EIEI ACOFI 2025
5º Congreso Latinoamericano de Ingeniería
Más Información: www.acofi.edu.co/eiei
Ingeniería de impacto para cuidar y transformar la vida
ACOFI: 50 años por la excelencia de la educación en ingeniería.

Descolonizando la educación en ingeniería humanitaria para lograr un desarrollo liderado localmente. Métodos y estrategias para Colombia

Juan Lucena

Colorado School of Mines
Estados Unidos

Resumen

Parte del movimiento representado por Engineering for Change (E4C) y Engineering to Help (ETH) en los EE. UU. e ingeniería comprometida o ingeniería para el desarrollo social en varios países latinoamericanos, iniciativas de educación relacionadas con Ingeniería Humanitaria (IH) han crecido en los EE. UU. durante más de 20 años y ya han empezado a aparecer en Latinoamérica y en Colombia. Estas iniciativas existen en diferentes formas, como carreras, certificados, cursos, proyectos, trabajos de campo, actividades de voluntariado como las de Ingenieros Sin Fronteras, etc. Uno de los desafíos más destacados que enfrentan estas iniciativas es evitar prácticas colonizadoras y extractivas mediante la construcción de relaciones con comunidades y universidades que sean duraderas, confiables, efectivas, recíprocas y atentas a los contextos locales. Críticos de estos efectos colonizadores han advertido que los programas de IH pueden traer nuevas formas de colonización al crear iniciativas con comunidades sin comprender plenamente los contextos, la diversidad de las partes interesadas, las complejidades dentro y entre las comunidades, las limitaciones y sesgos que imponen las mentalidades de la ingeniería y las prácticas de participación involucradas. Inspirado por los recientes cambios en las prácticas de desarrollo liderado localmente (DLL) en el ámbito del desarrollo internacional, este trabajo describe métodos, hallazgos y estrategias para construir e implementar iniciativas en IH en Colombia que consideren 1) las diferencias e historias institucionales y organizacionales de universidades y comunidades; 2) la diversidad de necesidades de las comunidades y otras partes interesadas; y 3) la posibilidad de construir un ecosistema descolonizado IH en Colombia que contribuya a un DLL efectivo y duradero.

Palabras clave: desarrollo comunitario; ingeniería humanitaria; ética en la ingeniería

DOI: https://doi.org/10.26507/paper.4192

Abstract

Part of the movement represented by Engineering for Change (E4C) and Engineering to Help (ETH) in the US, and Engaged Engineering or Engineering for Social Development in several Latin American countries, educational initiatives related to Humanitarian Engineering (HE) have been growing in the US for over 20 years and have already begun to appear in Latin America and Colombia. These initiatives exist in different forms, such as programs, certificates, courses, projects, fieldwork, volunteer activities such as those of Engineers Without Borders, etc. One of the most significant challenges these initiatives face is avoiding colonizing and extractive practices by building relationships with communities and universities that are lasting, trustworthy, effective, reciprocal, and attentive to local contexts. Critics of these colonizing effects have warned that HI programs can bring new forms of colonization by creating initiatives with communities without fully understanding the contexts, stakeholder diversity, complexities within and between communities, and the limitations and biases imposed by engineering mindsets and the participatory practices involved. Inspired by recent shifts in locally led development (LLD) practices in international development, this paper describes methods, findings, and strategies for building and implementing HI initiatives in Colombia that consider 1) the institutional and organizational differences and histories of universities and communities; 2) the diverse needs of communities and other stakeholders; and 3) the possibility of building a decolonized HI ecosystem in Colombia that contributes to effective and lasting LLD.

Keywords*: community development; humanitarian engineering; engineering ethics*

1. Introducción

Como lo demuestra el crecimiento de los programas relacionados con IH, que en este artículo se llamara "Engineering for Good" (E4G), el crecimiento y el impacto de los programas E4G en EE. UU. enfrentan al menos dos desafíos importantes cuando quieren trabajar en otros países como Colombia: 1) como evaluar dónde y cómo seleccionar ubicaciones y proyectos con socios y partes interesadas confiables que generen colaboraciones duraderas y responsables para el desarrollo comunitario; y 2) como construir estas colaboraciones de manera que contribuyan a la capacidad y autonomía de las instituciones y comunidades locales. La mayoría de los programas y actividades de E4G en EE. UU. tienden a centrarse en las contribuciones al aprendizaje de los estudiantes de EE.UU (Nelson, 2013; Sanchez et al., 2018), en el atractivo programático y curricular de las universidades de EE.UU, y/o en las experiencias internacionales para el profesorado y el alumnado de EE.UU (Martinez et al., n.d.). La mayoría de las iniciativas E4G rara vez se centran en el desarrollo de capacidades de instituciones, estudiantes y comunidades no estadounidenses. Quizás este enfoque de E4G centrado en EE.UU sigue una tendencia problemática y persistente en el desarrollo internacional estadounidense que la administradora de USAID, Samantha Power, ha intentado corregir recientemente, centrándose en la "localización" o el "desarrollo liderado localmente" (LLD, por sus siglas en inglés) como "el proceso en el que los actores locales —que abarca individuos, comunidades, redes, organizaciones, entidades privadas y gobiernos— definen sus propias agendas, desarrollan soluciones y aportan la capacidad, el liderazgo y los recursos necesarios para hacerlas realidad." (USAID, 2024). Además, USAID reconoce que cada país es

