



Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOE 2014

Nuevos escenarios  
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias. 7 al 10 de octubre de 2014  
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

## FORMACIÓN PARA LA INNOVACIÓN CON BASE EN CONOCIMIENTO: UN PROYECTO INTERDISCIPLINARIO CON INGENIERÍA

José Tiberio Hernández, María Catalina Ramírez, Jorge Hernández, Juan Manuel González

Universidad de los Andes  
Bogotá, Colombia

### Resumen

La competitividad de una sociedad depende en buena proporción de su capacidad de potenciar el conocimiento en acciones de innovación y emprendimiento. En este artículo se presenta el proyecto de formación para la innovación en pregrado y, en particular, un curso electivo terminal-taller integrado de innovación con tecnología- que se diseñó y realizó con el concurso de profesores y estudiantes de Ciencias, Ingeniería, Diseño, y Administración. La estructura de formación para la innovación incluye espacios curriculares y no-curriculares en el que se pretende generar un cambio cultural en la comunidad universitaria alrededor de los temas de generación de impacto en la sociedad con base en ciencia y tecnología, en un modelo de innovación y emprendimiento. En los espacios curriculares se diseñaron dos “opciones de pregrado” (concentración de 15 créditos abierta a los estudiantes de la universidad) una más focalizada en emprendimiento, otra en innovación con tecnología. Las dos opciones, complementarias y compartiendo actividades (como ferias de presentación de proyectos de innovación y emprendimiento).

De manera complementaria a los espacios curriculares se ha generado, con la facultad de Administración, el Centro de Emprendimiento que busca dar un acompañamiento a proyectos innovadores propuestos por estudiantes. Este acompañamiento está dado por expertos de diferentes facultades y un grupo de mentores (externos a la universidad) que colaboran en los procesos de maduración de los proyectos. También, y es un factor considerado clave, se ha facilitado la formación de asociaciones de estudiantes alrededor de la innovación y el emprendimiento. Estas asociaciones fomentan y realizan actividades como talleres, “StartUp-Weekends”, charlas de casos de éxito, entre otros.

Estos espacios de formación para la innovación se basan en cuatro componentes:

- De emprendimiento: Competencias básicas para participar en proyectos de innovación
- Económico: Comprensión económica del impacto de la innovación en una sociedad.
- De ciencia y tecnología: es el componente diferenciador de la opción; le permite al estudiante apropiarse la actividad de diseño de ingeniería (componente de ciencia y tecnología) como un factor crítico en los proyectos de innovación
- Creativo: promueve el pensamiento divergente en el estudiante, de tal forma que le permita ser más creativo en la búsqueda de soluciones innovadoras sostenibles y escalables.

El taller integrado de innovación con tecnología, curso-taller terminal de la opción de innovación con tecnología, tiene la participación de profesores de Administración, Diseño e Ingeniería y busca en un esquema basado en proyectos en terreno, reforzar competencias O-CDIO (Observar, Concebir, Diseñar, Implementar y Operar). Las contribuciones de herramientas de diseño, de diseño en ingeniería, y de modelos de negocios en un contexto focalizado en “smartdistricts”, generan un espacio de formación que muestra potencialidades interesantes para estudiantes, profesores y

comunidades urbanas. El artículo presenta los anteriores componentes en detalle, algunas evidencias que ponen en valor la importancia de unir esfuerzos interdisciplinarios en este frente tan importante en la formación de ingeniería: La innovación con base en conocimiento.

**Palabras clave:** formación para la innovación; formación para el emprendimiento; equipos interdisciplinarios

### Abstract

The competitiveness of a society depends to a large proportion of its ability to enhance the knowledge innovation activities and entrepreneurship. This article describes the training project for innovation in undergraduate and in particular, an integrated innovation workshop technology terminal-elective course that was designed and conducted with the assistance of teachers and students in Science, Engineering, Design is presented, and Management.

The training structure for innovation includes curricular and non-curricular areas in which it aims to create a cultural change in the university community about the issues generating impact on society based on science and technology, in a model of innovation and entrepreneurship. Curricular areas in two "undergraduate minors "(concentration of 15 credits open to college students) more focused on entrepreneurship, innovation with other technology is designed.

Complementary to the curricular areas, it has been generated with the faculty of Management, Entrepreneurship Center which seeks to give an accompaniment to innovative projects proposed by students. This support is given by experts from different faculties and a group of mentors (outside the university) which assist in the maturation processes projects. Also, and is a key factor considered, it has facilitated the training of student associations around innovation and entrepreneurship. These partnerships will develop and perform activities such as workshops; "StartUp-Weekends" talks successful cases, among others.

