



NUEVAS REALIDADES PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA:
CURRÍCULO, TECNOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

13 - 16
DE SEPTIEMBRE

2022

CARTAGENA DE INDIAS,
COLOMBIA



Retos Colombia: una asignatura con apoyos tecnológicos, que acerca a estudiantes de múltiples universidades, de manera sincrónica, con la realidad territorial del país

Jorge Escobar Vargas

**Pontificia Universidad Javeriana
Bogotá, Colombia**

Resumen

En esta ponencia se presentarán los resultados de una asignatura concebida durante la pandemia por el equipo de Ingenieros Sin Fronteras Colombia, la cual busca acercar a los estudiantes de cuatro universidades participantes a las realidades territoriales, de tal forma que se pueda aplicar el conocimiento adquirido desde las aulas de clase a problemáticas concretas presentes en la ruralidad colombiana. Las instituciones participantes son Universidad de Antioquia, Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Universidad de los Andes y Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO. El método de trabajo es la Ruta de Innovación Social, la cual se aplicó a diferentes retos territoriales con el agua como eje conductor de las problemáticas. El método empleado consta de una serie de pasos que inician con el proceso de alistamiento entre los estudiantes y la comunidad, posteriormente el entendimiento y análisis del problema, el territorio y los actores, para luego realizar el proceso de co-creación de la solución. El curso termina con el desarrollo de un prototipo de la solución y una hoja de ruta para ser implementada por parte de la comunidad. Se presentan los resultados de cuatro retos desarrollados en el territorio colombiano en los cuales se analiza el alcance, acercamiento de los estudiantes a la realidad del país, y efectividad de la solución alcanzada. Finalmente, se presenta una discusión sobre la estrategia educativa desarrollada, las oportunidades de mejora y su potencial aplicabilidad a los contenidos curriculares de las ingenierías y otras ramas de conocimiento.

Palabras clave: Ingenieros sin Fronteras Colombia; retos sociales; agua potable; comunidades vulnerables

Abstract

This paper will present the results of a subject conceived during the pandemic by the team of Engineers Without Borders Colombia, which seeks to bring students from four participating universities closer to territorial realities, in such a way that it can be applied the knowledge acquired from the classrooms to concrete problems present in Colombian rurality. The participating institutions are the University of Antioquia, the Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, the Universidad de los Andes and the Minuto de Dios University Corporation - UNIMINUTO. The working method is the Social Innovation Route, which was applied to different territorial challenges with water as the driving force behind the problems. The method used consists of a series of steps that begin with the process of enrollment between students and the community, then the understanding and analysis of the problem, the territory and the actors, and then carry out the process of co-creation of the solution. The course ends with the development of a solution prototype and a roadmap to be implemented by the community. The results of four challenges developed in the Colombian territory are presented in which the scope, approach of the students to the reality of the country, and effectiveness of the solution reached are analyzed. Finally, a discussion is presented on the educational strategy developed, the opportunities for improvement and its potential applicability to the curricular contents of engineering and other branches of knowledge.

Keywords: *Ingenieros sin Fronteras Colombia; social challenges; drinking water; vulnerable communities*

1. Introducción

La pobreza monetaria en Colombia en 2021 fue del 39,3%. La oficina de Derechos Humanos de la ONU señala, entre otros aspectos, que la cobertura en saneamiento básico en el país es del 74% y en agua potable del 88% (PORTAFOLIO, 2022). Siendo esta problemática un desafío a intervenir desde la ingeniería, es importante que los futuros ingenieros desarrollen capacidades para aportar al mejoramiento de la calidad del agua en las comunidades más vulnerables del país.

Desde el año 2007, el grupo Ingenieros Sin Fronteras Colombia (<http://isfcolombia.unian-des.edu.co/>), conformado por profesores, estudiantes y egresados de la Universidad de los Andes y la Corporación Universitaria Minuto de Dios, ha venido consolidando un espacio de formación en el que estudiantes (futuros ingenieros) se acercan a la comunidad y trabajan de manera conjunta en la observación, concepción, diseño, implementación y operación de soluciones de ingeniería sostenibles.

En el año 2022, se realizó un curso de manera virtual que contó con la participación de 62 personas y 11 integrantes del equipo coordinador de la Universidad de los Andes, la Pontificia Universidad Javeriana, la Universidad de Antioquia y de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, constituyéndose en un espacio de trabajo interdisciplinario e interuniversitario. El principal logro de este curso consistió en hacer contribuciones desde la ingeniería a comunidades con problemáticas, no necesariamente cercanas a la cotidianidad de los estudiantes. En esta experiencia de



Ingenieros sin Fronteras Colombia, se abordan problemas relacionados con el agua en Cundinamarca (Guasca y Tocaima), Magdalena (Nueva Venecia) y Antioquia (Barrio Carpinelo 2).

