



Una formación de calidad  
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias  
15 al 18 de Septiembre de 2015

# INGENIO Y SOCIEDAD: HACIA UNA EDUCACIÓN DE INGENIERÍA HUMANITARIA EN COLOMBIA

Juan David Reina Rozo, Henry Alfonso Díaz Avendaño, Nicolás Gaitán Albarracín  
José Ismael Peña Reyes

Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá, Colombia

## Resumen

La educación crítica en Ingeniería permite abordar el análisis de controversias relacionadas con los efectos que genera toda actividad tecno-científica en las relaciones sociales y en la naturaleza. Procesos formativos concebidos desde este enfoque posibilitan el debate y la formación de profesionales que puedan participar en procesos de diseño, ejecución y control de políticas y prácticas científico-tecnológicas más contextualizadas.

En esta dirección se crea la Cátedra Ingenio, Ciencia, Tecnología y Sociedad, ofrecida desde el año 2014 por la Facultad de Ingeniería como un curso de libre elección para todos los programas de pregrado en la sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia. Esta asignatura se plantea como un espacio de reflexión y acción, complementario a la formación curricular, donde se ponen en discusión temáticas relacionadas con el papel de la ciencia y la tecnología en el modelo de desarrollo actual y en el planteamiento de alternativas a este. Al tiempo que permite la interacción de estudiantes de distintas disciplinas con la intención de formular propuestas de soluciones a problemáticas en comunidades marginadas a través de la co-creación.

La estrategia pedagógica implementada usa elementos del modelo de Aprendizaje Basado en Problemas, garantizando que los estudiantes centren su aprendizaje en torno a problemas prioritarios de comunidades marginadas y generen una formulación de solución. A nivel de caracterización de estudiantes, 180 han inscrito la asignatura, de ellos, 157 han diligenciado una encuesta inicial, encontrando estudiantes de 31 programas académicos, desde segundo a décimo semestre, con participación de un 81% de hombres y un 19% de mujeres. Por parte de los expositores, han participado 55 tanto nacionales como internacionales. En un escenario prospectivo, se considera que la incorporación en los currículos de iniciativas orientadas a fortalecer la educación en

y para la Ingeniería Humanitaria son pertinentes para la sociedad colombiana, toda vez que permiten preparar ingenieros e ingenieras en capacidad de afrontar los retos esperados en un escenario de post acuerdo, donde las necesidades de comunidades marginales cobrarán mayor relevancia.

**Palabras clave:** ingeniería humanitaria, educación en ingeniería, interdisciplinariedad

### **Abstract**

*Engineering critical education can address the analysis of disputes related to the effects generated by all techno-scientific activity in social relations and in nature. Training processes conceived from this approach enable the debate and the formation of public who may be involved in processes of design, implementation and monitoring of policies and contextualized scientific and technological practices.*

*In this direction the course Ingenio, Ciencia, Tecnología y Sociedad, offered since 2014 by the Faculty of Engineering as an elective course for all undergraduate programs in Bogota campus of the National University of Colombia is created. This course is intended as a space for reflection and action, complementary to the curriculum, which are put in discussion topics related to the role of science and technology in the current development model and the alternatives to this approach. While it is allowing the interaction of students from different disciplines with the aim of formulating proposals for solutions to problems in marginalized communities through co-creation.*

*The pedagogical strategy implemented using is Problem Based Learning, ensuring that students focus their learning on priority problems of marginalized communities and generate a formulation solution. A characterization of students, 180 have signed the subject, of which 157 have filled out an initial survey, finding students from 31 academic programs, from second to tenth semester, with participation of 81% male and 19% female. By exhibitors, they participated 55 national and international. In a prospective scenario, it is considered that the inclusion in the curricula of initiatives aimed at strengthening education and Humanitarian Engineering are relevant for Colombian society, since they allow to prepare engineers able to meet the challenges expected in a post conflict scenario, where the needs of marginalized communities will become pertinent.*

**Keywords:** humanitarian engineering, engineering education, interdisciplinarity

## **1. Introducción**

Este artículo busca discutir los elementos principales de la Cátedra Ingenio, Ciencia, Tecnología y Sociedad (ICTS) en el marco de la educación en Ingeniería Humanitaria (IH), cuya intención es fomentar la reflexión y el trabajo de co-creación entre la Universidad y comunidades vulnerables, con la visión de transformar el rol de la ingeniería en la sociedad.