These training areas are based on four components:

- Entrepreneurship: seeks to develop in the student basic skills to participate in innovation projects
- Economic: seeks to develop in the student an understanding of the economic impact of innovation within a society.
- Science and Technology: is the differentiating component of choice, allowing the student to appropriate the engineering design activity (component of science and technology) as a critical factor in innovation projects
- Creative: seeks to promote divergent thinking in students, so that you allow yourself to be more creative in finding innovative solutions that can become opportunities for innovation.

The integrated technology innovation, training workshop terminal option innovation technology workshop has the participation of teachers of Directors, Design and Engineering and searches a scheme based on field projects, strengthen O-CDIO skills (observe, Conceive, Design and Implement). Contributions of design thinking, engineering design, and business models in the context of projects focused on "smartdistricts", generates an education space showing interesting potential for students, teachers and urban communities. The paper presents the above components in detail, some evidence to draw attention to the importance of linking interdisciplinary efforts in this important training in engineering front: Innovation based on knowledge.

**Keywords:** education for innovation; entrepreneurship training; interdisciplinary teams

## 1. Introducción

A menudo, y equivocadamente, se supone que innovación es simplemente tener ideas novedosas o hacer cosas diferentes. Igualmente a menudo se asumen creencias simplistas sobre cómo se produce la innovación, encasillándola en modelos lineales que representan un porcentaje muy pequeño de los procesos de innovación exitosos. La opción en Innovación está dirigida a estudiantes de diversos programas de la Universidad interesados en comprender lo que es la innovación, cómo se produce y cómo se puede promover, así como explorar su impacto en la sociedad, en la economía y en las cadenas productivas. Para ello, la opción pretende abordar cuatro componentes importantes de la innovación: 1) Componente de

emprendimiento: busca desarrollar en el estudiante competencias básicas para participar en proyectos de innovación; 2) Componente Económico: busca desarrollar en el estudiante una comprensión económica del impacto de la innovación dentro de una sociedad; 3) Componente tecnológico: es el componente diferenciador de la opción, pues le permite al estudiante entender el diseño tecnológico como una fuente privilegiada en los proyectos de innovación; 4) Componente creativo: busca promover pensamiento divergente en el estudiante, de tal forma que le permita ser más creativo en la búsqueda de soluciones novedosas que puedan convertirse en oportunidades de innovación.

La motivación para proponer esta Opción es propiciar en los estudiantes una actitud de innovación y emprendimiento para que, independiente del campo y disciplina donde se vaya desenvolver, les permita identificar, liderar y/o coordinar oportunidades de innovación, en donde la tecnología juega un rol central. Esta motivación es, además, una respuesta a las nuevas necesidades de formación de nuestros estudiantes que se han derivado de los rápidos cambios tecnológicos y a los nuevos esquemas socio-económicos y de mercados en los cuales ellos se desenvolverán en su vida profesional. Para ello se pretende que la opción logre que los estudiantes.

- Analicen casos de innovación e indicar diferentes características de estos procesos, así como el impacto social y económico que conllevan.
- Participen en proyectos orientados a innovar
- Incorporen la tecnología en procesos de innovación
- Comprendan el valor de trabajar en ambientes multidisciplinarios para desarrollar proyectos innovadores
- Desarrollen habilidades de creatividad, trabajo en equipo y pensamiento divergente que les permita identificar posibilidades de innovación.

## 2. El espacio interdisciplinario: InnovAndes

Se ha venido desarrollando un sistema para el desarrollo de la innovación desde la integración de diferentes contextos dentro de la universidad y en conjunto con redes a nivel nacional e internacional. En este espacio de innovación que viene liderando la Universidad de los Andes se busca incorporar formalmente la innovación y el emprendimiento a las distintas dimensiones de la actividad académica de las Facultades -la docencia, la investigación y la relación con el sector productivo- con el ánimo de prestar una contribución significativa a la competitividad del país, sus profesionales, y sus organizaciones. Para ello se concentra en cuatro frentes:

- Formación para la Innovación
- Innovación e I+D
- Innovación y Emprendimiento
- Innovación y Empresa

Con el anterior objetivo se han venido desarrollando actividades asociadas con:

