



**Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI**

Innovación en las facultades de ingeniería:
el cambio para la competitividad y la sostenibilidad

Centro de Convenciones Cartagena de Indias

4 al 7 de octubre de 2016



PRÁCTICAS Y ROLES DE APRENDIZAJE ACTIVO EN UN CURSO BÁSICO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

José Nicolás Pacheco, Alba Ávila, José Tiberio Hernández, María Catalina Ramírez

**Universidad de los Andes
Bogotá, Colombia**

Resumen

La formación de capital humano coherente con el plan de desarrollo nacional (PDN) que visibilizan a la ciencia y tecnología (CYT) como ejes desarrollo e innovación; hace necesario que los programas académicos de ingeniería se concienticen y contextualicen con la importancia y valor de CYT. Se introduce aquí un curso básico de ciencia, tecnología e innovación abierto para contribuir a la formación de capital humano, con el objetivo de generar riqueza y disminuir la inequidad con base en conocimiento. Actualmente, el curso cuenta con un diseño y puesta en marcha de 4 semestres consecutivos. El curso busca motivar en los estudiantes el desarrollo de las siguientes competencias: Identificar características de un proyecto de innovación sustentable; Coordinar trabajo en equipo dentro de grupos multidisciplinarios; Desarrollar un proyecto de innovación con base científica/tecnológica; Identificar oportunidades de innovación y emprendimiento con valor y conocer los principales actores y entidades del ecosistema de investigación y desarrollo (I+D) en Colombia. Para promover estas competencias el curso introduce prácticas de aprendizaje activo por medio de talleres y tareas grupales, donde los mismos estudiantes tienen el reto de gestionar proyectos y procesos de innovación desde las diferentes disciplinas que conforman sus equipos. Adicionalmente, los estudiantes se exponen a procesos de toma de decisiones basada en roles que son autoevaluados, valorados y retroalimentados por ellos mismos en diferentes estadios del curso. También son evaluados por actores y expertos externos del ecosistema de innovación nacional: empresa privada, sector público, ángeles inversionistas y empresas. De igual forma los estudiantes tienen que responsabilizarse en grupos para el desarrollo de una clase relacionada con la transferencia de conceptos, dinámicas y aspectos afines al ecosistema de innovación. La conformación de los grupos de estudiantes y facilitadores es interdisciplinaria y por ende los aportes se dan de base multidisciplinarias dentro del desarrollo de las actividades. En este artículo estamos presentado las experiencias, resultados, impacto y la contribución de definiciones de roles y actividades específicas en el proceso de aprendizaje, por medio de las percepciones de los estudiantes y su desempeño del curso al final del curso.

Palabras clave: aprendizaje por roles; educación basada en innovación; aprendizaje activo

Abstract

The formation of human capital coherent with national strategic development plan (NSDP) which make visible to science and technology (S&T) as pillar of development and innovation; becomes necessary the contextualization and increase awareness in academics engineering programs to recognize the importance and value of S&T. A basic course in science, technology and innovation is introduced, open to contribute to the formation of human capital, with the aim of generating wealth and reducing inequality based on knowledge. At present, the course has a design and implementation of 4 consecutive semesters. The course seeks to motivate students to develop the following skills: Identify characteristics of a sustainable innovation project, coordinate teamwork within multidisciplinary groups, develop an innovation project with scientific / technology base, identify opportunities for innovation and entrepreneurship with value and know the key players and entities of the research and development (R&D) ecosystem in Colombia. To promote these skills, the course introduces active learning practices through workshops and group tasks; where the students themselves face the challenge of manage projects and innovation processes from different disciplines that constitute the groups. Additionally, students are exposed to decision-making processes based on roles, which are self-assessed, valued and fed back by themselves at different stages of the course. They are also evaluated by external experts and actors from the national innovation ecosystem: private sector, public sector, angel investors and companies. Equally, students in groups must take responsibility for the development of a class related to transfer of concepts, dynamics and aspects associated to the innovation ecosystem. The formation of student groups and facilitators is interdisciplinary therefore; contributions occur in the development of activities with multidisciplinary basis. In this paper we presented the experiences, results, impact and contribution of roles definitions and specific activities in the learning process, through the student's perception and their performance at the end of the course.