En la primera parte se abordan dos enfoques pedagógicos que orientan la asignatura. La educación en ingeniería humanitaria, señalando su desarrollo, alcance y algunos referentes internacionales. Luego se introduce el método de Aprendizaje Basado en Problemas en Ingeniería y se reflexiona sobre su pertinencia en el escenario nacional. El segundo título se dedica a la presentación de la Cátedra Ingenio, Ciencia, Tecnología y Sociedad, especificando sus antecedentes, objetivos y líneas temáticas. Finalmente se realiza una evaluación de las tres primeras versiones de la Cátedra, tomando en consideración aspectos como la distribución de estudiantes según el programa curricular, género, semestre cursado y percepción de los estudiantes sobre la pertinencia y fomento de la interdisciplinariedad.

## 2. Educación en ingeniería humanitaria y aprendizaje basado en problemas

La Ingeniería Humanitaria (IH) es un campo de la ingeniería que ha venido desarrollándose desde hace un par de décadas discutiendo acerca del rol de la ingeniería en la solución de las problemáticas de las comunidades vulnerables y marginales (Mitcham & Munoz, 2010). Aunque el alcance de este enfoque considera todas las disciplinas de la ingeniería, se centra en aquellas tecnologías consideradas como culturalmente inclusivas, apropiadas a nivel técnico, económico y sustentables (Conkol, 2012).

La ingeniería en su conjunto ha resuelto las necesidades y problemáticas de la sociedad a través de la historia, sin embargo, algunos sectores de la población se han visto marginalizados y excluidos económica, social y tecnológicamente por diversas circunstancias (Mitcham & Munoz, 2010). Esta situación desigual representa un reto desde la academia y en especial desde la Ingeniería, para que a través de procesos educativos, pedagógicos y prácticos, y usando metodologías de co-creación (Pater, 2009; Russo & Mele, 2006), se generen soluciones integrales para estas sociedades en condiciones de sobrevivencia (Burnham, 2009). Los tres ejes que se consideran en la IH son las características de ingeniería de los proyectos humanitarios, las tecnologías emergentes y los esfuerzos en investigación y desarrollo del campo (Conkol, 2012).

Este enfoque como objeto de indagación en la academia y de práctica profesional de los y las ingenieras, es reciente. Ha sido discutido y construido desde instituciones e individuos de los Estados Unidos y desde algunos países europeos, por tanto, aquí se encuentra una de sus principales limitaciones, en el hecho de que aún no es un concepto y enfoque reflexionado y apropiado desde otras latitudes. El desarrollo conceptual y metodológico de esta propuesta ha sido abordado desde países del Norte Global -Europa y Norteamérica- (Downey et al., 2006; J Lucena & Schneider, 2008; Schneider et al., 2008), con críticas desde el mismo lugar de origen (Nieusma & Riley, 2010; Schneider, Lucena, & Leydens, 2009).

De acuerdo a Munoz & Skokan (2007, quien cita a Cuny (1983)) se identifican tres ambientes de operación de la ingeniería humanitaria, el primero es respuesta a emergencias, el segundo es respuesta para el desarrollo y en medio sitúa la respuesta transicional. Por su parte Conkol (2012), establece tres escenarios de acción, a)

Recuperación de desastres, b) Desarrollo y c) Re-desarrollo. Mientras, Kinsner (2014) plantea cuatro niveles de acción, a) Desastres naturales (incendios, tormentas, tornados, tsunamis, terremotos, inundaciones), b) Crisis humanitarias (genocidios, guerras, elecciones no democráticas, injusticia), c) Países en vía de desarrollo (agua, alimentos, refugio, energía, saneamiento, salud), y d) Países desarrollados (comunidades pobres, envejecidos, personas con discapacidad mental-física, comunidades no representadas).