En esta ponencia se presentarán la metodología seguida en el curso, los retos abordados, las herramientas utilizadas en la virtualidad y los resultados obtenidos.

2. Metodología del curso

El curso se estructuró alrededor de tres fases principales, las clases magistrales, las salidas de campo y los encuentros.

Clases Magistrales

Las sesiones magistrales fueron dirigidas por los profesores y su propósito fue tener espacios para el diálogo abierto entre los participantes con el fin de construir reflexiones puntuales y expresar las opiniones de todas las partes, además de presentarles los retos a los que se enfrentarían durante el semestre, dándoles la posibilidad de elegir la comunidad con la que deseaban trabajar. Para ello, se presentó y discutió con los estudiantes los conceptos fundamentales de la sostenibilidad en el diseño de proyectos que generan impacto en la sociedad. De la misma forma se ofrecieron algunas conferencias técnicas asociadas a la gestión integral del recurso hídrico, para que los estudiantes tuvieran bases conceptuales que les facilitara proponer soluciones técnicamente viables.

Cabe resaltar que estas conferencias estuvieron acompañadas de controles de lectura, talleres, exposiciones en grupo y actividades con el propósito de reforzar y aplicar los temas vistos en el curso. A su vez, fomentar la participación, trabajo colaborativo y discusión entre los asistentes.

Salidas de campo

Con el fin de brindar a los estudiantes herramientas para conocer de primera mano las problemáticas de las comunidades, y entender el contexto de cada uno de los territorios en los cuales se desarrollaron los retos, se llevaron a cabo salidas de campo a Guasca, Nueva Venecia y Barrio Carpinelo 2. Las fuertes lluvias impidieron el trabajo de campo en Tocaima, aunque un par de estudiantes lograron visitar la comunidad y levantar información para todo el curso.

Encuentros de trabajo en equipo y co-diseño

Los encuentros de trabajo en equipo y co-diseño tuvieron los siguientes objetivos:

- Conocer la comunidad, y de su voz los problemas que los afectan, las inquietudes que surgen, las propuestas y soluciones que tienen e incluso, las propuestas y soluciones que se han llevado a cabo y han fracasado.
- Generar un vínculo de confianza entre los estudiantes y la comunidad.
- Promover un espacio de resolución de dudas por ambas partes para alcanzar transparencia y comunicación efectiva durante el proceso de ideación e implementación de las soluciones propuestas por los grupos.



Estos encuentros se fundamentaron en la metodología desarrollada por el Parque Científico de Innovación Social de UNIMINUTO: Ruta de Innovación Social, la cual cuenta con 5 etapas como se observa en las figuras 1 y 2.