único en su camino hacia el desarrollo y este "está vinculado a las condiciones políticas, sociales, culturales, económicas y ambientales únicas de cada país, incluyendo la práctica de los sistemas locales y el fortalecimiento de las capacidades locales" (Ibid.). Ante la eliminación de USAID, es aún más imperativo que los programas E4G tomen la iniciativa para materializar el LLD en sus programas e iniciativas de desarrollo comunitario internacional.

Este articulo ofrece un modelo para la creación de Ingeniería Humanitaria (IH) en Colombia que pueda contribuir al LLD a través de 1) la identificación de redes académicas y profesionales y la promoción del interés y la capacidad en IH en las universidades; 2) el mapeo y evaluación de necesidades y capacidades de las escuelas de ingeniería y comunidades locales para abordar IH; y 3) un mapeo preliminar del ecosistema de IH en Colombia. Después de mostrar los hallazgos, el documento propone intervenciones específicas para: 1) abordar ideologías existentes en E4G que se interponen en un LLD efectivo; 2) entender y utilizar las diferencias entre las instituciones y los actores locales para mejorar su preparación en IH; 3) entender cómo abordar diferentes historias y niveles de desarrollo entre las comunidades locales; y 4) comenzar a construir un ecosistema de IH.

2. Métodos

Identificación de redes académicas y profesionales. En 2024, se contactaron varias universidades con programas o iniciativas que podrían convertirse en espacios para la educación y la práctica de IH tales como el Instituto de Educación en Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia-Medellín (UNAL-Medellín), el laboratorio de tecnología para la accesibilidad de la Universidad de Antioquia (UdeA), Ingenieros sin Fronteras de la Universidad de los Andes (ISF-Uniandes), y el curso de Tecnología y Sociedad de la Universidad del Valle (Univalle), por mencionar algunos. Además, se identificaron redes colombianas como la Red Colombiana de Ingeniería para el Desarrollo Social (RECIDS), Amigos de ISF y el Capítulo Colombia del IEEE. Tambien se identificaron organizaciones de ingeniería con sede en EE. UU. interesadas en IH y que podrían canalizar recursos y oportunidades hacia Colombia tales como IEEE Humanitarian Technologies Board (IEEE HTB) y Latin American and Caribean Consortium of Engineering Institutions (LACCEI).

Creación de interés y aliados dentro de las universidades. En 2024, se creó interés dentro de universidades en Bogotá, Cali, y Medellín sobre qué es la ingeniería humanitaria, cómo existe en las universidades de EE. UU, cómo podría existir en diferentes contextos institucionales colombianos, y como podría contribuir la IH en la transformación de la educación en ingeniería. Se ofrecieron conferencias o clases sobre, por ejemplo, cómo integrar las ciencias sociales y la ingeniería para proporcionar el enfoque sociotécnico requerido en la IH (J. Smith et al., 2021), cómo integrar la justicia social en una clase de Dinámica y Mecanismos (J. A. Leydens & Lucena, 2017), o el marco de Ingeniería Socialmente Responsable (SRE) (J. M. Smith & Lucena, 2021) en una clase de gestión de proyectos de ingeniería. También se interactuó con grupos de estudiantes interesados en conectar la ingeniería con el servicio comunitario y se apoyó la creación de semilleros de estudiantes en IH incluso cuando el currículo de la institución no tiene espacio para estas actividades.