La IH se ha constituido como una nueva corriente educativa al interior de las universidades e institutos norteamericanos (Tabla 1), incluso con la introducción de este enfoque en el currículo de la Ingeniería (Amadei & Sandekian, 2010; Downey et al., 2006; Leydens & Lucena, 2006; Lucena & Schneider, 2008; Lucena, 2013; Schneider, Leydens, & Lucena, 2008; VanderSteen et al., 2010; Vandersteen, 2008), a su vez con desafíos conceptuales en el desarrollo de los mismos (Munoz & Skokan, 2007; Passino, 2009).

Universidad	Asignatura	Web
Escuela de Minas de Colorado	Ingeniería Humanitaria	<a href="http://inside.mines.edu/HE-Program">http://inside.mines.edu/HE-Program</a>
Universidad Estatal de Ohio	Ingeniería Humanitaria	<a href="https://osuhe.engineering.osu.edu/">https://osuhe.engineering.osu.edu/</a>
Universidad de Colorado	Ingeniería Global	<a href="https://mcedc.colorado.edu/">https://mcedc.colorado.edu/</a>
Universidad Estatal de Oregon	Ingeniería Humanitaria	<a href="http://blogs.oregonstate.edu/heatosu/">http://blogs.oregonstate.edu/heatosu/</a>

Tabla 1. Referentes de Educación en Ingeniería Humanitaria en Estados Unidos. Fuente: elaboración propia.

Desde el punto de vista de la IH, la educación en ingeniería debe introducir nuevas metodologías y concepciones de acuerdo al contexto cultural, político y geográfico, haciendo pertinente su accionar en favor de fortalecer la relación con la sociedad en su conjunto y en territorios locales (VanderSteen et al., 2010), así como el concepto de la co-creación en ingeniería (Cook & Thomas, 2012). En este sentido, Amadei & Wallace (2009, pp. 7 - 10) manifiestan:

*“Una nueva forma de enseñanza de la ingeniería es necesaria, que cubra una amplia gama de cuestiones técnicas y no técnicas, incluyendo el aprovisionamiento de agua y purificación, el saneamiento, salud pública, producción de energía, vivienda, planificación, infraestructura, producción y distribución de alimentos y comunicación (...) el reto de crear un mundo sostenible exige una mirada nueva y holística del papel de la ingeniería en la sociedad (...) para permitir que todos los seres humanos disfruten de una calidad de vida donde las necesidades básicas de agua, saneamiento, nutrición, salud, seguridad, y un trabajo significativo se cumplan.”*

Como una propuesta académica innovadora, la Cátedra intenta buscar nuevos abordajes metodológicos que logren atraer el interés de los estudiantes no solo por su contenido, sino por las herramientas pedagógicas utilizadas para desarrollar la misma,

por esta razón se explora la utilización del Aprendizaje Basado en Problemas, estrategia pedagógica poco explorada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia.

El Aprendizaje Basado en Problemas (Problem Based Learning - PBL) es una estrategia pedagógica que ha sido usada satisfactoriamente por más de 40 años y continúa creciendo en varias disciplinas (Erick de Graaff & Kolmos, 2007); se caracteriza principalmente por estar centrado en el aprendiz, por cuanto lo empodera para desarrollar investigación, integrar la teoría y la práctica, y aplicar los conocimientos y habilidades para desarrollar una solución viable a un problema definido (Savery, 2006).

A nivel de la práctica de PBL en Ingeniería se han desarrollado varias investigaciones, lideradas por la Universidad de Aalborg - Dinamarca (Davies, de Graaff, & Kolmos, 2011; E. D. E. Graaff & Kolmos, 2003; Jamison, Kolmos, & Holgaard, 2014; Nielsen, Du, & Kolmos, 2010). En cuanto a PBL en Ingeniería, desde la Universidad Nacional de Colombia se ha explorado la adopción de este enfoque en la Cátedra Ingenio, Ciencia, Tecnología y Sociedad (Reina-Rozo & Peña, 2015).