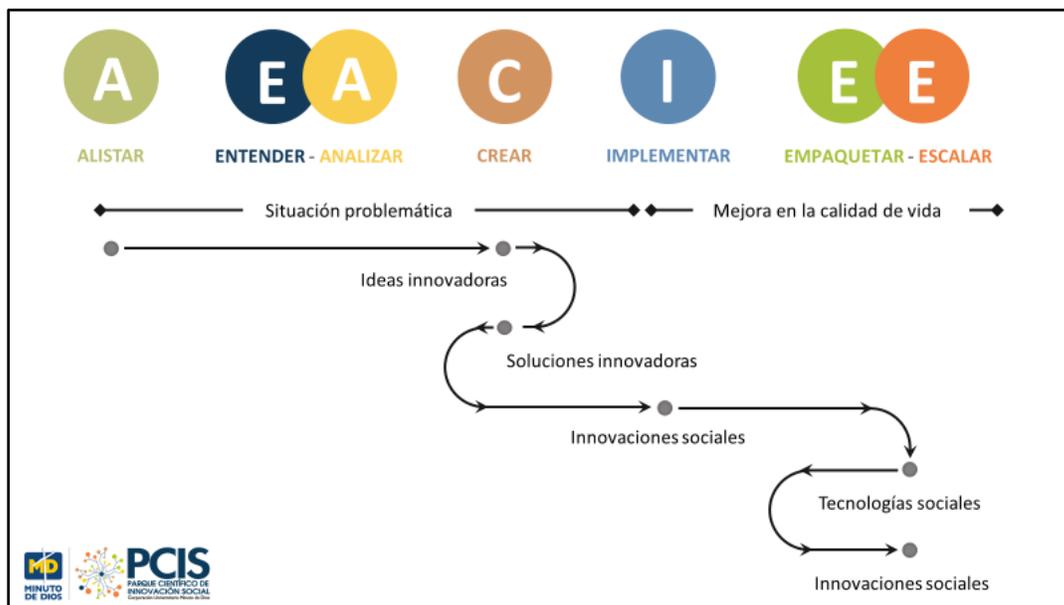
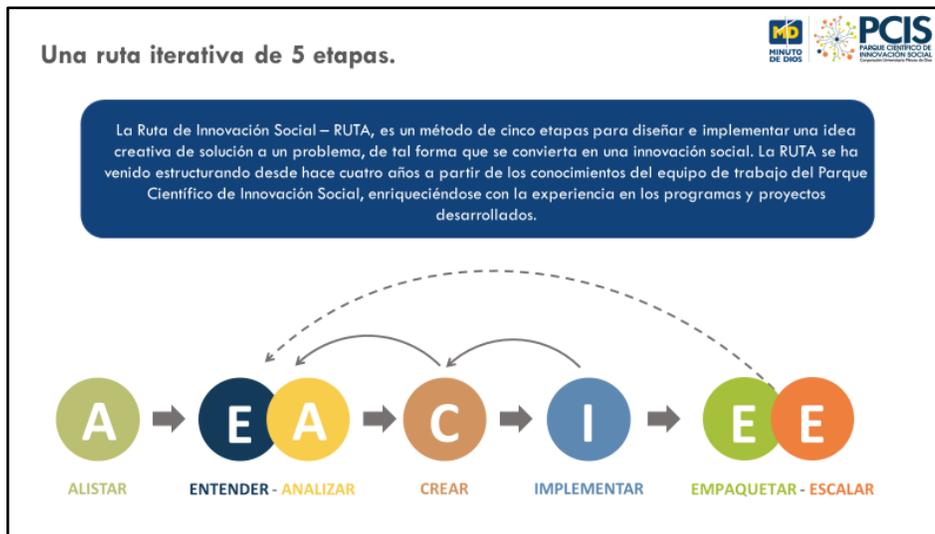


Figura 1 y Figura 2. Ruta de Innovación Social. Fuente: (Pacheco et. al., 2021)

La Ruta de Innovación Social permitió que equipos interdisciplinarios e inter-universitarios fueran diseñando una propuesta colectiva con las comunidades. Las tres etapas iniciales de la ruta consisten en:

- Alistar: armar equipo con la comunidad, identificar la situación problemática, definir el contexto, identificar los involucrados y generar ideas iniciales de solución.

- Entender-Analizar: analizar y estructurar el problema, profundizar en el análisis de territorio y de los involucrados, proponer una teoría del cambio y aclarar el reto de diseño.
- Crear: diseñar un prototipo de solución en el contexto de la teoría de cambio, teniendo en cuenta intereses y capacidades de los involucrados.

3. Retos del curso

Se definieron cuatro retos en ubicaciones geográficas diferentes, tres grupos por reto. Cada grupo fue conformado por estudiantes de las cuatro universidades y de varias ingenierías: ingeniería de sistemas, ingeniería industrial e ingeniería civil.

Al inicio del curso, los estudiantes debían elegir uno de los siguientes retos:

Guasca- Cundinamarca

Estado actual: Guasca, es un municipio estratégico en Cundinamarca, allí se encuentra el Páramo de Chingaza, un ecosistema estratégico andino en la producción y ciclo del agua dulce del que dependen millones de personas y especies. Paradójicamente en la actualidad debido al crecimiento poblacional desmedido en la zona urbana y el manejo de las áreas rurales, en temporada de sequía se están presentando problemas de desabastecimiento del agua. En la zona rural la actividad principal de sus pobladores es la producción agrícola, hay poca tecnificación en el manejo del agua para los cultivos. Así mismo encontramos varias propuestas de reservas naturales de la sociedad civil trabajando en propuestas de conservación de la fauna y la flora de la zona. Se propone un reto amplio para que los estudiantes desarrollen una idea de emprendimiento asociado a la gestión hídrica para Guasca: un cultivo, el acueducto, desde las reservas de la sociedad civil. La intención es desarrollar o fortalecer un emprendimiento innovador basado en la gestión hídrica sostenible en el municipio de Guasca.