Keywords: learning by roles; innovation base learning; active learning

1. Introducción

Países como Colombia tienen un gran riesgo a depender económicamente de la explotación de materias primas para lograr un crecimiento sostenible a futuro. Sin embargo, estudios como el de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos de Políticas de Innovación: Colombia (OCDE, 2014), recalcan la importancia y el protagonismo que debe tener la innovación para desarrollar nuevas actividades económicas. Además de estimular la productividad para mantener un aumento en el nivel de ingresos y empleo en la creciente población urbana. El Gobierno Nacional ha posicionado el conocimiento, la innovación y la producción científica y tecnológica como los ejes centrales de la competitividad. En consecuencia, uno de los retos para alcanzar dichos objetivos es la generación y fortalecimiento de capital humano con base en el conocimiento. Un capital

que se enfoque en apoyar el desarrollo y formación de competencias en jóvenes y profesionales para la creación y solución de nuevos procesos, situaciones, productos y mercados innovadores en el país.

Una de las iniciativas de la Universidad de los Andes para aportar al desarrollo de dichos planes desde la academia, es el curso Ciencia, Tecnología e Innovación. El curso es ofrecido a estudiantes de pregrado dentro de los 39 programas académicos de la Universidad, en una fase temprana de sus carreras, promoviendo así la participación interdisciplinaria (Duque, Ramírez, Ávila, & Hernández, 2013). Es acompañado por 4 facilitadores con formaciones en ingeniería industrial, sistemas y computación, eléctrica y electrónica y un emprendedor nacional. El curso busca hacer reflexionar a los futuros profesionales sobre las competencias genéricas necesarias en relación con la ciencia, la tecnología y la ingeniería enmarcada en un contexto de innovación, productividad y competitividad. Para lograr dicho objetivo, se introducen en él estrategias de aprendizaje activo con definición de roles, tales como: estudiante, desarrollador de una clase, inversionista e innovador. Los anteriores aspectos permiten que el estudiante tenga varias perspectivas dentro del curso más allá de una clase convencional y magistral liderada por un solo facilitador, contribuyendo así a un aumento en la motivación de los contenidos o en su rendimiento académico (Rodríguez, Maya, & Jaén, 2012).

La innovación dentro del curso se abarca teniendo en cuenta componentes como: doctrinas, personas, organizaciones y culturas (Zabaleta, 2004). dentro de las siguientes sesiones de su diseño:

- Sesiones planeadas y desarrolladas por grupos de estudiantes con asesoría de los facilitadores, en temas de: Innovación y emprendimiento universitario; propiedad intelectual; sistemas regionales de innovación; financiación, y ventas de un emprendimiento, entre otros.
- Visitas a laboratorios y centros de investigación de las diferentes áreas de la ingeniería.
- Sesiones enfocadas en desarrollar y solucionar preguntas a través de la interacción en grupo y el aprendizaje autónomo.
- Charlas con invitados externos en temas innovación y emprendimiento con enfoque científico/ tecnológico.
- Desarrollo un proyecto con base científico/tecnológica al largo del semestre, pasando por etapas de: pensamiento de diseño, evaluación de ideas, análisis modelo de negocio y validación con clientes reales.
- Presentaciones cortas de sus proyectos “pitch”, en las cuales los estudiantes tienen máximo 5 minutos para transmitir oral y visualmente los aspectos clave de su emprendimiento.
- Ruedas de negocios en las que los estudiantes evalúan, analizan, invierten y retroalimentan los demás proyectos de su curso.

Estos escenarios han permitido a los estudiantes comprender los mecanismos de vinculación entre aportes científicos-tecnológicos e innovación, las políticas públicas de innovación que se concentran en programas, iniciativas e incentivos promovidos por la universidad y por el país. Además de herramientas para plantear, impulsar y construir ecosistemas de innovación considerando la ciencia y la tecnológica como factores de valor desde diversos roles vs competencias de la cadena de innovación.