### 3. Cátedra ICTS

Esta asignatura es una de las iniciativas de la Facultad de Ingeniería para fortalecer la relación Universidad-Sociedad en el actual panorama político colombiano. Esta Facultad posee nueve (9) programas curriculares de pregrado, cuatro (4) de especialización, diecisiete (17) de maestría y siete (7) de doctorado, así mismo 6239 estudiantes de pregrado y 930 de posgrado, 64 grupos de investigación (Reconocidos y No Reconocidos), 77 Laboratorios y 3 proyectos de Extensión Solidaria (Duarte, 2014). Estas capacidades le conceden una situación determinante en la educación superior nacional, en los campos de docencia, investigación y extensión.

La cátedra ICTS es un espacio académico orientado a brindar herramientas de trabajo con comunidades vulnerables y marginadas para procesos de co-creación en ciencia y tecnología. Cada semestre recibe a 60 estudiantes de todas las facultades de la Universidad. Surgió en el 2014 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, ante la falta de espacios de reflexión, discusión y acción para el trabajo con comunidades vulnerables. Este espacio posee un antecedente en el trabajo del grupo estudiantil Ingenio Sin Fronteras que desde el año 2010 ha venido reflexionando acerca de la relación de ingeniería y sociedad.

Los objetivos centrales de esta asignatura se enmarcan en la generación de capacidades y pensamiento crítico en los estudiantes para el desarrollo de proyectos de ciencia y tecnología con comunidades vulnerables y marginales. Entre estos se pueden encontrar:

- Discutir el papel de la ciencia y la tecnología en el modelo de desarrollo actual y su importancia en propuestas alternativas de sociedad.

- Reenmarcar el papel de las ciencias básicas y la ingeniería como áreas necesarias en pro del desarrollo social y sostenible.
- Introducir teóricamente temáticas sobre el trabajo desde la ciencia y la tecnología con comunidades marginadas/vulnerables.
- Potenciar la creación de propuestas innovadoras que faciliten el surgimiento de procesos de investigación y acción interdisciplinar, enfocadas en el desarrollo para y desde las comunidades.

La metodología empleada se enfoca en charlas teóricas magistrales con diversos expertos nacionales e internacionales, así como experiencias exitosas de trabajo en co-creación con comunidades, esto soportado en lecturas previas, discusión y trabajo colectivo en clase. Se contempla un componente práctico en el que grupos interdisciplinarios de estudiantes deben formular un proyecto, donde se defina una problemática y al menos una solución técnica posible, en una comunidad vulnerable, definida por los estudiantes. Para finalizar se realiza un ensayo que evoluciona a lo largo del semestre y se sustenta la formulación de la solución.

El contenido se establece en tres módulos interconectados, donde se discuten aspectos relevantes en la relación ciencia, tecnología y sociedad, comenzando con reflexiones generales y conduciendo a los estudiantes hacia temáticas particulares. El primer módulo está relacionado con la *Visión crítica de la Ciencia y la Tecnología, y el papel de la Universidad*. El segundo módulo gira en torno a la *Ciencia, Tecnología e Innovación en un escenario de Post acuerdo*. El último módulo se denomina *Alternativas a los paradigmas convencionales*.

