

LAS TIC, LA INNOVACIÓN EN EL AULA Y SUS IMPACTOS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Ph. D. JUAN CARLOS MORALES PIÑERO
Ph. D. SERGIO ALEJANDRO RODRÍGUEZ JEREZ
(Editores)



UNIVERSIDAD
SERGIO ARBOLEDA



Las TIC, la innovación en el aula y sus impactos en la educación superior / Juan Carlos Morales Piñero, Sergio Alejandro Rodríguez Jerez (editores) – Bogotá: Universidad Sergio Arboleda ; Asociación Colombiana de Educadores -Ascolde, 2018.

217 p.

ISBN: 978-958-5511-19-4 (rústica)

1. TECNOLOGÍA EDUCATIVA – COLOMBIA 2. INNOVACIONES EDUCATIVAS – COLOMBIA 3. EDUCACIÓN SUPERIOR – COLOMBIA 4. EVALUACIÓN EDUCATIVA 5. ORIENTACIÓN PROFESIONAL I. Morales Piñero, Juan Carlos, editor II. Rodríguez Jerez, Sergio Alejandro, editor III. Título 371.33 ed. 21

Las TIC, la innovación en el aula y sus impactos en la educación superior

ISBN: 978-958-5511-19-4 (*rústica*)

ISBN: 978-958-5511-20-0 (*.pdf*)

Ph. D. Juan Carlos Morales Piñero

Ph. D. Sergio Alejandro Rodríguez Jerez

(Editores)

© Escuela de Filosofía y Humanidades

© Escuela de Ciencias Exactas e Ingenierías

Universidad Sergio Arboleda

Grupos de investigación: INVEDUSA, LIOS, LUMEN y Joaquín Aarón Manjarrés.

ASCOLDE (Asociación Colombiana de Educadores).

Campo Elías Burgos, Sergio Alejandro Rodríguez Jerez, Ivonne Patricia Piñeros Veloza, Carlos Andrés Moreno Melo, Juan Carlos Morales Piñero, Irma Amalia Molina Bernal, Nicolás Esteban Ramírez Acosta, Steven Hernando Vargas, Claudia Cecilia Castro Cortés, Brayan Martínez Molina, Sergio Andrés Angulo, María Paula Flórez, Diana María Duarte, Luis Alejandro Ángel, Adriana Díaz, Iván Potes Comas, José Daniel Ramírez, Nestor Orlando Cordero Saez, Edimer Latorre Iglesias.

Gestión editorial:

Yadira Caballero Quintero

Carlos Andrés Caho Rodríguez

Director del Fondo de Publicaciones:

Jaime Arturo Barahona Caicedo

jaime.barahona@usa.edu.co

Diagramación:

Jimmy F. Salcedo Sánchez

Calle 74 No. 14-14.

Teléfono: (571) 325 7500 ext. 2131/2260.

Bogotá, D.C.

Calle 18 No. 14A-18.

Teléfonos: (575) 420 3838 - 420 2651.

Santa Marta.

www.usergioarboleda.edu.co

Impresión: Digiprint

Bogotá, D.C.

Edición: septiembre de 2018.

Fondo de Publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda.

Queda prohibida toda reproducción por cualquier medio sin previa autorización escrita del editor.

El contenido del libro no representa la opinión de la Universidad Sergio Arboleda y es responsabilidad del autor.

INGENIERÍA HUMANITARIA: UNA PROPUESTA PARA ARTICULAR LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA CON PROBLEMAS SOCIALES

**Humanitarian Engineering: a proposal to articulate
Engineering Education with social problems.¹**

María Paula Flórez²

Diana María Duarte³

Luis Alejandro Ángel⁴

Resumen

La academia se ha enfocado en discusiones teóricas que se alejan de las problemáticas y las realidades sociales y económicas de las comunidades. Con el objetivo de crear sinergia entre la educación en ingeniería y las comunidades con bajo ingreso, la Escuela de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad Sergio Arboleda ha creado un enfoque en Ingeniería Humanitaria. Este trabajo busca presentar el primer modelo usado en el diseño de la primera oferta académica de este enfoque: un curso donde estudiantes deben enfrentar retos de comunidades y

¹ Una versión de este trabajo fue presentada como ponencia en REES2017

² Docente tiempo completo. Escuela de Ciencias Exactas e Ingeniería. Universidad Sergio Arboleda. Ingeniería Industrial. Correo electrónico: maria.florez@usa.edu.co

³ Docente de cátedra. Escuela de Ciencias Exactas e Ingeniería. Universidad Sergio Arboleda. Ingeniería Industrial. Correo electrónico: diana.duarte29@correo.usa.edu.co

⁴ Decano Asociado. Escuela de Ciencias Exactas e Ingeniería. Universidad Sergio Arboleda. Ingeniería Industrial. Correo electrónico: luis.angel@usa.edu.co

diseñar artefactos, sistemas o procesos de ingeniería bajo restricciones sociales, ambientales y técnicas. Primero, se presenta un marco alrededor de Ingeniería Humanitaria y, segundo, un caso de estudio donde se analiza el modelo de curso propuesto a través de las percepciones obtenidas por parte de los estudiantes y profesores después de su implementación. Como conclusión, se presentan los cambios propuestos para una segunda versión del curso.