2. Diseño del curso

El curso se diseñó para exponer al estudiante a diversos roles en un periodo de 16 semanas de clases con una intensidad de 3 horas por semana presenciales. La puesta del diseño del curso promueve la exposición a roles dentro de su desarrollo enfocados en: un rol de estudiante, un rol como desarrollador de una clase, un rol como innovador y un rol de inversionista (Ramírez, Ávila, Duque, & Hernández, 2015). En cada rol asumido, individual o grupalmente, el estudiante cuenta con el acompañamiento y asesoría por parte del grupo de facilitadores. Estas prácticas contribuyen al dominio de los procesos dinámicos en la innovación, diseño de soluciones divergentes e incrementa en el pensamiento crítico (Markham, 2012).

Algunas de las principales actividades y competencias en cada rol son:

- **Estudiante:** Comprender los conceptos e interacciones entre ciencia, tecnología e innovación. Identificar los principales actores y entidades del ecosistema Investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) del país. Conocer los principales laboratorios, grupos de investigación y avances científicos de la Universidad. Con ello se pretende que el estudiante, no solo conozca los recursos que hay en la Universidad, sino que los integre a sus propuestas de innovación.
- **Desarrollador de una clase:** Analizar, comprender y transmitir un tema central del curso designado por los profesores a todos sus compañeros. Realizar una breve investigación de campo de dicho tema. Entrevistar y en lo posible invitar a expertos externos del tema para reforzar la clase. Comunicarse y trabajar efectivamente en grupo. Con esta actividad se pretende que los estudiantes se enfrenten al proceso de diseño y ejecución de una sesión para que se enfrenten a liderar y captar la atención innovadora de pares.
- **Innovador:** Construir, validar y articular una idea de negocio innovadora. Desarrollar los principales elementos de un proyecto de emprendimiento con base científica/tecnológica. Identificar oportunidades de innovación. Presentar y vender su proyecto con ideas claras y concisas en menos de 5 minutos. Analizar y evaluar modelos de negocio innovadores con base a criterios específicos. Esta actividad busca afianzar los conceptos de innovación y emprendimiento en contextos reales: los estudiantes deben hacer uso de sus herramientas interdisciplinarias para el diseño y concepción de la propuesta.
- **Inversionista:** Identificar los principales factores de éxito y fracaso de un proyecto innovador. Analizar el potencial de sostenibilidad y crecimiento de un proyecto. Identificar y utilizar las ventajas competitivas de una idea de negocio. Evaluar y retroalimentar objetivamente el desempeño y estado los proyectos de sus compañeros. Replicar puntos de evaluación claves de inversionistas reales en proyectos de innovación con base en conocimiento. Con esta actividad se pretende que los mismos estudiantes sean críticos favorables de otras propuestas similares; con esto se pretende que sean analíticos de sus propias propuestas.

Por otra parte, todas las actividades relacionadas con la enseñanza de nuevos conceptos y conocimientos se realizan por medio de talleres. Un taller inicia por una explicación teórica del tema, posteriormente los estudiantes tienen que solucionar un problema o sesión interactiva con base a esos conceptos, en seguida deben socializar a toda la clase su solución además de argumentarla y finalmente el profesor hace una breve retroalimentación y cierre del tema.

3. Resultados preliminares de proceso de enseñanza mediante prácticas de aprendizaje activos

Se ejecutó un mecanismo de recolección de datos a lo largo del semestre y otros dos al finalizar el curso a los 40 estudiantes del periodo 2016-01. El primer mecanismo se realizó por medio de encuestas, las cuales se les solicitaba llenar a los estudiantes al finalizar cada uno de los cinco talleres del semestre. Los talleres se enfocaron en los siguientes temas: Pensamiento divergente, modelos de negocios, comunicación dentro los grupos, análisis de inversión en emprendimientos, herramientas de aprendizaje activo. Estas encuestas tenían como objetivo analizar su percepción respecto a algunos de los principales objetivos del curso: Desarrollo de conocimiento de temas contemporáneos relacionados con el ejercicio de la ciencia, tecnología e innovación; Habilidad para trabajar en grupos multidisciplinarios; Habilidad para usar técnicas/herramientas necesarias para la ejecución de proyectos de innovación.