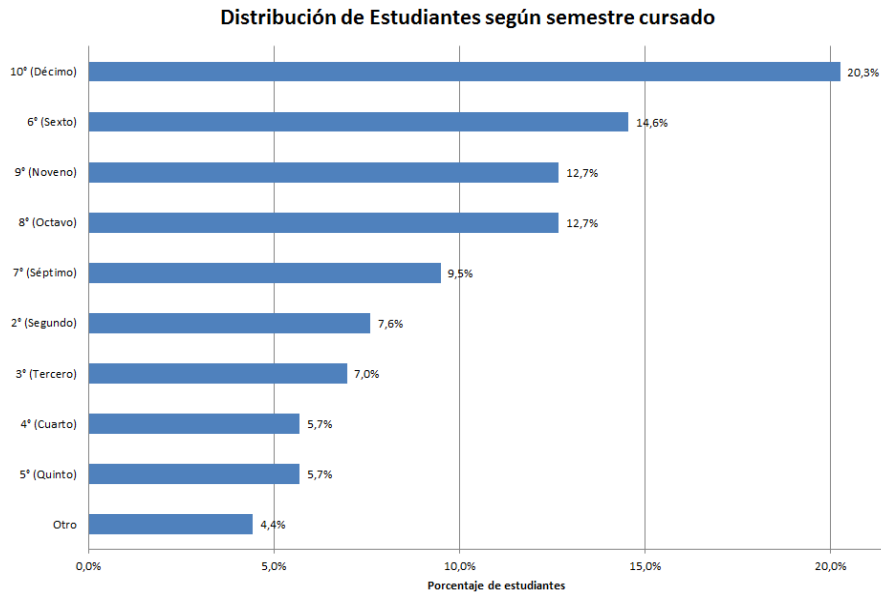
Esta asignatura se puede caracterizar como una iniciativa de integración interactiva (Reina-Rozo & Díaz, 2015): *integrar* las tres funciones misionales de las Universidades: Docencia, Investigación y Extensión al tiempo que se *interactúa* con sectores sociales marginados. Este espacio de docencia se logra integrar con procesos de extensión (en la relación bidireccional de la comunidad y la universidad), tal como son los diálogos de saberes, y con procesos de investigación (que los estudiantes realizan para completar su proyecto). Lo que se busca es desarrollar un ciclo en el que la investigación genere conocimientos y tecnología, la docencia comparta estos conocimientos y la extensión los valide, para re-incorporarlos a la docencia e investigación (Dávila, Peralta, & Obregón, 2009).

#### 4. Evaluación

Esta cátedra se ha realizado en tres ocasiones (semestres 2014-I, 2014-II y 2015-I), período durante el cual ha evolucionado su contenido temático, pasando de una lista de temáticas desconectadas entre sí a la consolidación de un programa con tres módulos interdependientes. Al tiempo se han refinado las herramientas pedagógicas usadas, introduciendo actividades que promueven el trabajo en equipo y la creatividad.

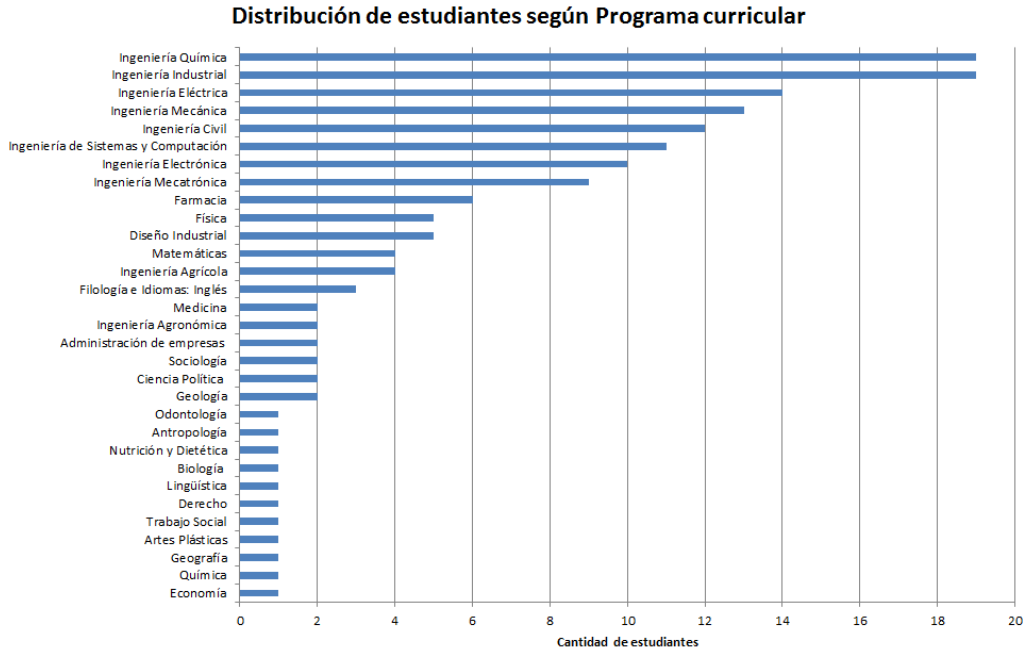


A continuación se presentan cifras importantes sobre la caracterización de los estudiantes que han cursado la cátedra. De acuerdo al Sistema de Información Académica (SIA), la asignatura ha sido tomada por 180 personas; sin embargo, la encuesta que se realiza al inicio del semestre y que es la fuente principal de las siguientes gráficas sólo ha sido diligenciada por 157 personas. De este número de estudiantes, la mayor parte se concentra en los semestres finales del programa curricular (10°, 9°, 8°, 7° y 6°), que corresponde a un 70% (Gráfica 1).