Palabras clave

Ingeniería humanitaria, educación, comunidades.

Abstract

Academy has focused on theoretical discussions that move away from problems and social and economic realities of the communities. With the objective of create synergy between engineering education and communities with low income the Engineering Faculty of the Sergio Arboleda University have created the Humanitarian Engineering center. This paper presents the model used in the design of the first academic offer of the center: an elective course where students have to face communities' challenges in order to design artefacts, systems or engineering process, under social, environmental, technical and economic constraints. First, is presented a framework around Humanitarian Engineering and second the study case where is analysed the model proposal after it first implementation and the result perceived by the students. As a conclusion, there is presented then the changes proposed to the model for the second version of the course.

Keywords

Humanitarian engineering, education, communities.

1. Introducción

La función de la academia y de las universidades en particular en los procesos de formación ha sido un tema de discusión filosófica, política y científica desde su nacimiento. Se percibe una brecha entre la discusión teórica y académica respecto a los problemas y las realidades sociales y económicas de aquellas comunidades que deberían impactar de forma directa (Arango, 2004). De acuerdo a lo anterior, ¿no se debería considerar como tarea fundamental de la educación la generación de profesionales que sean capaces de asumir un papel activo en la construcción de sociedades más igualitarias y con mejor calidad de vida?

La ingeniería, por definición, es “toda aplicación de las ciencias físicas, químicas y matemáticas; de la técnica industrial y en general, del ingenio humano, a la utilización e invención sobre la materia” (Ley 842 de 2003). De la anterior definición se entiende que es una actividad que transforma el conocimiento en algo práctico. Lo práctico debe estar alineado con los intereses comunitarios porque no sería útil saber aplicar únicamente el conocimiento en la resolución de problemáticas de libros, y no estar en la capacidad de solucionar problemáticas reales que tienen consigo restricciones económicas, sociales y ambientales (Lucena, Schneider y Leydens, 2010). Por tal razón, la función de la ingeniería debe estar orientada al diseño de soluciones dentro de entornos reales que permitan al estudiante identificar las restricciones propias del contexto. Es entonces el reto de las escuelas y facultades de ingeniería crear ambientes propicios y metodologías activas para mejorar las competencias de los estudiantes que les permitan atender las necesidades de la sociedad. Muchos estudiantes se gradúan sin estar preparados para diseñar bajo condiciones reales, es decir bajo restricciones económicas, sociales y ambientales (Lucena, Schneider y Leydens, 2010). La academia está formando Ingenieros para diseñar, pero sin profundizar en la importancia que tiene el aprender a identificar las problemáticas y evaluarlas desde las distintas áreas del conocimiento. Esto ocasiona la falta de humanismo en la ingeniería e impide crear sociedad. Por esta razón, la educación en ingeniería debe replantearse cambios para asegurar que los profesionales puedan atender las necesidades de la sociedad.

Enfatizando en la necesidad de inculcar en la educación de ingeniería estos enfoques, Colmenares y Celis (2016) sostienen que “a pesar de la cantidad considerable de estudios que se han adelantado sobre los cambios en la ingeniería en la última década, hay escasez de investigación sobre estrategias para alcanzar cambios exitosos, así como de evidencia para evaluar el impacto de los cambios curriculares hechos en los programas de ingeniería” (s. p.). Con el objetivo de fomentar cambios en la educación de Ingeniería, se busca proponer un modelo de clase que favorece la inclusión de enfoques de trabajo comunitario en un programa de ingeniería tradicional. Con tal objetivo, el presente capítulo presenta el diseño de la clase “Ingeniería Humanitaria” de la universidad Sergio Arboleda a partir de la implementación de una clase piloto y el análisis de sus resultados. La clase busca, a través

de grupos interdisciplinarios, generar simbiosis entre la universidad y la comunidad, y así asegurar que los estudiantes de ingeniería salgan preparados de la universidad para atender las necesidades de la sociedad por medio del diseño de artefactos, sistemas o procesos de ingeniería sostenibles.

De esta forma, se pretende contestar la pregunta: ¿cuál puede ser un modelo de clase que permita incluir el enfoque de trabajo comunitario en el contexto de un programa de ingeniería tradicional? Con tal fin, este capítulo cuenta con la siguiente estructura: (1) se muestran algunas propuestas de cambio hechas por teóricos para la educación en ingeniería y se define qué es Ingeniería Humanitaria. (2) Se presenta una síntesis y análisis de tres referentes de clases de ingeniería con enfoque comunitario. (3) Se describe la metodología empleada para realizar la propuesta del modelo de la clase de Ingeniería de Ingeniería Humanitaria de la Universidad Sergio Arboleda. (4) Se muestran los resultados obtenidos. (5) Se presentan las conclusiones desarrolladas.