En la Tabla 1 se resumen los resultados agrupados de todas las encuestas por pregunta: El 93% considera que los talleres se relacionan con el análisis de problemáticas. El 92% considera que los talleres se relacionan con el desarrollo del pensamiento divergente. El 90% considera que los talleres contribuyen al diseño de soluciones. El 84% considera que los talleres están relacionados con el trabajo en equipo. El 83% considera que los talleres están relacionados con estrategias de innovaciones. El 80 % de los estudiantes consideran que los talleres aportan nuevos conceptos. El 77% considera que los talleres se relacionan con la creatividad.

Los talleres se relacionan con:	Análisis de problemáticas	Aprendizaje de un nuevo concepto	Creatividad	Diseño de soluciones	Estrategias de innovación	Pensamiento divergente	Trabajo en equipo
Apreciaciones							
Totalmente de acuerdo	34%	29%	33%	53%	28%	17%	34%
De acuerdo	56%	48%	40%	30%	51%	48%	45%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	6%	15%	17%	9%	15%	23%	14%
En desacuerdo	1%	5%	6%	1%	2%	7%	2%
Totalmente en desacuerdo	0%	0%	0%	1%	0%	1%	0%
Sin contestar	3%	3%	5%	5%	3%	3%	5%

Tabla 1. Análisis de encuestas agrupadas de todos los talleres en clase del semestre

El segundo mecanismo se realizó por medio de la encuesta final del curso. Su objetivo es que lo estudiantes realicen una autoevaluación de las competencias específicas que adquirieron, además de la identificación del medio o herramienta por la cual las alcanzaron. En dicha encuesta se les pedía a los estudiantes que respondieran si habían desarrollado cada una de las competencias específicas que esperamos transmitir con el curso (descritas en el párrafo 2). Adicionalmente, se les solicitaba que indicaran por medio de cual mecanismo de aprendizaje lo había logrado. Como resultado, la herramienta con mayor impacto en el desarrollo de las competencias son los talleres en clase con el 53% de participación, seguido por alguna de las clases desarrolladas por sus compañeros y otros mecanismos con igual porcentaje (20% cada uno) y en último lugar las lecturas disponibles en el material del curso con el 7%. Lo anterior refleja una correlación positiva con las actividades diseñadas por los facilitadores y una preferencia en realizar otras actividades (se resaltan: interacción con los compañeros de grupo, críticas del curso en las presentaciones, investigación en internet), a las lecturas del material disponible como instrumento de aprendizaje.

El tercer mecanismo se realizó por medio de una evaluación al final del curso. En dicho examen se evaluaban los conceptos de ciencia, tecnología e innovación; las relaciones entre dichas temáticas; la identificación de los diferentes tipos de innovación y la identificación de los anteriores conceptos en casos específicos. Se realizaron 10 preguntas de selección múltiple y los estudiantes no tenían conocimiento de la realización de esa evaluación hasta el momento de su ejecución. Lo anterior con el propósito de reducir la posibilidad de incluir sesgos de recuerdos de corto plazo al estudiar días y horas antes de un parcial. Como resultado el 74% de las respuestas de todos los estudiantes fueron correctas.

4. Impacto de los roles de aprendizaje

A partir de la encuesta del final curso, se agruparon las respuestas de acuerdo al rol y las competencias específicas que de cada uno. Como se puede ver en la Figura 1, los estudiantes manifiestan que si consideran que desarrollaron todas las competencias del curso en promedio en un 86,6%. Al realizar la comparación entre los tres roles del curso, el rol que tiene mayor reconocimiento por desempeño de resultados es el de inversionistas. Lo anterior se puede basar en el hecho de que los estudiantes tienen que complementar, asociar y utilizar todo el conocimiento adquirido para emitir un juicio de valor objetivo de los proyectos. Así mismo es importante recalcar que esta no es una actividad aislada, al realizarse tres ruedas de negocio en el semestre, los estudiantes tienen la oportunidad de recibir retroalimentación y aprender a reconocer debilidades y fortalezas de ellos mismos y de sus compañeros.

