest: milestones of innovation. 8th ALE International Workshop, June 2008. Bogotá, Colombia.

- Ramírez, M.C. and Hernández, J.T. (2008). Teamwork and innovation competences: a first-semester engineering students' hands-on course. SEFI Annual Conference. Aalborg, Dinamarca.

Fuentes electrónicas

- ABET (2004). Criteria for accrediting engineering programs, <http://www.abet.org>

Sobre los autores

- **Gleidys Margoth Blanco:** Ingeniera Industrial, estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial. Asistente Graduado de Investigación de la Facultad de Ingeniería. gm.blanco854@uniandes.edu.co
- **José Tiberio Hernández:** Ingeniero de Sistemas y Computación, Master en Ingeniería de Sistemas y Computación, DEA Informatique Appliquée, Docteur Ingénieur, ENSTA-Paris. Profesor asociado. jhernand@uniandes.edu.co
- **María Catalina Ramírez:** Ingeniera Industrial, Master en Ingeniería Industrial, PhD Ingeniería Gestionale Politecnico di Milano Italia. Profesora asociada. mariaram@uniandes.edu.co

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

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)