Gráfica 1. Distribución de estudiantes según semestre cursado. Fuente: elaboración propia.

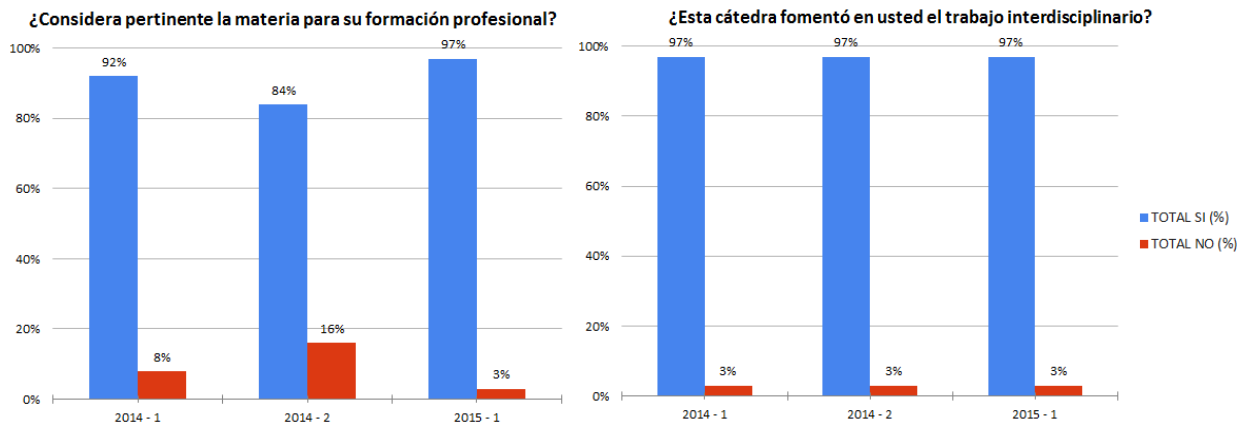
A nivel de programas académicos (Gráfica 2), han hecho presencia estudiantes de 31 diferentes programas de pregrado, lo que corresponde a un 63% de los 49 programas de pregrado existentes en la sede Bogotá. En cuanto a facultades se tiene representación de 9 de las 11 facultades de la Sede, distribuidas de la siguiente manera: Ingeniería 71%, Ciencias 12%, Ciencias Humanas 6%, Artes 4%, Ciencias Económicas 2%, Medicina 2%, Derecho y Ciencias Políticas 2%, Ciencias Agrarias 1% y Odontología 0,6%.



Gráfica 2. Distribución de estudiantes según programa curricular. Fuente: elaboración propia.

Por su parte, los estudiantes participantes de la asignatura han sido en su 81% hombres y en su 19% mujeres, siendo esto un reto para aumentar la participación de mujeres en estas temáticas.

Respecto a la percepción que tienen los estudiantes al final del semestre sobre la pertinencia y utilidad que encuentran en el curso para su formación profesional, las opiniones positivas oscilan entre el 84% y el 97% (Gráfica 3); al tiempo se considera altamente positivo (97%) el fomento al trabajo interdisciplinario que fomenta la metodología del curso.



Gráfica 3. Percepción de estudiantes sobre pertinencia e interdisciplinariedad. Fuente: elaboración propia.

## 5. Discusión y conclusiones

- A nivel de las acciones futuras para la asignatura en la sede Bogotá, se espera consolidar el contenido, así como la metodología, por medio de la evaluación de



los estudiantes, responsables y con pares académicos, responsables de los referentes de educación en Ingeniería Humanitaria antes mencionados.