Por otra parte, el rol con el que los estudiantes consideraron desarrollar menos competencias fue el de desarrolladores de una clase. Es decir, los estudiantes manifestaron una menor asimilación de conocimientos a partir de las clases desarrolladas por sus mismos compañeros. Algunos de las principales debilidades de dichas clases reportadas por ellos mismos fueron: presentaciones magistrales en diapositivas, carencia de objetivos generales de la clase, falta de material de apoyo y soporte, falta de organización en el tiempo y carencia de una agenda de las actividades realizadas durante las sesiones. Paralelamente, se analizó la relación entre el mecanismo con el cual los estudiantes manifestaron haber desarrollado sus competencias frente a cada uno de los roles que nosotros esperamos abarcar para dicha competencia, ver Figura 2. En otras palabras, se comparó el tipo de herramientas por la cual los estudiantes declararon haber aprendido las competencias de cada rol desempeñado.

-Para el rol de emprendedor, el mecanismo con mayor participación fue el de los talleres en clase con el 47%. Sin embargo, el 26% expreso haber desarrollado las competencias a partir de otros mecanismos como: técnicas de generación de ideas, críticas y opiniones externas, trabajo de campo y ruedas de negocios. Además, este fue el rol donde menor cantidad de personas desarrollaron sus competencias a partir de las lecturas disponibles, 4%.

-Para el rol de desarrollador de una clase, el mecanismo con mayor participación fue el de los talleres en clase con el 41%. No obstante, el 37% expreso haber desarrollado las competencias a partir de las clases desarrolladas

por sus mismos compañeros. A saber, existe un aporte significativo en la realización de dichas clases respecto a consecución de los objetivos plasmados en el curso. Así mismo, este fue el rol donde mayor cantidad de personas desarrollaron sus competencias a partir de las lecturas disponibles, 12%. Lo anterior es acorde con el hecho de que los estudiantes tienen que investigar e indagar nuevas temáticas para presentarlas a su clase.

-Para el rol de inversionista, el mecanismo con mayor participación fue el de los talleres en clase con el 68%. Este fue el rol donde mayor cantidad de personas desarrollaron sus competencias a partir de dicho instrumento. Esto refleja una gran importancia en la realización de los talleres y explicación de los conceptos como base de aplicación. Aparte de eso, el 9% expreso haber desarrollado las competencias a partir de otros elementos, por ejemplo: las ruedas de negocios videos de inversionistas reales en internet y el desarrollo de su proyecto.

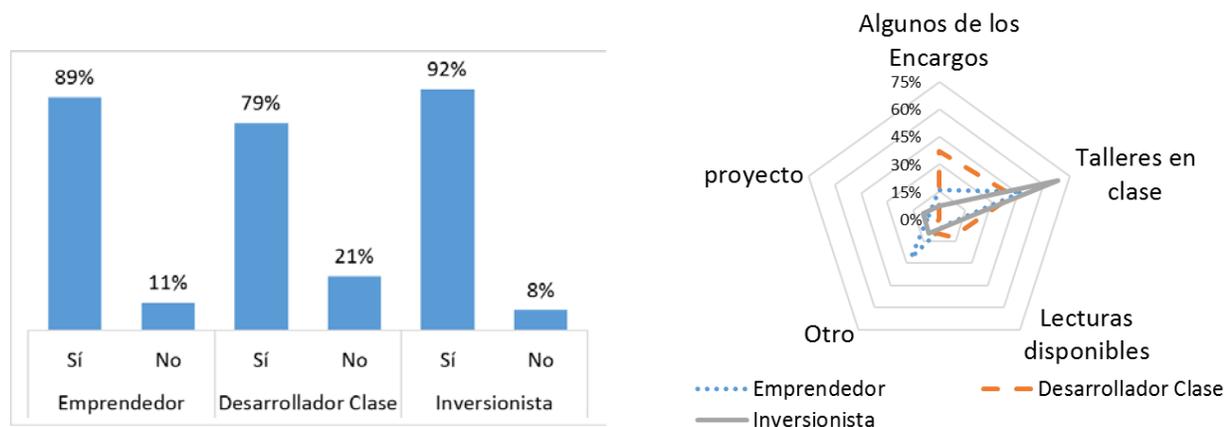


Figura 1. Desarrolló las competencias por rol Figura 2. Rol vs Mecanismo de aprendizaje

5. Impacto trabajo en grupo

Conscientes de la realidad en el entorno empresarial colombiano y la necesidad de proporcionar soluciones a problemas complejos y multidisciplinarios, el equipo docente establece como pilar para alentar el debate abierto y tener espacios activos para resolver problemas el trabajo en equipo (Katzenbach, 2008). Para ello, el curso se diseñó de tal forma que los estudiantes trabajaran en grupos de 4 personas en su rol de emprendimiento y grupos de 6 personas en su rol de desarrolladores en una clase. Como resultado del curso, el 41% de los estudiantes considera que a final del semestre fortalecieron sus habilidades de trabajo en equipo significativamente, ver Figura 3.