Mapeo de comunidades y evaluación de sus necesidades. Con la ayuda de aliados universitarios con oficinas de extensión en Medellín, se identificaron y visitaron comunidades y asociaciones que podrían utilizar los servicios de IH. Dada la complejidad de estas comunidades, se evaluaron los contextos (¿Adónde ir? ¿Qué evitar? ¿Qué decir y qué no decir? ¿Cómo actuar o no actuar?) y se utilizó el capital social necesario para contactar a las partes interesadas claves (Bridger & Alter, 2006). Una vez en las comunidades, se puso en marcha "la escucha contextual", con conversaciones a fondo y observación participativa (J. Leydens & Lucena, 2009) para evaluar cómo los estudiantes interesados en IH podrían servir a estas comunidades. Se identificaron cuatro áreas de gran interés para las comunidades: seguridad y autonomía energética; accesibilidad para personas con discapacidad en entornos de bajos recursos; monitoreo y gestión de riesgos geológicos; y reciclaje de residuos de construcción y textiles. Estas áreas se convirtieron en el foco de un concurso de diseño IEEE Tech4Good Colombia (ver abajo).

Mapeando el panorama para Ingeniería Humanitaria en Colombia. Además de evaluar las necesidades locales específicas de las comunidades y universidades, se colaboró con la Universidad Minuto de Dios (Uniminuto), una universidad colombiana con la capacidad y la metodología para mapear ecosistemas de ciencia, tecnología e innovación (Silva et al., 2021). Para aumentar la representación y la participación de diferentes sectores de Colombia, se realizaron dos talleres colaborativos virtuales con la participación de más de 50 participantes de universidades, asociaciones, y organismos gubernamentales colombianos interesados en IH.

3. Hallazgos

Presencia de ideologías dominantes de desarrollo, despolitización y Estado. El proyecto de desarrollo internacional ha moldeado, para bien o para mal, las economías, las políticas, las infraestructuras y los medios de vida de todos los países del planeta. Profesores y estudiantes interesados en IH no han estado exentos de la influencia de este proyecto y de su ideología dominante: **la modernización** (Ekbladh, 2009). Esta ideología refuerza la creencia de que las comunidades "tradicionales" son obstáculos para el crecimiento económico y, por lo tanto, necesitan transformarse en actores "modernos" (individuos) que puedan contribuir al PIB del país mediante capacitación, métodos y tecnologías provenientes de economías más "avanzadas" del Norte Global. Esta ideología condiciona, por ejemplo, la forma en que profesores y estudiantes colombianos esperan contribuciones de profesores de EE. UU como superiores lo cual presenta un desafío significativo en la promoción de LLD.

A pesar de que ha sido demostrado que la ingeniería es una actividad sociotécnica (J. M. Smith, 2024), una de las ideologías más dominantes de la ingeniería es la **despolitización**, que abarca las creencias y prácticas de que el mundo está dividido en dos ámbitos técnicos y sociales separados y que el conocimiento generado en el ámbito técnico es más importante y valioso que el del ámbito social (Cech, 2013). La poca experiencia de los estudiantes de ingeniería en las humanidades y ciencias sociales (a veces relegadas a una sola asignatura en un programa de 5 años) refuerza aún más esta ideología y la hace más difícil de contrarrestar.

Una tercera ideología que se encontró es el **paternalismo estatal**, o las creencias y prácticas donde el Estado, como figura paternal, conoce, dicta y financia la solución de los problemas de las universidades y comunidades (Coons & Weber, 2013). Esta ideología se ve reforzada por las otras dos, ya que los funcionarios estatales (tecnócratas) suelen prescribir soluciones tecnológicas a los problemas sociales dentro de las prácticas y estructuras establecidas por el proyecto de desarrollo. Esta ideología lleva a los actores interesados en IH (profesorado, estudiantes, comunidades) a creer que la definición y solución de los problemas deben venir del gobierno, a pesar del abuso y negligencia del Estado hacia las comunidades vulnerables.

Diferencias institucionales. Gran número de las escuelas de ingeniería colombianas se crearon en la década de 1950, una época de contradicciones entre violencia política y modernización de la industria. A pesar de este origen común, las escuelas de ingeniería han evolucionado de forma diferente, heredando el carácter regional e institucional de las universidades que las albergan. Los programas e iniciativas de IH que están surgiendo en Colombia reflejan estas diferencias institucionales. Por ejemplo, la UNAL, como una de las principales universidades de investigación del país, utiliza "semilleros" de estudiantes para inculcar una cultura de investigación entre sus estudiantes de pregrado. Por lo tanto, IH en la UNAL comenzó como un "semillero de ingeniería humanitaria." En contraste, la UdeA, una universidad con un compromiso explícito de servir a comunidades e industrias de Antioquia, exige prácticas como requisito de graduación para los estudiantes de ingeniería. Por lo tanto, IH en la UdeA encuentra una oportunidad de crecimiento en estas prácticas. Los promotores de IH deben comprender, valorar, respetar y trabajar con estas diferencias en lugar de intentar "exportar" lo que ha funcionado en EE.UU.