2. Marco teórico

2.1. Cambios propuestos para la educación en ingeniería

Uno de los cambios propuestos para la educación en ingeniería se fundamenta en la capacidad de diseñar de forma participativa. Para esto, Verharen, Tharakan, Middendorf, Castro-Sitiriche, y Kadoda (2013) proponen cursos de ingeniería en los que se promueva el trabajo con grupos interdisciplinarios al momento de diseñar y se tenga en cuenta la contribución que individuos de distintas disciplinas pueden hacer. De esta manera, sostiene que se lograría un cambio positivo en la tecnología que se diseña. Esto permitiría lograr lo que proponen Shields, Verga y Andrea, (2014) sobre incorporar sostenibilidad en el curriculum de ingeniería, pues al trabajar con grupos interdisciplinarios, se podría aprender a diseñar bajo restricciones reales (sociales, económicas y ambientales). Nazzal y Zabinski (2014) aportan al cómo hacerlo, pues propone introducir en un principio la sostenibilidad en las diferentes materias del curriculum de Ingeniería y después crear módulos o materias específicas en los que se abarque la relación entre la ingeniería y la sostenibilidad. Para estos cambios en el curriculum es importante, como dicen Besterfield-Sacre, Cox, Borrego, Beddoes, y

Zhu (2014), crear una visión compartida sobre dicha innovación, lo cual supone el apoyo de las facultades a los profesores en su propia enseñanza académica, y la implementación de políticas que permiten recompensar la innovación docente.

Por otro lado, Colmenares y Celis (2016) sostienen en su escrito *Hacia una formación más fundamentada y flexible en ingeniería civil*: “Si algo muestra la experiencia internacional es que los cambios que se proponen para la formación en ingeniería no sólo apuntan a que sea más fundamentada y articulada a la maestría sino que los aspirantes a una licencia tengan una experiencia profesional previa con miras a que realmente estén calificados para obtener dicha licencia” (s. p.) y más adelante continúan diciendo “La licencia profesional no debe ser asumida únicamente como una cuestión de conocimientos teóricos, sino como la certificación de unas competencias profesionales y experiencia necesarias para poder desarrollar con solvencia proyectos de impacto y responsabilidad social” (s. p.).

2.2. Ingeniería humanitaria

Otro de los cambios que se han desarrollado a nivel de educación en ingeniería es fomentar el desarrollo de proyectos con impacto social y ambiental. Ingeniería Humanitaria, es un enfoque ha tomado fuerza en varios programas a nivel mundial y se reconoce como una especialidad que fomenta el desarrollo de comunidades por medio del diseño de tecnologías, sistemas y procesos. Kevin Passino (2015) en su libro *Humanitarian Engineering* define este término de la siguiente manera: “Humanitarian engineering is the creation of technologies that help people” (p. s. p.). Por otro lado, Lucena en su libro *Engineering and Sustainable Community Development* menciona que Humanitarian engineering hace referencia al desarrollo de comunidades (Lucena, Schneider y Leydens, 2010). Por esta razón, sostiene que un estudiante que enfoca su énfasis o especialidad desde la Ingeniería Humanitaria cuenta con el siguiente perfil.

Ingeniería humanitaria y programas similares han sido acogidos por distintas Universidades en estados Unidos como: Colorado School of Mines, University of Canterbury, Arizona State University, Villanova University, Rochester Institute of Technology, University of Wisconsin-

Madison, Carleton University, University of Michigan y Purdue University; en México: Tecnológico de Monterrey, Universidad del Valle de México; en Latinoamérica: Universidad Nacional de la Matanza en Argentina, Universidad Católica de Argentina, Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad del Desarrollo en Chile; Universidad del Valle, Universidad de La Salle, Universidad de los Andes y Universidad Minuto de Dios.

2.3. Referentes en Ingeniería humanitaria

Las capacidades y habilidades adquiridas por un estudiante dependen del diseño y metodología de la clase. Con el fin de entender algunas características básicas de una clase de Ingeniería humanitaria, en la Tabla se analizan tres referentes, considerando aspectos como: el público al que va dirigida la clase, el tipo de curso, el tiempo semanal que tiene asignada, el componente teórico de la clase, el componente práctico y cómo se evalúa.

Tabla 1. Ejemplos de Referentes en Ingeniería humanitaria

Curso	Ingenieros sin Fronteras Colombia (ISF-CO)	Community Based Research	Humanitarian Engineering
	Universidad de los Andes (Universidad de los Andes, 2017)	Colorado School of Mines (Colorado School of Mines, 2017)	The Ohio State University (The Ohio State University, 2017)
Aspecto			
Público al que va dirigido	Es un curso para ingenieros.	Es un curso para ingenieros.	No es un curso exclusivo para ingenieros.
Tipo de curso	Es curso electivo.	Es un curso electivo.	Este curso es obligatorio para el menor en Ingeniería Humanitaria, pero electivo para otras carreras.