Soluciones desarrolladas:

Los retos diseñados mediante la ruta de innovación social fueron:

- Un álbum digital desarrollado por jóvenes de un colegio destacando fauna y flora
- Campaña de sensibilización de la gestión hídrica

Tocaima- Cundinamarca (Asociación de usuarios del acueducto vereda Soleto)

Estado actual: La asociación de usuarios del acueducto veredal de Soleto, cuenta con cincuenta usuarios divididos en tres grupos, cada día se le envía agua a un grupo. Es decir, cada grupo recibe agua en su finca cada tres días y la almacenan en tanques. Algunos tienen reservorios de agua. En verano el suministro se hace el día correspondiente solo por un par de horas. El reto de diseño se enfocó a buscar la forma de incrementar el acceso a agua potable permanente y de bajo costo, para las familias y los productores rurales de la vereda Soleto con una solución replicable a otras veredas del municipio.

Soluciones desarrolladas:

Los equipos trabajaron en el diseño de filtros artesanales para aguas lluvias y para el agua que



llega por las mangueras del acueducto comunitario; también abordaron un sistema de sedimentación cerca de la bocatoma para disminuir el “caliche” que lleva el agua.

Nueva Venecia- Magdalena (Comité de Agua y Saneamiento de Nueva Venecia)

Estado actual: El corregimiento de Nueva Venecia (Magdalena) es el centro poblado palafítico más grande de Colombia. Se encuentra ubicado en la ciénaga Machete, la cual hace parte del complejo de la ciénaga grande de Santa Marta. Por ser una población en medio de agua salobre, el acceso al agua potable y el manejo de las aguas residuales es sub-óptimo. Desde hace varias décadas el sistema denominado “bongoducto” es la única opción con la cual se puede acceder a agua dulce clara para consumo humano. Sin embargo, a la fecha no existe una opción de manejo de aguas grises y negras en el municipio, siendo todas estas enviadas directamente a la ciénaga. Es por lo anterior, que se hace necesario generar soluciones asociadas al manejo de residuos.

Soluciones desarrolladas:

Teniendo en cuenta que los grupos estaban conformados por estudiantes de ingeniería industrial, ingeniería de sistemas e ingeniería civil, principalmente, las soluciones generadas fueron de diferente naturaleza. A continuación, se presentan las soluciones propuestas:

- Un video para presentar la situación real asociada al manejo de aguas negras en Nueva Venecia
- Una estrategia, basada en la acuaponia, para el manejo de aguas residuales en Nueva Venecia
- Un filtro para hacer con materiales de fácil acceso que permite tratar el agua clara obtenida del bongoducto

Barrio Carpinelo 2- Medellín Antioquia:

Estado actual: El Barrio Carpinelo 2, está ubicado en la Comuna 1 de la zona nororiental de Medellín. Está habitado por 11.000 personas que habitan alrededor de 345 viviendas que no cuentan con un servicio de agua potable y que deben surtirse con un servicio irregular del tubo que baja por la montaña de la represa de Piedras Blancas, en el corregimiento Santa Elena. Adicionalmente el servicio de agua no potable, es conectado por los “combos” del barrio, quienes cobran un pago semanal a los habitantes.

Las instituciones municipales responsables del servicio de agua potable en la ciudad han solicitado en cada visita al barrio estudios técnicos; uno diferente cada vez. La comunidad de manera organizada ha buscado el apoyo de universidades locales e internacionales para realizarlos. Sin embargo no conserva de manera ordenada cada informe.

Solución desarrollada

Sistema de gestión documental para los estudios realizados a la fecha y estudios futuros. Organización de los documentos disponibles a la fecha. Interfaz amigable y formación en su uso.



4. Herramientas utilizadas para el curso en la virtualidad

El curso se desarrolló de manera 100% virtual por medio de la plataforma Zoom. Aquí se desarrollaron las sesiones sincrónicas y asincrónicas, y se realizaron encuestas para hacer más dinámica la clase. A continuación, se relacionan las herramientas usadas durante las sesiones sincrónicas, asincrónicas, así como un pequeño resumen de la experiencia y los aprendizajes obtenidos en la virtualidad.

WhatsApp

Se utilizó WhatsApp para que los estudiantes estuvieran en constante comunicación con sus grupos del proyecto. Con el fin de usarlo de la mejor manera, se crearon 13 grupos diferentes compuestos por estudiantes y dos personas del equipo organizador (profesor y monitor).

Zoom

La plataforma Zoom fue usada como el medio de comunicación sincrónico para la clase. Esta juega dos papeles en la realización de la clase, el primero fue servir como el espacio donde presentaba la cátedra y presentaciones respectivas del día. Posteriormente, en los momentos predeterminados, se generaban trece sub-salas con los grupos conformado por estudiantes de Uniandes, UNIMINUTO, Javeriana y Universidad de Antioquia. Durante las siete sesiones que se realizaron en la plataforma, no se presentó ningún fallo mayor.