- Este espacio académico espera contribuir desde la ciencia y la tecnología a generar alternativas y propuestas para un escenario de Post-conflicto, desde la autonomía tecnológica de las comunidades víctimas del conflicto social y armado. Así mismo, pretende crear espacios para la construcción y consolidación de paz con justicia social. Por su parte, una meta a corto plazo es el escalamiento de la cátedra a nivel de Cátedra de Sede, el cual consiste en institucionalizarse a nivel de la Sede Bogotá, ampliando la cantidad de cupos, generando un espacio de divulgación e impacto más amplio, y finalmente poniendo sobre la mesa estas reflexiones académicas para la comunidad universitaria y la sociedad civil.
- Las principales restricciones para el desarrollo de la cátedra son: poco interés de los docentes de la Facultad de Ingeniería en el proceso que se ha venido desarrollando, imagen de los estudiantes acerca de las cátedras en la UN, limitaciones para ejecución de los proyectos formulados. A pesar de la cantidad de participantes en el año y medio en el que se ha ofertado la asignatura, es necesario aumentar el número de estudiantes de programas diferentes a ingeniería y ciencias, para fomentar la interdisciplinariedad deseada. Se deben promover con más frecuencia las visitas de campo y el trabajo en conjunto con las comunidades, para lograr el objetivo de trabajar de manera colaborativa.

## 6. Referencias

### Artículos de revistas

- Amadei, B. and Sandekian, R. (2010). Model of Integrating Humanitarian Development into Engineering Education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, Vol. 136, No. 2, pp. 84–92.
- Amadei, B. and Wallace, W. (2009). Engineering for Humanitarian Development. *IEEE Technology and Society Magazine*, pp. 6–15.
- Davies, J. de Graaff, E., and Kolmos, A. (2011). PBL across the disciplines. *Aalborg Universitet*.
- Downey, G. L., Lucena, J. C., Moskal, B. M., Parkhurst, R., Bigley, T., Hays, C. and Nichols-Belo, A. (2006). The globally competent engineer: Working effectively with people who define problems differently. *Journal of Engineering Education*, Vol. 95, No. 2., pp.107–121.
- Duarte, O. (2014). Metodología para estimar las Capacidades y Necesidades de Docencia en Facultades y Unidades Académicas Básicas. Aplicación al caso de la Facultad de Ingeniería. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.
- Graaff, E. D. E. and Kolmos, A. (2003). Characteristics of Problem-Based Learning \*. *Int J Engng Ed*, Vol. 19. No. 5, pp.657–662.
- Jamison, A. Kolmos, A. and Holgaard, J. E. (2014). Hybrid Learning: An Integrative Approach to Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, Vol. 103, No.2, pp 253–273.
- Kinsner, W. (2014). HUMANITARIAN ENGINEERING EDUCATION: EXAMPLES. En 2014 Canadian Engineering Education Association (pp. 1–6). Canmore.

- Lucena, J. and Schneider, J. (2008). Engineers, development, and engineering education: From national to sustainable community development. *European Journal of Engineering Education*, Vol. 33. No. 3, pp. 247–257.
- Mitcham, C. and Munoz, D. (2010). *Humanitarian Engineering. Synthesis Lectures on Engineering, Technology and Society*. Morgan & Claypool.
- Munoz, D. and Skokan, C. K. (2007). Humanitarian engineering programme: conceptual challenges. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, Vol. 6, No 2, pp. 253–256.
- Nielsen, J. D. Du, X. Y. and Kolmos, A. (2010). Innovative application of a new PBL model to interdisciplinary and intercultural projects. *International Journal of Electrical Engineering Education*, Vol. 47, No. 2, pp 174–188.
- Nieuwsma, D. and Riley, D. (2010). Designs on development: engineering, globalization, and social justice. *Engineering Studies*, Vol 2, No 1, pp. 29–59.
- Passino, K. M. (2009). Educating the Humanitarian Engineer. *Science and Engineering Ethics*, Vol. 15, 577–600.
- Russo, T. and Mele, C. (2006). “Co’s” in innovating: co -creation within a practice-based view.
- Savery, J. R. (2006). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, Vol 1, No 13.
- Schneider, J. Leydens, J. A. and Lucena, J. (2008). Where is “Community”?: Engineering education and sustainable community development. *European Journal of Engineering Education*. <http://doi.org/10.1080/03043790802088640>
- Schneider, J. Lucena, J. & Leydens, J. A. (2009, January). Engineering to help. *IEEE Technology and Society Magazine*, Vol 28, No 4, pp 42–48.
- Vandersteen, J. (2008). *Humanitarian engineering in the engineering curriculum*. Queen’s University.
- VanderSteen, J. D. J. Hall, K. R. and Baillie, C. A. (2010). Humanitarian engineering placements in our own communities. *European Journal of Engineering Education*, Vol. 35, No 2, pp. 215–223.