Capítulo 5. Ingeniería Humanitaria: una propuesta para articular la educación en Ingeniería con problemas sociales

Curso	Ingenieros sin Fronteras Colombia (ISF-CO) <i>Universidad de los Andes</i> <i>(Universidad de los Andes, 2017)</i>	Community Based Research <i>Colorado School of Mines</i> <i>(Colorado School of Mines, 2017)</i>	<i>Humanitarian Engineering</i> <i>The Ohio State University</i> <i>(The Ohio State University, 2017)</i>
Aspecto			
Tiempo asignado	Es un curso de 4 horas semanales.	Es un curso de 3 horas semanales.	Es un curso de 3 horas semanales.
Componente teórico	<p>Las temáticas están enfocadas al desarrollo de los conceptos relacionados con los criterios de los proyectos de ISF-CO: socialmente inclusivos, viables, ambientalmente responsables, de ingeniería, innovadores, técnicamente posibles, de alto impacto.</p> <p>Se invitan conferencistas al curso para que den charlas orientadas a los criterios de los proyectos de ISF-CO.</p>	<p>Las clases están orientadas al desarrollo de temas como: investigación cualitativa, etnografía, observación participativa, diseño colaborativo, cartografía basada en la comunidad, entrevistas, la importancia de saber escuchar.</p> <p>Se invitan conferencistas a algunas de las clases para enriquecer alguno de los temas del curso.</p>	<p>Las clases están orientadas a las siguientes temáticas: pobreza, subdesarrollo, sostenibilidad, cultura, justicia social, estrategias para el desarrollo, ingeniería para el desarrollo de comunidades, métodos analíticos y desarrollo participativo de tecnología humanitaria.</p> <p>En clase se realizan discusiones sobre los diferentes temas.</p>

Curso	Ingenieros sin Fronteras Colombia (ISF-CO)	Community Based Research	Humanitarian Engineering
Aspecto	<p><i>Universidad de los Andes</i> <i>(Universidad de los Andes, 2017)</i></p>	<p><i>Colorado School of Mines</i> <i>(Colorado School of Mines, 2017)</i></p>	<p><i>The Ohio State University</i> <i>(The Ohio State University, 2017)</i></p>
Componente práctico	<p>Los estudiantes a lo largo del curso deben buscarle soluciones a un reto de forma participativa con la comunidad que lo plantea. Dicha comunidad puede ser vulnerable o con potencial de desarrollo.</p> <p>El reto que los estudiantes deben solucionar es escogido por los profesores del curso.</p> <p>Se utiliza el contexto Ocdio para abordar el reto.</p> <p>Se realizan laboratorios de campo en los cuales los estudiantes conocen la zona e interactúan con los actores involucrados con las problemáticas.</p> <p>El componente práctico se desarrolla en grupos.</p>	<p>Los estudiantes a lo largo del curso deben contestar una pregunta de investigación relacionada con un grupo que haga parte de la comunidad Universidad.</p> <p>El grupo a investigar y la pregunta de investigación la proponen los estudiantes.</p> <p>Se les enseña a los estudiantes distintas herramientas para el trabajo con las comunidades, en especial, herramientas para la observación participativa.</p> <p>Los estudiantes deben realizar fuera del aula, actividades de investigación participativa con los actores involucrados con la pregunta de investigación.</p> <p>El componente práctico se desarrolla en grupos.</p>	<p>Los estudiantes trabajan en un proyecto final en el que deben seleccionar y desarrollar una tecnología apropiada para solucionar una problemática alrededor del mundo, además de evaluar su impacto ambiental y económico.</p> <p>Se les enseña a los estudiantes distintas herramientas para el diseño participativo de tecnologías.</p> <p>Se les enseña a los estudiantes algunas maneras para modelar y simular el impacto de las soluciones propuestas.</p> <p>El componente práctico se desarrolla en grupos.</p>