- El desarrollo de espacios de trabajo interdisciplinario (Ingeniería, Medicina, Economía, Arquitectura, Diseño, Administración,...) para las propuestas de innovación.
- La creación y mantenimiento de espacios de exposición local e internacional, y de intercambio con el sector externo acerca de oportunidades, resultados y casos exitosos
- El fomento de la alianza con empresas públicas y privadas, brindando información relevante sobre las posibilidades tecnológicas e identificando oportunidades de innovación.
- El diseño e implementación de un sistema de Propiedad Intelectual para profesores, estudiantes y grupos de investigación
- El incremento del nivel de participación de las Facultades en las diferentes asociaciones nacionales e internacionales creadas para este propósito (Innovación & Emprendimiento)
- La constitución de un Fondo de recursos externos nacionales e internacionales para la iniciativa de innovación de la Facultad

### 3. La opción en innovación con tecnología y el taller integrado

En el anterior contexto, en el frente de formación para la innovación, se ha diseñado un curso denominado Taller Integrado de innovación con tecnología. Este taller hace parte de la formación final de los estudiantes de la Opción en Innovación con Tecnología. El curso es un espacio de aprendizaje activo en donde el grupo tiene la oportunidad de potenciar la complementariedad de competencias y saberes de sus participantes, en el ejercicio de explorar una problemática real. El Taller Integrado de Innovación es un espacio de aprendizaje y experimentación en donde estudiantes de diferentes programas académicos pueden aplicar los conocimientos propios de su área de estudio en el desarrollo de un proyecto integral de innovación de base tecnológica. Los proyectos desarrollados en el curso no solo deben plantear soluciones acertadas y apropiadas para la comunidad y la audiencia elegida, sino que deben tener el potencial de convertirse en proyectos de emprendimiento.

Se busca entonces fortalecer las capacidades de trabajo en equipo de los estudiantes a través del desarrollo de un proyecto que genere alto impacto para una comunidad determinada. Por otra parte se pretende incentivar a los estudiantes a desarrollar dichos proyectos como oportunidades de emprendimiento que permitan visibilizar escenarios para la implementación exitosa de sus propuestas.

Lo anterior se busca mediante el desarrollo de actividades para fortalecer en los estudiantes las capacidades para:

- Trabajar con personas de diversas disciplinas con el fin de complementar sus competencias y saberes
- Gestionar los recursos disponibles y los procesos necesarios para desarrollar nuevo conocimiento.
- Identificar oportunidades y plantear soluciones pertinentes para un contexto y una problemática real.
- Vincular a los usuarios y a su comunidad en el proceso de desarrollo de sus propuestas con el fin de plantear soluciones que respondan a sus necesidades y aspiraciones.
- Materializar sus propuestas de solución en productos y servicios con las características necesarias para desarrollar una propuesta de emprendimiento.

El esquema del taller está planteado para que la interacción entre los estudiantes y su aproximación a la problemática sean las variables que determinen el proceso de aprendizaje. La manera en que, como equipo, logren conjugar las capacidades y los conocimientos de cada individuo definirá el éxito del proyecto y del proceso educativo.

Los pre-requisitos establecidos para poder inscribir el taller tienen como objetivo garantizar que los estudiantes que se inscriban tengan experiencia previa en desarrollo de proyectos y procesos de innovación. A lo largo del proyecto, los estudiantes cuentan con el apoyo de cuatro (4) profesores que trabajan el tema de la innovación desde perspectivas distintas y complementarias. Los profesores son acompañantes del proceso y dan retroalimentación a los proyectos durante las entregas de cada etapa.

### 4. El taller integrado para desarrollar soluciones en un barrio

Durante el semestre 2014-1 los estudiantes debían observar con detenimiento las prácticas de pequeños comerciantes en el barrio Minuto de Dios en la localidad de Engativá en Bogotá. En este esfuerzo se contó con la colaboración y el apoyo del proyecto Barrio Digital que lidera la Facultad de Ingeniería de la Universidad Minuto de Dios cuya sede principal está en el Barrio. En conjunto con ellos, debían identificar una oportunidad y proponer una innovación tecnológica que permitiera mejorar sus procesos cotidianos. Los estudiantes deben trabajar en equipos interdisciplinarios, incorporar al equipo un comerciante, y gestionar de manera autónoma todo el proceso de desarrollo: desde la planeación y ejecución de la investigación en contexto, hasta el diseño, la implementación y evaluación de prototipos que les permitan probar y mercadear su propuesta.

Para lo anterior se desarrolló un conjunto de rúbricas que permitía ir evaluando el proceso durante el semestre. Todas ellas contenían 10 criterios en tres categorías. Estos criterios pretenden hacer seguimiento a lo largo de las etapas del proceso: Observar, Concebir, Diseñar, Implementar y Operar. (ver tabla 1).