Cabe mencionar que los estudiantes, mostraron dominio para utilizar esta plataforma, conocían las funciones con las que cuenta, entendían su funcionamiento y fueron respetuosos durante las sesiones programadas.

Retos.co

Esta plataforma se usó para documentar el trabajo realizado con las comunidades, y fue de gran ayuda dado que es una plataforma de co-creación en la que las personas de la comunidad, los estudiantes y profesores tenían un usuario, así al entrar visualizaban sus retos y las actividades que de estos derivan. Podían agregar imágenes, comentarios, anécdotas, sugerencias, entre otros. En esta plataforma se subió información de las comunidades, imágenes, guías y entregables.

5. Conclusiones

Experiencia y aprendizajes obtenidos de la virtualidad

Según la experiencia obtenida con este curso, se puede decir que las herramientas virtuales como sondeos, plataformas de preguntas y tableros colaborativos son necesarios para el desarrollo de un curso 100% virtual. Estas herramientas permiten que aún desde la distancia física se generen interacciones entre los participantes dinamizando el aula; así los estudiantes se sienten motivados en todo momento, a pesar de las dificultades que se puedan presentar. De igual manera, a partir de este curso se considera que los siguientes ítems fueron buenas prácticas:

- Por la situación coyuntural algunos podrían tener problemas de conectividad. De esta



manera, se hizo un llamado a la comprensión, solidaridad y empatía en el trabajo en equipo.

- Para facilitar la creación de los grupos de Zoom los asistentes debían ingresar con el número de su grupo seguido de su nombre.
- En las salas pequeñas de Zoom y cada vez que una persona participaba recomendaba encender la cámara.

De la misma forma se presentaron las siguientes dificultades en el desarrollo del curso:

- Fue difícil generar sinergias en algunos de los grupos de trabajo
- Algunos de los estudiantes inscritos tenían contratos laborales, lo cual hacía difícil que la presencia activa en la clase fuera exclusiva.
- No siempre hay disponibilidad de las personas de las comunidades, ya que los horarios de la asignatura son fijos, y las actividades territoriales no siempre se ajustan a esta restricción.

La Ruta de Innovación Social y la plataforma Retos

La metodología de la ruta permite estructurar de una manera ordenada una situación para identificar sus causas y crear colectivamente la solución. Esta metodología se implementó con éxito en los cuatro retos. Por otro lado, la plataforma de Retos.co permitió que de forma muy concreta se desarrollara una bitácora de seguimiento de cada proyecto y que se consignara un entregable concreto a la comunidad.

Ingenieros sin Fronteras

La participación de profesores y estudiantes de universidades nacionales fue una reflexión permanente en torno a la difusión de conocimiento, el intercambio cultural y el debate frente al papel de la ingeniería como promotor de desarrollo.

Uno de los grandes aportes del proceso fue lograr integrar cuatro universidades nacionales en el equipo Ingenieros sin Fronteras Colombia. Una de ellas pública, la Universidad de Antioquia, con un calendario irregular. Se destaca que hay un interés legítimo de los profesores y estudiantes de ingeniería de Colombia por trabajar en equipo, de manera flexible y aportar al desarrollo de proyectos técnicos con impacto social, con mucho entusiasmo y compromiso.

Sin duda la experiencia de la virtualidad, de las metodologías desarrolladas y el contexto y experiencia de Ingenieros sin Fronteras proporcionan un escenario de trabajo formativo que aporta no solo a los estudiantes, sino a las universidades comprometidas. Mantener este tipo de espacios genera una articulación interesante para trabajo en equipo y aporte a problemáticas del país desde la academia.



6. Referencias

- PORTAFOLIO. (2022). La pobreza en Colombia sigue siendo grave. Obtenido de PORTAFOLIO: <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/pobreza-colombia-sigue-siendo-grave-onu-322272>
- Pacheco, J., Rodríguez, S., & Galindo, S. (2021). Ruta de Innovación Social. Paso a paso para desarrollar innovaciones sociales. (Documento técnico 01). UNIMINUTO - Parque Científico de Innovación Social.

Sobre los autores

- **Jorge Escobar Vargas** Ingeniero Civil con fundamentos sólidos en hidrodinámica ambiental y técnicas computacionales de simulación de flujos ambientales. Experiencia específica liderando equipos de modelación asociados a problemas interdisciplinarios. Especial interés en la aplicación de herramientas computacionales para dar solución a problemas en los que el agua tenga una relación con la sociedad. jorge-escobar@javeriana.edu.co

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

Copyright © 2022 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