Curso	Ingenieros sin Fronteras Colombia (ISF-CO)	Community Based Research	<i>Humanitarian Engineering</i>
Aspecto	<p><i>Universidad de los Andes</i> <i>(Universidad de los Andes, 2017)</i></p>	<p><i>Colorado School of Mines</i> <i>(Colorado School of Mines, 2017)</i></p>	<p><i>The Ohio State University</i> <i>(The Ohio State University, 2017)</i></p>
<p>¿Cómo es evaluado?</p>	<p>Se realizan quices para evaluar la comprensión de las lecturas asignadas para clase.</p> <p>Se califican talleres en los cuales los estudiantes aplican algunas de las herramientas vistas en clase.</p> <p>Los estudiantes presentan por medio de portafolios, avances que han tenido en relación al reto. En cada portafolio se sintetiza y documenta la información recopilada en por lo menos una fase del contexto oCDIO. Al final de curso, realizan una presentación, en donde sustentan su propuesta frente a expertos.</p>	<p>Se califica la asistencia y participación en clase.</p> <p>Se califica la aplicación de las herramientas vistas en clase como: la guía de entrevista, la entrevista, la observación participativa y la actividad de investigación participativa</p> <p>Los estudiantes presentan análisis de las lecturas asignadas.</p> <p>Los estudiantes presentan un Proyecto final donde concluyen con respecto a los resultados encontrados en la investigación.</p>	<p>Se realizan quices sobre las lecturas asignadas y comentarios de clase que el profesor realiza a través de videos.</p> <p>Los estudiantes deben entregar tareas que consisten en resolver problemas del texto guía (<i>Humanitarian Engineering: Advancing Technology for Sustainable Development, 3rd Edition</i>) Algunas tareas deben resolverse en el software de programación Matlab.</p> <p>Los estudiantes al final del curso entregan un reporte del proyecto final y lo sustentan.</p>

Fuente: elaboración propia

Con base en lo presentado en la Tabla de referentes, se puede ver que hay varios aspectos que comparten las tres clases de Ingeniería humanitaria analizadas. En primera instancia, todos los cursos cuentan con un componente teórico y un componente práctico; con el componente teórico se le da al estudiante las herramientas para que puedan desarrollar el componente práctico, que consistirá en la ejecución de un proyecto o solución de un reto. Es común en todos los casos que este componente se desarrolle en grupos.

Se debe aclarar que no en todos los casos el componente práctico está enfocado en la búsqueda de soluciones a problemáticas locales. El sistema social que se decida analizar, depende del contexto y las posibilidades de cada lugar.

Por otra parte, se puede ver que un curso de Ingeniería Humanitaria no necesariamente debe estar conformado por ingenieros, y por ende es importante que todos los estudiantes aprendan técnicas y sepan aplicar metodologías participativas para el trabajo en equipos multidisciplinarios.

Por otro lado, se puede ver que los tres cursos referentes son electivos. Esto se podría explicar teniendo en cuenta que, aunque en estos cursos se trabajan temas pertinentes para la formación de cualquier profesional y en particular para la formación de cualquier ingeniero, no necesariamente los temas abordados son de interés para todas las personas. Se espera que, como detrás de las problemáticas abordadas en estas clases está el ser humano como actor central, el compromiso por parte de los estudiantes sea total.

En cuanto a la forma de evaluar a los estudiantes, cada curso cuenta con sus estrategias pedagógicas distintas, sin embargo, es común que en los tres cursos se califica el proyecto final. Adicionalmente, en los tres referentes, además de la nota obtenida por el proyecto, se realizan otras actividades para evaluar los conocimientos teóricos. En ninguno de los casos se realizan parciales como método de evaluación.

3. Metodología

A continuación se presenta la metodología usada para definir un modelo de curso en Ingeniería Humanitaria. La propuesta fue probada en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Sergio Arboleda como una estrategia para incluir nuevas perspectivas a su enfoque tradicional:

1. Se diseñó un modelo inicial de curso en Ingeniería Humanitaria para la Universidad Sergio Arboleda, teniendo en cuenta referentes en Ingeniería Humanitaria.
2. Se implementó el modelo inicial diseñado.
3. Los estudiantes evaluaron por medio de encuestas anónimas el curso y los profesores dieron sus percepciones acerca del modelo.
4. Se rediseñó el modelo inicial, basándose en los resultados obtenidos en las encuestas y las percepciones de los profesores.

En este capítulo se presenta el modelo inicial de curso en Ingeniería humanitaria para la Universidad Sergio Arboleda, teniendo en cuenta referentes en Ingeniería humanitaria.

3.1. Propuesta inicial de un modelo de curso en Ingeniería humanitaria en la Universidad Sergio Arboleda

El curso de Ingeniería humanitaria fue diseñado con el fin de alcanzar los siguientes objetivos:

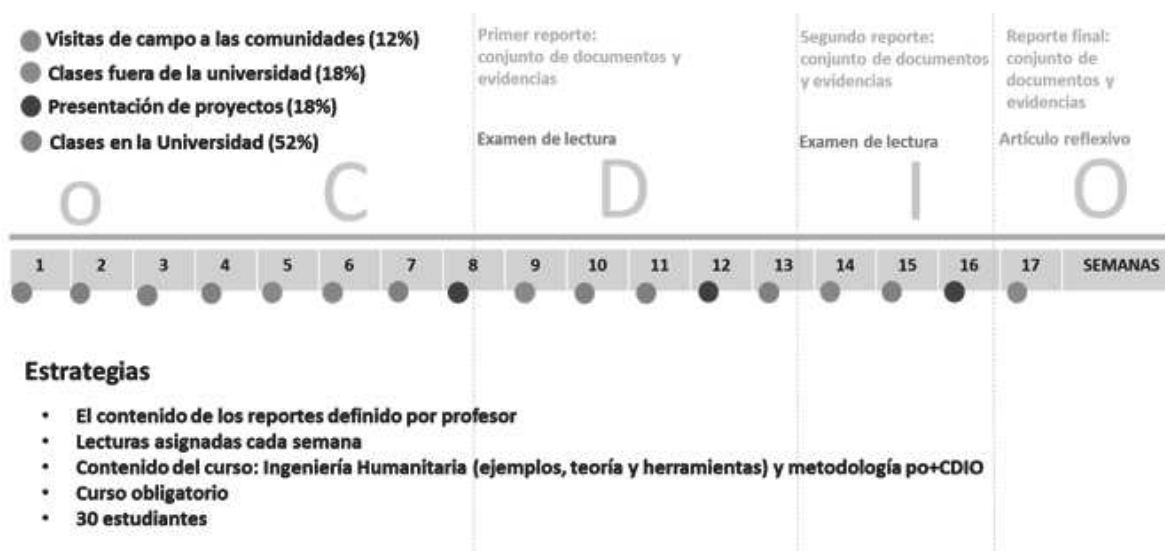
- Crear sinergia entre ingeniería y otros programas de la Universidad y conformar grupos interdisciplinarios para diseñar artefactos, sistemas o procesos de ingeniería, bajo restricciones sociales, ambientales, técnicas y económicas.
- Crear sinergia entre comunidades de escasos recursos (que viven en Bogotá y sus alrededores) y la Universidad, a través de la co-creación de soluciones de ingeniería.
- Entrenar a los estudiantes en habilidades y competencias basadas en el enfoque humanista-científico.

Con este alcance, el curso fue definido como un curso obligatorio para que todos los estudiantes del programa de ingeniería industrial (en esta fase piloto) pudieran conseguir un acercamiento al rol que juega el ingeniero en el contexto de proyectos comunitarios. Estos tipos de experiencias ayudan al desarrollo de habilidades de diseño bajo restricciones económicas, ambientales y sociales, las cuales son necesarias para adquirir un perfil profesional completo en cualquier sector contemplado en la agenda 2030 para el desarrollo sostenible.

Con respecto a la metodología, de acuerdo con los objetivos establecidos, el curso requería tener un enfoque práctico. Con esta intención, el modelo de curso estaba alineado con una propuesta innovadora hecha por Distancia Cero, un emprendimiento social con la misión de disminuir la distancia entre la realidad y la academia, promoviendo una estrategia educativa llamada ‘Aprendizaje basado en retos’. Distancia Cero le proporcionó al curso un portafolio de retos publicados por diferentes organizaciones sociales. El curso estuvo diseñado alrededor del desarrollo de estos retos, donde los estudiantes tenían que proponer soluciones por grupos, usando el marco metodológico po+CDIO propuesta por la organización Ingenieros sin Fronteras Colombia, como una adaptación del marco CDIO creado por MIT.

A continuación, se presenta el modelo del curso que fue implementado por primera vez en el Segundo semestre del 2016. Los aspectos considerados en este modelo están relacionados con las características generales en las cuales usualmente se enfocan los cursos de ingeniería con énfasis comunitario.

Figura 1. Propuesta inicial de un modelo de curso de Ingeniería humanitaria en la Universidad Sergio Arboleda



Fuente: elaboración propia.

4. Resultados

Con el fin de evaluar el modelo inicial presentado anteriormente, al final del semestre los estudiantes completaron una encuesta anónima en la cual se les preguntaba sobre su percepción acerca del curso. La prioridad era entender, desde el punto de vista de los estudiantes, si el curso efectivamente estaba agregando valor a la experiencia educativa. A continuación, se mencionan los principales resultados obtenidos.

Percepción general:

El 20 % de los estudiantes indicaron que el curso les parecía relevante para su entrenamiento en ingeniería; el 60 % lo consideró relevante; y un 20 % lo consideró poco relevante.

Sobre los evaluables:

- 30 % de los estudiantes dijeron que le dedicaron más del mínimo tiempo necesario para el desarrollo de los evaluables, 50 % sólo el tiempo necesario, y el 20 % dijeron que menos del tiempo necesario.
- Los estudiantes manifestaron que el curso debería ser más flexible en cuanto al proceso de diseño que debían enfrentar, no ser muy metódico.
- A pesar de que las lecturas estaban relacionadas con el curso, los estudiantes percibieron que no tenían mucha relación con los retos, los cuales eran el principal objetivo de la clase.
- Hubo algunos exámenes que no tuvieron conexión directa con los retos, sino que pretendían evaluar las lecturas propuestas, y por ende consideraron que no generaban valor agregado, que “eran una pérdida de tiempo”.