Preparación Institucional. Existen diferentes niveles de preparación institucional en áreas esenciales para IH, como acceso y apoyo para obtener financiación externa, oportunidades de investigación, y publicación en áreas relacionadas a IH. A diferencia de las universidades estadounidenses, que cuentan con infraestructura para obtener financiación de exalumnos y fundaciones públicas y privadas, muchas universidades colombianas carecen de dicha infraestructura, lo que dificulta la financiación para proyectos, eventos, y becas relacionadas con IH. La escasez de financiación también dificulta la investigación y publicación académica, y cuando esto ocurre, los investigadores se centran en publicar en revistas indexadas con altos índices de impacto, que miden la frecuencia con la que se citan los artículos, pero no indican su relevancia para el bienestar de las comunidades (Wood, 2017). Por la investigación en ciencia y tecnología en países como Colombia está desconectada de los temas relacionados con IH.

Heterogeneidad de aliados académicos y estudiantiles. Durante el semestre sabático de esta investigación, se encontraron diferencias socioeconómicas entre actores claves para el desarrollo de IH. Dadas las profundas disparidades socioeconómicas en Colombia, es común encontrar académicos y estudiantes privilegiados en escuelas privadas y aquellos con limitaciones financieras en escuelas públicas (Cuenca Hernández, 2021). Esta diferencia de clase entre escuelas privadas y públicas dicta la disponibilidad de capitales, no solo financieros sino también culturales, como niveles más altos de inglés en escuelas privadas. Los docentes colombianos que hicieron posgrados en EE. UU. tienen una comprensión más profunda de la educación en ingeniería, y del sistema de evaluación y las prácticas de publicación en EE. UU. Los estudiantes que provienen de comunidades con bajos recursos económicos comprenden mejor las realidades que se viven en

estas comunidades. Docentes de universidades que buscan acreditación de alta calidad suelen publicar en revistas indexadas con alto impacto y a participar en congresos en el hemisferio norte, lo que los aleja de trabajar en proyectos de desarrollo comunitario. Por otro lado, el profesorado y el estudiantado de universidades públicas muestran un compromiso más profundo con la justicia social, que incluye la crítica de los sistemas de opresión que mantienen el statu quo (capitalismo, patriarcado, racismo).

Diferentes historias y niveles de desarrollo entre comunidades. Las comunidades vulnerables de ciudades como Medellín tienen historias complejas, composiciones demográficas diversas, diferentes relaciones con los gobiernos locales y nacionales (Colak & Pearce, 2015). La forma en que las comunidades adoptan el paternalismo estatal (véase arriba) condiciona en gran medida los niveles de desarrollo de las comunidades, las nuevas oportunidades para el desarrollo comunitario y la disposición o reticencia a establecer alianzas en IH con universidades y otros actores. Por ejemplo, una de las comunidades más vulnerables de Medellín ha experimentado altos niveles de paternalismo estatal, por ejemplo, al recibir fondos para construir espacios educativos como recompensa política por ayudar a elegir a un alcalde. Ahora que la ciudad tiene un nuevo alcalde sin un fuerte apoyo político en esta comunidad, estos espacios permanecen inactivos, sin capacitadores ni fondos operativos. En contraste, en otra comunidad vulnerable con una historia diferente de paternalismo estatal, donde el Estado ha reprimido a su población civil, existen pocas expectativas de apoyo estatal. Por lo tanto, los líderes comunitarios, en colaboración con fundaciones privadas, construyeron huertos comunitarios para que madres solteras cultivaran. La relación de las comunidades con el paternalismo estatal no solo condiciona sus niveles actuales de desarrollo, sino que también configura las posibilidades de alianzas de tipo educativo con programas IH.

Mapeo del ecosistema IH en Colombia. El mapeo de IH-Colombia determinó que sus beneficiarios son "comunidades vulnerables que pueden ser rurales, urbanas o mixtas, y enfrentan problemáticas sociales, ambientales y económicas" (Parque Científico de Innovación Social, Uniminuto & Humanitarian Engineering Program, Colorado School of Mines, 2024). El objetivo del ecosistema es "generar transformaciones en la calidad de vida de las comunidades vulnerables mediante la colaboración entre diversos actores (académicos, privados, sociales, etc.) y la aplicación de la ingeniería bajo marcos de justicia social, equidad y sostenibilidad, y la apropiación social del conocimiento como puente entre las soluciones técnicas y las necesidades de la comunidad" (Ibid.) Se encontró también, que los principios fundamentales del ecosistema son: 1) Respeto por la diversidad de conocimientos y diálogo de saberes; 2) Empatía, ética profesional y cooperación; 3) Co-creación-soluciones colaborativas con las comunidades; 4) Sostenibilidad ambiental y social; y 5) Memoria socio ecológica y compromiso con el contexto local.