### Memorias de congresos

- Burnham, M. G. (2009). The “systems approach” to human problems: How humanitarian engineering can help. *Proceedings of IEEE International Symposium on Technology and Society* (pp. 1–10). IEEE.
- Conkol, G. K. (2012). Humanitarian Engineering - Emerging Technologies and Humanitarian Efforts. *Proceedings of IEEE Global Humanitarian Technology Conference* (pp. 253–258). IEEE.
- Cook, A. and Thomas, A. (2012). Community led technology co-creation in engineering education. *Proceedings of Innovation, Practice and Research in Engineering Education EE2012* (p. 7).
- Dávila, E. Peralta, I. B. and Obregón, J. (2009). La interacción de las funciones sustantivas de la Universidad como garantía de inclusión social. *Memorias del X Congreso Iberoamericano de Extensión Universitaria: Sociedad y Extensión*.
- Leydens, J. and Lucena, J. (2006). The Problem of Knowledge in Incorporating Humanitarian Ethics in Engineering Education: Barriers and Opportunities. *Proceedings. Frontiers in Education. 36th Annual Conference* (pp. 24–29). IEEE.

- Reina-Rozo, J. D. and Diaz, H. (2015). EXTENSIÓN SOLIDARIA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA: Una revisión desde el enfoque de integración interactiva. Memorias del XIII Congreso Latinoamericano de Extensión Universitaria (pp. 1–11). La Habana-Cuba.
- Reina-Rozo, J. D. and Peña, I. (2015). Inventiveness and Society, an experience from the Problem Based-Learning approach for a post-conflict scenario in Colombia (South America). Proceedings of International Joint Conference of Learner in Engineering Education (pp. 1–13). San sebastian-Spain..

### Libros

- De Graaff, E. and Kolmos, A. (2007). History of Problem-Based and Project-Based Learning. En E. De Graaff & A. Kolmos (Eds.), Management of change: Implementation of Problem-based and Project-Based Learning in Engineering. Sense Edtions.
- Lucena, J. (2013). Engineering Education for Social Justice: Critical Explorations and Opportunities. (J. Lucena, Ed.). Springer books.

### Fuentes electrónicas

- Pater, M. (2009). Co-creation's 5 guiding principles. Frontier Strategy. Recuperado a partir de <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Co-Creation's+5+GUIDING+PRINCIPLES#0>

### Sobre los autores

- **Juan David Reina Rozo:** Ingeniero Industrial, Magister en Medio Ambiente y Desarrollo. Estudiante del programa de Doctorado en Ingeniería Industria y Organizaciones - Universidad Nacional de Colombia. [jdreinar@unal.edu.co](mailto:jdreinar@unal.edu.co)
- **Henry Alfonso Díaz Avendaño:** Ingeniero mecánico, estudiante de maestría en Ingeniería Industrial - Universidad Nacional de Colombia. [hadiaza@unal.edu.co](mailto:hadiaza@unal.edu.co)
- **Nicolás Gaitán Albarracín:** Ingeniero químico, estudiante de maestría en Ingeniería Industrial - Universidad Nacional de Colombia. [ngaitana@unal.edu.co](mailto:ngaitana@unal.edu.co)
- **José Ismael Peña Reyes:** Ingeniero de Sistemas. Doctor en Ciencias de Gestión - Sistemas de Información, Universidad de Grenoble. Profesor asociado Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Colombia. [jjpenar@unal.edu.co](mailto:jjpenar@unal.edu.co)

---

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

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)