Sobre la metodología:

- 55 % de los estudiantes percibieron que la metodología era muy innovadora (que no habían tenido una clase parecida); 33 % que era innovadora.

- 88 % de los estudiantes consideraron que la experiencia de trabajar con retos reales era muy valiosa para su aprendizaje.
- Casi el 95 % de los estudiantes dijeron que fue claro cómo aplicar el marco metodológico po+CDIO.
- 55 % de los estudiantes mostraron interés en continuar trabajando los retos, porque consideraron que trabajar con comunidades era una experiencia importante para ellos.

Después del proceso de evaluación del curso y de acuerdo con los resultados, se definió que los aspectos más valiosos del modelo fue la implementación de la metodología 'Aprendizaje basado en retos'. En el contexto de la Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad Sergio Arboleda, este acercamiento mostró ser innovador para la experiencia de educación de los estudiantes. Sin embargo, es importante enfatizar que hubo algunos aspectos que no funcionaron correctamente y que deberían ser corregidos para responder efectivamente con la oferta educativa. En primera instancia, el desarrollo de los retos requiere una cantidad importante de tiempo, por lo tanto, es necesario minimizar las evaluaciones o exámenes que no están directamente relacionadas con ellos, y minimizar el contenido de las clases teóricas para tener más clases centradas en experiencias fuera del aula.

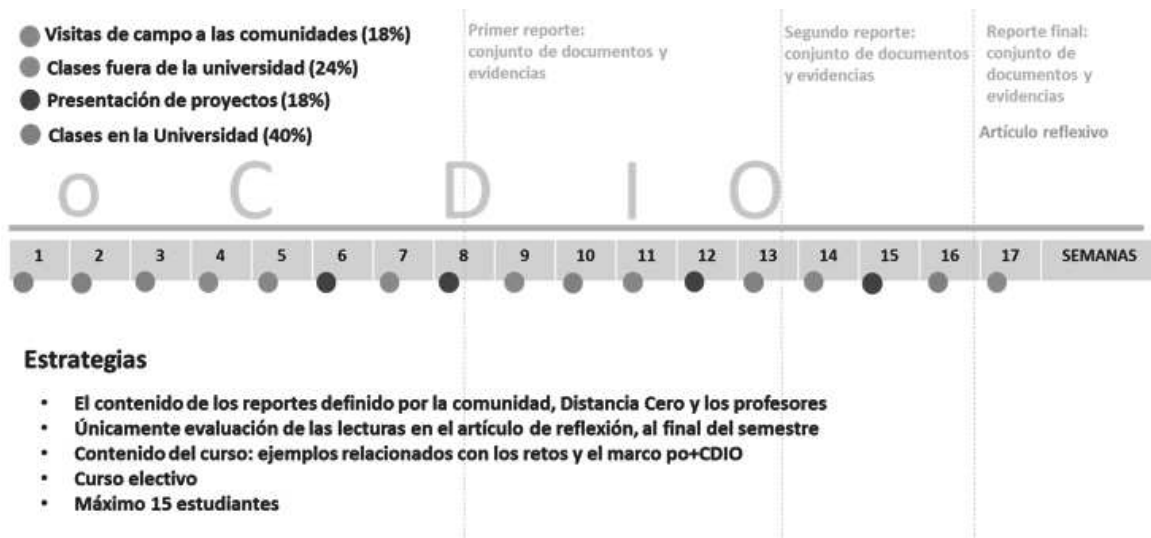
Además, Ingeniería Humanitaria es un campo abierto y complejo, por lo cual es necesario brindar experiencias y ejemplos que estén relacionados con los retos, para que los estudiantes puedan conectar esta información de forma fácil con su experiencia práctica a lo largo del curso.

Con respecto a las lecturas y la evaluación de éstas a lo largo del semestre, se puede decir que no contribuyeron de forma eficiente con el proceso de aprendizaje. El artículo reflexivo y la metodología dada para desarrollarlo de éste (po+OCDIO) sí ayudaron a que los estudiantes llegaran a conclusiones personales sobre el proceso de diseño.

5. Conclusiones

Después del análisis de los resultados, y considerando que tanto el componente teórico como el práctico son importantes, se incluyeron algunos cambios al modelo de Ingeniería Humanitaria, los cuales fueron implementados en el primer semestre académico del 2017 (Ver figura 2).

Figura 2. Propuesta de un modelo de curso de Ingeniería humanitaria en la Universidad Sergio Arboleda



Fuente: elaboración propia.

Como se puede ver en el modelo de la Figura 2, los porcentajes cambian respecto a los de la figura 1. El porcentaje de tiempo dedicado a las visitas de campo y el de clases fuera de la universidad aumentan en un 6 %, mientras que, por el contrario, disminuye el porcentaje de clases dentro de la Universidad. Esto con el fin de lograr que los estudiantes le dediquen más tiempo a tener experiencias prácticas fuera del aula y a enfrentar los retos junto con las comunidades.