4. Estrategias

¿Cómo contrarrestar o gestionar las ideologías? Durante el año sabático, se desarrollaron varias actividades para demostrar a profesores y estudiantes: 1) la existencia y el predominio de las ideologías, 2) cómo influyen en el pensamiento y las prácticas de la ingeniería y, cuando corresponde, 3) cómo contrarrestar sus efectos negativos en la relación entre ingenieros y

comunidades. **Ideología del desarrollo**. En una clase de gestión de proyectos, obligatoria para todos los estudiantes de ingeniería de una universidad colombiana, se utiliza una herramienta llamada Enfoque de Marco Lógico (EML) para aprender a gestionar proyectos. Se demostró a los estudiantes cómo el EML fue desarrollado en la década de 1960 por agencias de desarrollo internacional como USAID y heredó muchos de los supuestos problemáticos sobre las comunidades tradicionales descritas anteriormente, incluyendo cómo silencia a los menos poderosos, continúa protegiendo los intereses de los poderosos y, aunque facilita la gestión de proyectos, no se adapta a las realidades confusas del desarrollo en la práctica (Hersoug, 1996). Luego, se invitó a los estudiantes a aplicar los criterios de Ingeniería Socialmente Responsable (ISR) para cuestionar el EML, sus supuestos y efectos en las relaciones de poder entre ingenieros y comunidades. **Ideología de la despolitización**. Se intervino de manera similar con profesores y estudiantes en el Grupo de Investigación de Concreto y Cemento en la Universidad Nacional al desafiarlos a ver el concreto no como un material puramente técnico vacío de agencia política, sino como una creación sociotécnica que se hizo posible por las políticas, prácticas e inversiones de la Modernización dentro del proyecto de desarrollo internacional (Slaton, 2003). Los participantes aprendieron cómo el gobierno del presidente Biden ha llegado a reconocer las dimensiones políticas de la infraestructura civil, construida con proyectos concretos y financiados para desmantelar la infraestructura racista (Williams, 2023). **Ideología del paternalismo estatal**. Para contrarrestar esta ideología, se organizó visitas de campo donde estudiantes de ingeniería definieron conjuntamente los problemas del uso de aguas grises con madres solteras cabezas de familia en una comunidad que carece de presencia estatal en la prestación y regulación de los servicios públicos. Los estudiantes aprendieron de las madres que el Estado está prácticamente ausente de sus vidas, cómo debían asegurar, tratar y reutilizar el agua, todo por su propia cuenta, y cómo la ingeniería podría facilitar estos procesos.

¿Como aprovechar las diferencias institucionales? Se celebraron y cultivaron las diferencias institucionales y se facilitó el intercambio interinstitucional. Por ejemplo, se guio a estudiantes del programa semillero de la UNAL a visitar la UdeA en un taller de intercambio de saberes y modelos de IH. Asimismo, se intentará facilitar la creación y expansión de prácticas sociales, animando al personal de la UdeA responsable de las prácticas a iniciar proyectos en la UNAL que, con el tiempo, podrían convertirse en prácticas con créditos para los estudiantes de ingeniería de la UNAL. Para las universidades colombianas con organizaciones estudiantiles, como los capítulos de IEEE, que participan en actividades humanitarias como Tech4Good, se está facilitando intercambios con universidades que no cuentan con dichas organizaciones para motivarlas a crear una y participar activamente en proyectos humanitarios.

A nivel nacional, se desarrolló un simposio nacional para presentar 1) ISF-Colombia, una organización que ha existido y realizado proyectos efectivos de desarrollo comunitario durante más de 15 años; 2) DIVERSA, una organización de participación comunitaria que se especializa en conectar a estudiantes de ingeniería con comunidades vulnerables en la co-creación de soluciones a las necesidades de las comunidades; 3) "Ingeniería para la Vida", una iniciativa del Instituto de Educación en Ingeniería de la UNAL-Medellín para transformar y conectar la educación en ingeniería con la protección de la vida en el planeta; y 4) la opción de proyecto de IH de la Universidad Sergio Arboleda que permite a estudiantes de último año elegir un proyecto de ingeniería humanitaria como proyecto final de graduación.