Los cinco proyectos (en grupo de 5 estudiantes de Ingeniería y Diseño), con base en el trabajo de campo con los comerciantes, utilizando herramientas de observación muy del ámbito de diseño, y con base en una revisión de estado del arte de desarrollo tecnológico, propusieron

intervenciones con base tecnológica que buscaban principalmente generar sinergias locales (“clusters” de comerciantes, conectividad para seguridad, domicilios locales, entre otros). Los proyectos, utilizando diseño de ingeniería en un proceso iterativo, llegaron a prototipos mínimos viables (MVP) evaluados en dos iteraciones por los usuarios. Durante el transcurso del proyecto se realizaron cinco presentaciones de avance, siempre integral (OCDIO) y siempre en sesiones de 10 minutos de presentación y cuatro mesas de realimentación con sesiones de 10 minutos de cada grupo con cada uno de los profesores (con puntos de vista diferentes: diseño, ingeniería y negocios).

Cada uno de los diez (10) criterios tendrá una calificación máxima de cero punto cinco (0.5). La suma de la calificación de los diez (10) criterios será la nota final de esta fase del ejercicio.											
PROCESO (Investigación y Metodología)		Grupo 01		Grupo 02		Grupo 03		Grupo 04		Grupo 05	
01	Manejo de herramientas de modelos de negocios										
02	Manejo de recursos de diseño y desarrollo de producto										
03	Conclusiones de la información obtenida										
CONTENIDO (Definición y Desarrollo del Proyecto)											
04	Nivel de claridad y especificación del modelo de negocio.										
05	Nivel de resolución de los atributos del producto.										
06	Integración del usuario en la evaluación del producto y la propuesta de valor.										
07	Construcción y mejora a través de varias iteraciones (producto y negocio).										
08	Estimación de la sostenibilidad del proyecto en el tiempo.										
COMUNICACIÓN (Medios y Presentación)											
09	Comunicación Integral (estructura, discurso, narrativa)										
10	Contenido Gráfico (imágenes, gráficos, composición)										
TOTAL											

Tabla 1

Las versiones finales de los proyectos, que contemplaron modelos de escalabilidad en el tiempo, fueron presentadas a un panel de expertos externos (empresarios e inversionistas) que nos ayudaron tanto a los comerciantes, como a los profesores del curso y los profesores de UniMinuto-Proyecto Barrio Digital, entender mejor los procesos de innovación con base tecnológica en contextos urbanos locales.

## 5. Conclusiones y trabajos futuros

Este espacio de formación para la innovación se ofreció por primera vez en el contexto de la opción de innovación con tecnología, en el primer semestre del 2014. Se logró generar una sinergia, no sólo entre estudiantes de ingeniería y diseño, sino entre ellos y los comerciantes de la localidad donde se trabajaron las propuestas. Por un lado se generó un espacio de formulación de propuestas conjuntas entre estudiantes y comerciantes, un reconocimiento del valor de las metodologías utilizadas en las distintas disciplinas, y, por otro lado, se generaron propuestas tecnológicas que pueden bien ser aplicadas al contexto de la localidad y, con mucha probabilidad, replicadas en otros contextos locales de ciudades latinoamericanas. La participación de agentes externos como empresarios-mentores se muestra muy útil y motivante para los grupos de trabajo, incluyendo los comerciantes.

Un aspecto que se muestra como estratégico para las versiones futuras de este y de otros espacios de formación para la innovación, es el tener de manera explícita y clara el manejo de propiedad intelectual frente a las posibilidades de escalabilidad de los proyectos. Este esquema de trabajo en ambientes urbanos semi-controlados, muestra gran potencial para que nuestro enfoque OCDIO se consolide y nos ayude a la formación de equipos interdisciplinarios que aporten cada vez más soluciones innovadoras locales con ambición de escalabilidad.