Además, este nuevo modelo busca que todas las evaluaciones de clase estén enfocadas en los retos, porque la cantidad de tiempo que los estudiantes le dedican a estos, es suficiente para alcanzar los objetivos de aprendizaje, los cuales contemplan el aprender a tomar decisiones sobre el proceso de diseño, considerando restricciones económicas, sociales y ambientales.

Es valioso tener un ejercicio reflexivo al final del semestre, en el cual ellos puedan evaluar su experiencia, usando lecturas relacionadas con Ingeniería Humanitaria, para que puedan generar sus propias conclusiones.

Sobre el impacto de los resultados, las evaluaciones deberían definirse al comienzo del semestre en una negociación entre las comunidades y los profesores (no únicamente los profesores), apoyada por organizaciones como Distancia Cero. Con esta estrategia, los profesores tienen el rol de facilitadores, y se asegura el impacto inmediato en las comunidades.

El curso debe ser electivo y no obligatorio. A pesar de que los profesores piensan que Ingeniería Humanitaria es clave para el desarrollo de habilidades de diseño en los estudiantes, se piensa también que trabajar con comunidades no es transversal y no es para todas las personas, pues requiere de un gran compromiso por parte de los estudiantes involucrados. De igual forma, no es necesario tener un curso con muchos estudiantes, trabajar con pocos estudiantes facilita el acompañamiento personalizado en el desarrollo de soluciones a los retos.

El marco po+CDIO debería usarse como un marco y no como una metodología. Los estudiantes deben poder definir cómo usarlo, teniendo en cuenta que son los pasos básicos en un proceso de diseño, pero considerando también su flexibilidad.

Por último, se debe aclarar que este nuevo modelo, aunque se construyó a partir del análisis de los resultados obtenidos al implementar un primer modelo, también se evaluará después de su implementación para mejorarlo y actualizarlo en caso de ser necesario.

Referencias

- Arango, G. M. (2004). *La educación superior en Colombia. Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado de: http://www.colombiaaprende.edu.co/html/investigadores/1609/articles-73081_archivo.pdf
- Arias, L., Ramírez, C., Duarte, D., Flórez, M. y Sanabria, J. (2016). poCDIO: A Methodological Proposal for promoting Active Participation in Social Engineering Projects. *Systemic Practice and Action Research*, 1-25. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11213-016-9370-y>
- Besterfield-Sacre, M., Cox, M. F., Borrego, M., Beddoes, K., y Zhu, J. (2014). Changing engineering education: Views of U.S. faculty, chairs, and deans. *Journal of Engineering Education*, 103(2), 193-219.
- Colmenares, J. S., y Celis, J. (2016). Hacia una formación más fundamentada y flexible en ingeniería civil. *Revista Educación en Ingeniería*, 11(21), 4-8.
- Colorado School of Mines. (2017). Humanitarian Engineering Program. Recuperado de <http://inside.mines.edu/HE-Program>
- Ley 842 de 2003. Por la cual se modifica la reglamentación del ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares, se adopta el Código de Ética Profesional y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 45.340. Congreso de la República de Colombia, 14 de octubre de 2003.
- Lucena, J., Schneider, J., y Leydens, J. (2010) *Engineering and Sustainable Community Development*. Morgan & Claypool Publishers series. Recuperado de <https://isfcolombia.uniandes.edu.co/images/documentos/lucena.pdf>
- Nazzal, D., y Zabinski, J. (2014). Introduction of sustainability concepts into industrial engineering education: A modular approach. *IIE Annual Conference Proceedings*, 948-954. Recuperado de: <http://search.proquest.com/docview/1622299468?accountid=48417>.

- Passino, K. M (2015). Engineers' Role in Humanitarianism. En (2da ed.) *Humanitarian Engineering*. (pp. 51-68). Ohio: Bede Publishing. Recuperado de <https://hebook.engineering.osu.edu/sites/hebook.engineering.osu.edu/files/uploads/Edition2/humanitarian-engineering-2ndedition.pdf>
- Shields, D., Verga, F., y Andrea, G. (2014). Incorporating sustainability in engineering education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 15(4), 390.
- The Ohio State University. (2017). *Courses on Humanitarian Engineering*. Recuperado de <https://hecourse.engineering.osu.edu/humanitarian-engineering/spring-2017>.
- Universidad de los Andes. (2017). *Ingenieros Sin Fronteras Colombia*. Recuperado de: <https://isfcolombia.uniandes.edu.co/index.php/proyecto-intermedio-2017-10/presentacion-2017-10>
- Verharen, C., Tharakan, J., Middendorf, G., Castro-sitiriche, M., y Kadda, G. (2013). Introducing survival ethics into engineering education and practice. *Science and Engineering Ethics*, 19(2), 599-623. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s11948-011-9332-9>