¿Como mejorar la capacidad institucional para IH? Para ayudar a las universidades colombianas a comprender el valor de desarrollar y expandir iniciativas relacionadas con IH, se invitó a organizaciones estadounidenses con recursos y experiencias para compartir las mejores prácticas que beneficiarían tanto a las comunidades como a los estudiantes. Por ejemplo, se organizó un concurso IEEE Tech4Good Colombia, reuniendo a IEEE-USA HTB y DIVERSA para coorganizar un concurso estudiantil nacional donde los estudiantes aprenden a cocrear soluciones con las comunidades y luego compiten por las mejores ideas de diseño en tres áreas: tecnologías para la accesibilidad, autonomía y seguridad energética, y riesgos geológicos causados por el cambio climático. 120 estudiantes, organizados en 30 equipos, participaron en el concurso, 9 equipos resultaron finalistas y 3 equipos obtuvieron importantes premios económicos. Durante el proceso, los estudiantes involucraron a docentes y administradores en la creación de capítulos estudiantiles del IEEE (requisito para participar en el concurso) y en la preparación institucional para involucrar a las comunidades cercanas en la definición y solución de problemas (requisito para avanzar a la ronda final). Para las 30 universidades participantes, este evento demostró que es posible obtener financiación para actividades relacionadas con la educación superior de fuentes no estatales (lo que contribuye a desmitificar el paternalismo estatal), y que estas actividades pueden generar una importante participación estudiantil y fomentar buenas relaciones con la comunidad. Para demostrar al profesorado cómo se pueden integrar proyectos de innovación social en los cursos de ingeniería, se ofreció un taller de desarrollo docente sobre Educación Transformadora para el Impacto Social Sostenible (TESSI), diseñado para dotar al profesorado de la experiencia y las herramientas necesarias para rediseñar sus cursos y currículos en respuesta a los grandes desafíos globales (*TESSI Institute (Colombia)* | *Creative Inquiry*, n.d.). Profesores de ingeniería de más de 10 universidades de Colombia y España desarrollaron integraciones curriculares y programáticas en sus propios programas.

¿Cómo abordar las diferentes historias y niveles de desarrollo entre las comunidades? Para comprender y evaluar las posibilidades de colaboración con comunidades en diferentes niveles de desarrollo, se debe aplicar los criterios de ingeniería socialmente responsable (ISR), tal como lo propuse en una comunidad vulnerable que deseaba construir huertos comunitarios con aguas residuales del lavado de ropa para reducir el consumo y el costo del agua, a la vez que aumentaba la disponibilidad de hortalizas en una zona sin acceso a estas.
Criterio 1. Comprender las condiciones estructurales y las diferencias de poder entre las partes interesadas específicas de un proyecto de ingeniería. Primero, se construyó confianza, empatía y relaciones personales con los líderes comunitarios, pero comprendiendo que cada uno enfrentaba diferentes limitaciones y relaciones con el Estado y la comunidad. Luego, se evidenció las diferentes estructuras de poder que afectan a las comunidades, especialmente el poder no estatal, que generalmente está ausente, como grupos militantes, pandillas, intermediarios de la economía informal, asociaciones de madres solteras, etc. **Criterio 2.** Escuchar contextualmente a todas las partes interesadas, especialmente a las marginadas, para comprender sus necesidades, deseos y temores en torno a un proyecto específico. Después del Criterio 1, se escuchó a líderes naturales y oficiales de la comunidad, actores con diferentes historias y conocimientos (formales, informales y ancestrales) sobre el contexto del proyecto de aguas grises, como madres solteras quienes describieron cómo el consumo de agua aumenta cuando familiares desplazados por la violencia de zonas rurales tienen que mudarse a sus hogares o disminuye cuando fallecen a causa de la violencia urbana. **Criterio 3**. Identificar colaborativamente las oportunidades y limitaciones para

crear valor social, ambiental y económico compartido para todas las partes interesadas, especialmente para las personas marginadas. Se organizó una actividad colaborativa donde madres solteras cabezas de familia mapearon el uso, la recolección y la reutilización del agua en sus hogares para que los estudiantes de ingeniería pudieran ayudar a evaluar el uso y una reutilización más rentable, ambientalmente responsable y justa de las aguas grises.**Criterio 4.** Adaptar la toma de decisiones de ingeniería para promover esos valores compartidos, reconociendo las situaciones en las que esto no es posible y cuándo los proyectos de ingeniería no deberían avanzar. Este proyecto está lejos de completarse, pero los estudiantes continúan visitando la comunidad evaluar según el Criterio 3 y decidir conjuntamente qué tipo de proyecto de ingeniería debe llevarse a cabo. **Criterio 5**. Evaluación colaborativa de actividades y resultados con las partes interesadas. Esta actividad no se ha completado, ya que el proyecto aún está en desarrollo.