En el semestre 2016-01 los grupos de emprendimiento se conformaron en dos modalidades: la mitad de los grupos de manera aleatoria y la otra mitad organizada y configurada por los facilitadores. Se recomendó que su conformación cumpliera con habilidades como: Creatividad y diseño, Administración y logística, Marketing y ventas, Tecnología e innovación; además de interdisciplinariedad y variedad de género. Como resultado, las inversiones en las ruedas de negocio presentan diferencias respecto a las modalidades de conformación de

grupo: el 59% del total de las inversiones en las ideas de negocio correspondía a los grupos que fueron configurados (conformados por los facilitadores), mientras que los grupos aleatorios quedaron con el 41% del total de las inversiones. Incluso, de acuerdo al concepto de invitados externos del ecosistema innovador (inversionistas reales, emprendedores, directivos) el 65% del total de las inversiones en el equipo de trabajo correspondía a los grupos que fueron configurados, mientras que los grupos aleatorios quedaron con el 35% del total de las inversiones respecto a su equipo. Estas diferencias demuestran la importancia de distribuir habilidades entorno a sus intereses, disciplinas y funciones definidas para la conformación de los equipos de trabajo.

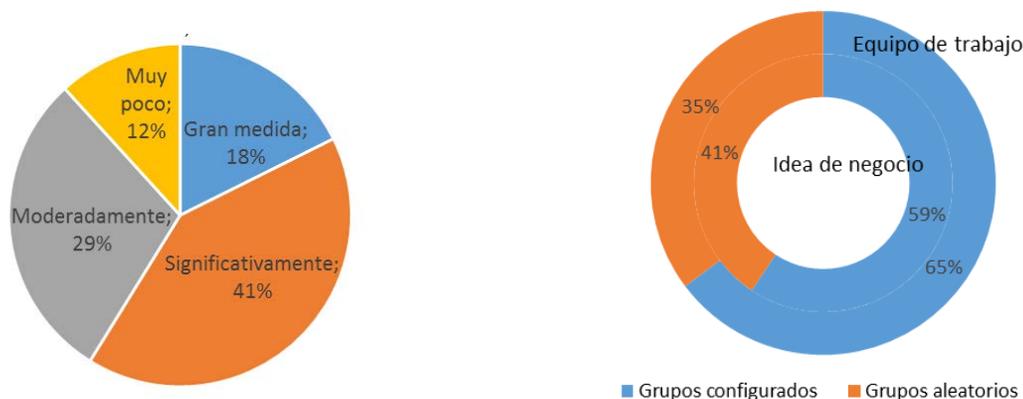


Figura 3. Resultado fortalecimiento de habilidades Figura 4. Resultados distribución inversiones trabajo en grupo, encuesta final del curso por tipo de conformación del grupo

6. Percepción de los facilitadores al final del curso

Así bien, después de tener en marcha por dos años consecutivos el modelo de curso antes mencionado, algunas de las principales experiencias son:

- Articulación de los diferentes saberes fomentado por el diseño y concepción de una propuesta tecnológicamente innovadora.
- Profundización en la actitud crítica de los estudiantes que enriquecen las propuestas de los otros y, evidentemente, las propias propuestas.
- Concepción de ideas con ambición de dar solución a problemas concretos
- Desarrollo de habilidades de comunicación y trabajo en equipo necesarias para evidenciar de una manera concreta propuestas innovadoras.
- Conocimiento de entornos universitarios y nacionales que promueven el ecosistema de innovación

7. Conclusiones

El curso de ciencia, tecnología e innovación está compuesto por una base interdisciplinaria de estudiantes y facilitadores que integran una serie de roles y prácticas de aprendizaje activo a lo largo de un semestre. A través de actividades didácticas y colaborativas se logran generar estrategias para que los estudiantes sean mediadores activos y responsables de su propio aprendizaje. Gracias a las contribuciones multidisciplinares dentro de los equipos de trabajo, se fomenta la discusión desde diferentes perspectivas y el desarrollo del pensamiento crítico. De igual manera se impacta en las etapas tempranas de la formación universitaria competencias como: habilidades de trabajo en equipo, comunicación oral, diálogo abierto y constructivo, análisis de ideas y diseño de soluciones.