## 6. Referencias

- Ramírez C., Hernández J. (2012). "¿Cómo enfrentan los estudiantes de ingeniería el reto de diseñar proyectos de impacto gracias a la interdisciplinariedad?" En Reunión Nacional ACOFI 2012. Colombia.
- Ramírez C., Hernández J., Carvajal J. (2011). "Observe, Conceive, Design, Implement and Operate: Innovation for sustainability" Technological, Managerial And Organizational Core Competencies: Dynamic Innovation. ISBN: 9781613501658, 2011
- Ramirez, C, González M, Caicedo L (2011). "Developing Professional Skills Through Engineering Education" 2011 Research in Engineering Education Symposium - REES, Madrid, Taylor Francis.
- Hernández J., Villamil M., (2011), "A freshman project-based computing engineering course: team work and innovation as a focus". 2011 Research in Engineering Education Symposium - REES, Madrid, Taylor Francis.
- Ramírez C. (2011) " Innovación, Comunicación Efectiva y trabajo en equipo. Un entrenamiento en ingeniería para la construcción de soluciones para el desarrollo sostenible de comunidades vulnerables". En: Colombia. 2011. En Reunión Nacional ACOFI.
- Hernández J., Ramírez C., J, Carvajal J.(2010). "Formación para la innovación con TIC's: Proyecto conjunto Facultad de Ingeniería-Empresarios". En: Revista Educación En Ingeniería ISSN: 1900-8260 ed: ACOFI v.9 fasc.N/A p.1 - ,2010
- Ramírez C., Carvajal J., Hernández J. (2010). "Innovation and Teamwork Training in Undergraduate Engineering Education: A Case of a Computing Engineering Course" En: International Journal Of Engineering Education ISSN: 0949-149X. Vol26 (6) p.1536 - 1549 ,2010
- Carvajal J., Ramírez C., González M., Arias J., Torres C. (2010), "Innovation, Effective Communication and Teamwork Training for Build Engineering Solutions in Sustainable Development of Vulnerable Communities" En International Conference in Engineering Education for Sustainable Development
- Hernández J., Ramírez C., Romero W. (2009). "Cursos de Innovación con TICs en la formación de estudiantes de pregrado" En XXXV CLEI: Conferencia Latinoamericana de Informática. Brasil 2009.
- Hernández J., Ramírez C., Carvajal J.(2009) "Formación para la innovación con TICs: Un proyecto conjunto Facultad de Ingeniería-Empresarios" En Reunión Nacional ACOFI y Expoingeniería- Ciencia, Tecnología e innovación en ingeniería, Colombia.
- Ramírez C.(2008). "Aprendizaje en Ingeniería basada en proyectos" .Ciencia e Ingeniería en la formación de Ingenieros. En Siglo XXI - Fundamentos, Estrategias Y Casos. ISBN: 978-958-680-059-4 ed: Opciones Graficas Editores, p.129 - 151
- Ramírez C., Hernández J. (2008) "Innovation and Teamwork training in undergraduate Engineering Education.The fair and the contest: milestones of innovation" En 8o. Workshop ALE Active Learning engineering.
- Ramírez C., Hernández J. (2008) "Teamwork and Innovation Competences: a first semester Engineering Students' hands-on course. En: SEFI- Quality Assessment, employability and innovation- SEFI 2008- 36th Annual conference Dinamarca.
- Ramírez C., Hernández J.(2008) "A Freshman immersion engineering project as a first innovation training course" .En SEFI- Quality Assessment, employability and innovation- SEFI 2008- 36th Annual conference. Dinamarca. 2008
- Ramírez C., Hernández J. (2007) "Expoandes. La experiencia de desarrollo de competencias de trabajo en equipo para generar aprendizaje en primer semestre de ingeniería" En ALAS- Asociación Latinoamericana Sistémica - Asociación Latinoamericana Sistémica 2007.
- Ramírez C., Barros R, Acevedo J (2007). "Engineering and their role in public management". En 7o. Workshop in Active Learning Engineering ALE2007. Francia. 2007

### Sobre los autores

- **José Tiberio Hernández:** Doctor Ingeniero ENSTA-Paris, MSc Paris VI, Ingeniero y MSc de Sistemas y Computación UniAndes-Colombia. Profesor Asociado Ingeniería Sistemas y Computación. Universidad de los Andes. Colombia [jhernand@uniandes.edu.co](mailto:jhernand@uniandes.edu.co)

- **Maria Catalina Ramírez:** PhD Ingeniería Gestional Politecnico di Milano, Ingeniera Industrial, Pontificia Universidad Javeriana. MSc. Ingeniería Industrial, UniAndes-Colombia. Profesora asociada, Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes. Colombia [mariam@uniandes.edu.co](mailto:mariam@uniandes.edu.co)
- **Jorge Alberto Hernández:** MBA, UniAndes-Colombia, Arquitecto U. Piloto de Colombia, Líder Centro de Emprendimiento. Facultad de Administración, Universidad de los Andes, Colombia. [jorgeher@uniandes.edu.co](mailto:jorgeher@uniandes.edu.co)
- **Juan Manuel González:** MArts Innovation Mangement, Central Saint Martins College of Arts&Design, Londres; Diseñador Industrial UniAndes-Colombia. Profesor de cátedra, Dep. de Diseño, Universidad de los Andes, Colombia [jm.gonzalez@uniandes.edu.co](mailto:jm.gonzalez@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 © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)