Mapeo del panorama de Ingeniería Humanitaria en Colombia. Los actores involucrados en el mapeo de IH- Colombia recomendaron la creación de un HUB para la IH en Colombia, concebido como un motor integral del ecosistema, que funcione como una plataforma articuladora, facilitadora y transformadora que promueva la investigación aplicada, el escalamiento de soluciones, y el desarrollo de capacidades, con el fin de generar impactos sostenibles y contextualizados en comunidades vulnerables. Su propósito va más allá de la implementación de proyectos, ya que actúa como un eje clave que vincula actores, recursos y conocimiento para dinamizar el ecosistema y resolver problemas sistémicos (Parque Científico de Innovación Social, Uniminuto & Humanitarian Engineering Program, Colorado School of Mines, 2024).

HUB como conector de actores. "El HUB actúa como intermediario estratégico, conectando actores nacionales e internacionales (universidades, empresas, organizaciones no gubernamentales y comunidades), aprovechando los recursos y la experiencia de los actores del ecosistema y alineándolos con las necesidades de las comunidades y los intereses de las agencias financiadoras." (Ibid.)

HUB como promotor de la innovación liderada por la comunidad. El HUB se centra en las necesidades y los desafíos específicos de las comunidades más vulnerables, facilitando la identificación de problemas que pueden resolverse mediante la aplicación de conocimientos de ingeniería y en contextos que permiten la aplicación de enfoques pedagógicos innovadores, mediante espacios para la co-creación de soluciones desde una perspectiva humanitaria, garantizando que estas sean culturalmente apropiadas y técnicamente viables. (Ibid.)

HUB como facilitador de recursos y oportunidades. El HUB canalizará y gestionará recursos financieros, técnicos y humanos para garantizar el diseño y la implementación efectivos de soluciones de ingeniería y proyectos educativos desde un enfoque de aprendizaje comunitario y acción sin daño. Mediante la documentación, sistematización y difusión de proyectos exitosos, el HUB garantiza la multiplicación de los impactos positivos en diferentes territorios. Esto se logra mediante la creación de modelos de intervención replicables y adaptados a diferentes contextos, además de la integración de actores para garantizar la sostenibilidad técnica, social y financiera de estas soluciones. (Ibid.)

HUB como promotor de la investigación aplicada. "El HUB promueve la investigación aplicada, vinculando las necesidades reales de las comunidades con soluciones técnicas basadas en la ingeniería. Esto implica la identificación de problemas contextuales mediante diagnósticos participativos y la generación de conocimiento aplicado que permita resolver desafíos sociales, ambientales y económicos." (Ibid.)

Difusión y transferencia de conocimiento. Como motor del ecosistema, el HUB también desarrolla instancias de transferencia de conocimiento, garantizando que el conocimiento generado se difunda y se apropie eficazmente. Esto incluye la creación de bancos de conocimiento con soluciones documentadas y buenas prácticas, así como la implementación de programas de difusión y espacios para el intercambio de lecciones aprendidas entre los actores del ecosistema. Mediante programas de formación en gestión comunitaria, metodologías participativas, diseño de soluciones y gestión de recursos, el HUB capacita a líderes locales y actores académicos clave que dinamizan los procesos de innovación y sostenibilidad en los territorios (Ibid).

5. Conclusión

El crecimiento de los programas de educación superior en EE. UU. ha aportado importantes contribuciones a la formación en ingeniería estadounidense, incluyendo la captación y retención de estudiantes (especialmente mujeres blancas) que, de otro modo, habrían optado por otros programas con mayor relevancia social. También ha aportado nuevas formas de experiencias internacionales al profesorado y al alumnado estadounidense y, en algunos casos, una mejor imagen pública de las universidades estadounidenses. Sin embargo, como lo demuestran las recientes transformaciones en el proyecto de desarrollo internacional bajo la forma de "desarrollo liderado localmente", existe una necesidad imperiosa de que la educación superior estadounidense reconsidere su forma de interactuar con las comunidades en el extranjero mediante la creación de sólidas redes locales de actores, el mapeo de las diferencias, necesidades y recursos institucionales y comunitarios, y la evaluación de las posibles contribuciones de las escuelas de ingeniería estadounidenses, si las hubiera.

Este documento contribuye a esta necesidad proporcionando métodos específicos para el mapeo y la evaluación de las condiciones locales, proponiendo intervenciones para los desafíos que los promotores de la educación superior probablemente encontrarán en otros países (ideologías, diferencias entre actores e instituciones y preparación, etc.) y, finalmente, proponiendo un método específico para mapear un ecosistema nacional de educación superior. Si bien el contexto de cada país es muy diferente, los métodos e intervenciones propuestos aquí pueden adaptarse a otros contextos nacionales o regionales.