Los talleres en clase, actividades donde se explica un concepto, se desarrolla un problema o realiza una actividad didáctica y se socializan y retroalimentan los resultados con el curso; son el mecanismo con mayor acogida para el desarrollo de competencia de acuerdo a la opinión de los estudiantes. Por otra parte, los estudiantes atienden en menor medida mecanismos de aprendizaje individual a partir de la lectura del material disponible en la plataforma virtual del curso.

Por otra parte, existen diferencias en el nivel de desarrollo de las competencias dependiendo del grado de participación activo y el tipo de actividades que se diseñe para cada rol. Por ejemplo, roles como el de inversionista que cuenta con talleres elaborados por los profesores, actividades didácticas y evaluación por medio de casos; tienen un mejor desempeño que roles como el del desarrollador de una clase, donde los estudiantes son responsables por el contenido y ejecución de la sesión con la asesoría y guía de los facilitadores.

Finalmente, al promover la participación y reflexión continua a través de equipos de trabajo con metas que promueven el diálogo, la colaboración, el desarrollo y construcción de conocimientos; se genera un impacto positivo en el fortalecimiento de habilidades para trabajo en grupo. Además, la construcción de equipos interdisciplinarios que complementen conocimientos y destrezas tiene el potencial generar de mejores resultados en el desarrollo de un proyecto que si son conformados aleatoriamente.

8. Referencias

- Duque, M., Ramírez, M. C., Ávila, A., & Hernández, J. T. (2013). Innovar en el aula en ciencia y tecnología con ingeniería. World Engineering Education Forum. Cartagena.
- Katzenbach, J. R. (2008). El trabajo en equipo : ventajas y dificultades. Buenos Aires: Grancia.
- Markham, T. (2012). Project Based Learning Design and Coaching Guide: Expert Tools for Innovation and Inquiry for K-12 Educators. San Rafael, California: Heart IQ Press.
- OCDE. (2014). OECD Reviews of Innovation Policy: Colombia 2014. Paris: OECD Publishing.
- Ramírez, M. C., Ávila, A., Duque, M., & Hernández, J. T. (2015). Active innovative practice in engineering education processes. Encuentro internacional en Educación en ingeniería. Cartagena.

- Rodríguez, K. P., Maya, M. A., & Jaén, J. S. (2012). Educación en Ingenierías: de las clases magistrales a la pedagogía del aprendizaje activo. *Ingeniería Y Desarrollo*, 30(1), 125-142.
- Zabaleta, M. A. (2004). Innovación en la enseñanza universitaria. *Contextos educativos*, 113-136.

Sobre los autores

- **José Nicolás Pacheco.** Ingeniero Industrial. Estudiante Maestría en Ingeniería Industrial. Asistente de investigación. Universidad de los Andes. jn.pacheco2761@uniandes.edu.co
- **Alba Ávila.** Física e Ingeniera Eléctrica. Maestría Microelectrónica. Doctorado en Física de la Universidad de Cambridge. Profesora Asociada Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Universidad de los Andes. a-avila@uniandes.edu.co
- **José Tiberio Hernández.** Ingeniero de Sistemas y Computación. Maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación. Doctorado en Informática de l'Ecole Nationale Superior. Profesor Asociado Ingeniería Sistemas y Computación. Universidad de los Andes. jhernand@uniandes.edu.co
- **María Catalina Ramírez.** Ingeniera Industrial. Maestría en Ingeniería Industrial. Doctorado en Ingeniería Gestional del Politecnico di Milano, Italia. Profesora Asociada Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería. Universidad de los Andes. 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 © 2016 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)