6. Referencias

- Bridger, J. C., & Alter, T. R. (2006). Place, Community Development, and Social Capital. *Community Development*, *37*(1), 5–18. https://doi.org/10.1080/15575330609490151

- Cech, E. A. (2013). The (mis)framing of social justice: Why ideologies of depoliticization and meritocracy hinder engineers' ability to think about social injustices. In J. C. Lucena (Ed.), *Engineering education for social justice: Critical explorations and opportunities* (pp. 67–84). Springer.
- Colak, A. A., & Pearce, J. (2015). Securing the global city?: An analysis of the 'Medellín Model' through participatory research. *Conflict, Security & Development*, *15*(3), 197–228. https://doi.org/10.1080/14678802.2015.1055136
- Coons, C., & Weber, M. (2013). *Paternalism: Theory and Practice*. Cambridge University Press.
- Cuenca Hernández, A. (2021). *(Un)equal pathways to higher education. Social origins and destinations of Colombian graduates*. pedocs. http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0111-pedocs-228073
- Ekbladh, D. (2009). *The Great American Mission: Modernization and the Construction of an American World Order*. Princeton University Press.
- Hersoug, B. (1996). 'Logical Framework Analysis' in an Illogical World. *Forum for Development Studies*, *23*(2), 377–404. https://doi.org/10.1080/08039410.1996.9666040
- Leydens, J. A., & Lucena, J. C. (2017). *Engineering Justice: Transforming Engineering Education and Practice*. John Wiley & Sons.
- Leydens, J., & Lucena, J. (2009). Listening as a missing dimension in humanitarian and sustainable community development efforts: The engineering curriculum as a potential learning inhibitor. *IEEE Transactions on Professional Communication*.
- Martinez, A., Epstein, C., & Parsad, A. (n.d.). *Evaluation of the National Science Foundation's Partnerships for International Research and Education (PIRE) Program, Volume 2: Supplementary Materials. Final Report | Policy Commons*. Retrieved January 3, 2025, from https://policycommons.net/artifacts/14752717/evaluation-of-the-national-science-foundations-partnerships-for-international-research-and-education-pire-program-volume-2/15652693/
- Nelson, L. A. (2013). *Making the Most of Site Visits*. 23.884.1-23.884.14. https://peer.asee.org/making-the-most-of-site-visits
- Parque Científico de Innovación Social, Uniminuto, & Humanitarian Engineering Program, Colorado School of Mines. (2024). *Ingeniería Humanitaria Colombia: Una mirada ecosistémica. Talleres de Mapeo*.
- Sanchez, M. C., Hazelwood, D. A., & Anand, D. K. (2018, June 23). *Engagement in Practice: Engineering for Social Change Course in Mechanical Engineering*. 2018 ASEE Annual Conference & Exposition. https://peer.asee.org/engagement-in-practice-engineering-for-social-change-course-in-mechanical-engineering
- Silva, L. H., Velasquez, C. E., Becerra, L. A., & Hernández, S. L. (2021). Social Innovation Route As A Methodology for the Construction of Socially Sustainable Innovations. *Social Innovations Journal*, *9*. https://socialinnovationsjournal.com/index.php/sij/article/view/870
- Slaton, A. E. (2003). *Reinforced Concrete and the Modernization of American Building, 1900-1930*. JHU Press.
- Smith, J., Lucena, J., Rivera, A., Phelan, T., Smits, K., & Bullock, R. (2021). Developing Global Sociotechnical Competency Through Humanitarian Engineering: A Comparison of In-Person and Virtual International Project Experiences. *Journal of International Engineering Education*, *3*(1). https://doi.org/10.23860/jiee.2021.03.01.05
- Smith, J. M. (2024). Sociotechnical Integration and Critical Infrastructure Studies. *Engineering Studies*, *16*(3), 155–158. https://doi.org/10.1080/19378629.2024.2405241
- Smith, J. M., & Lucena, J. C. (2021). Socially Responsible Engineering. In D. P. Michelfelder & N. Doorn (Eds.), *Routledge Handbook of Philosophy of Engineering*. (pp. 661–673). Routledge.
- *TESSI Institute (Colombia) | Creative Inquiry*. (n.d.). Retrieved January 5, 2025, from https://creativeinquiry.lehigh.edu/outreach/tessi-institute-colombia
- USAID. (2024, November 26). *Localization | What We Do*. U.S. Agency for International Development. https://www.usaid.gov/localization

- Williams, L. D. A. (2023). The Race Audit: Mitigating Environmental Racism in Civil Infrastructure. In L. D. A. Williams (Ed.), *Because Technology Discriminates: Anti-Racist Counter-Expertise* (pp. 99–125). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-27868-6_5
- Wood, T. (2017). Resisting and surviving the mainstream scientific model: Findings on social relevance and social impact in the tropics. *Management Learning*, *48*(1), 65–79. https://doi.org/10.1177/1350507616659832

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

Copyright © 2025 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)