

INGENIERÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAZ: UNA REFLEXIÓN PRELIMINAR PARA PROCESOS TECNOCIENTÍFICOS DE RESILIENCIA TERRITORIAL

JUAN DAVID REINA-ROZO*

Resumen

Este artículo propone el enfoque de la Ingeniería para la Construcción de Paz (IcP) como una praxis alternativa del ejercicio de la ingeniería en escenarios de conflicto, posconflicto y en situaciones donde la tecnociencia afecta de manera especial a comunidades marginadas y excluidas, lo que genera aún más inequidad. En especial, se presentan dos casos de estudio vinculados a la resiliencia de comunidades colombianas; el primero, es el Encuentro de diseño para el desarrollo internacional en San José del Guaviare y, el segundo, es el proyecto de emisoras comunitarias de bajo costo realizado en el Magdalena Medio. Para lograr esto, se hace una reflexión acerca de la relación histórica de la ingeniería y la guerra, para pasar a la descripción y el análisis de diversos enfoques comprometidos a nivel sociotécnico como la

Ingeniería Sin Fronteras, la Ingeniería Humanitaria y la Ingeniería Popular, y su contribución para nutrir esta nueva praxis.

Palabras clave: ingeniería; construcción de paz; ingeniería comprometida; Guaviare; Magdalena Medio.

ENGINEERING FOR PEACEBUILDING: A PRELIMINARY REFLECTION ON TECHNO-SCIENTIFIC PROCESSES OF TERRITORIAL RESILIENCE

Abstract

This text proposes the approach of Engineering for Peacebuilding (IfPb) as an alternative practice of engineering in conflict, post-conflict and situations where techno-science affects especially marginalized and excluded communities, thus generating even more in-

* Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo, Candidato a Doctor en Ingeniería - Industria y Organizaciones. Investigador Grupo de Investigación en Tecnologías e Innovación para el Desarrollo Comunitario (GITDC), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia (Colombia). [jdreinar@unal.edu.co], [https://orcid.org/0000-0001-8146-674X].

Recibido: 16 de septiembre de 2019 / Modificado: 6 de diciembre de 2019 / Aceptado: 6 de diciembre de 2019

Para citar este artículo

Reina-Rozo, J. D. (2020). Ingeniería para la construcción de paz: una reflexión preliminar para procesos tecnocientíficos de resiliencia territorial. *OPERA*, 27, pp. 141-162

doi: <https://doi.org/10.18601/16578651.n27.07>

equality. In particular, two case studies linked to the resilience of Colombian communities are presented. The first is the international development design summit in San José del Guaviare, and the second is the low-cost community radio project carried out in Magdalena Medio. In order to achieve this, a reflection is made on the historical relationship between engineering and war, to move on to the description and analysis of diverse approaches committed at the socio-technical level, such as Engineering Without Borders, Humanitarian Engineering and Grassroots Engineering, and their contribution to nurture this new praxis.

Key words: Engineering; peace-building; engaged engineering; Guaviare; Magdalena Medio.

INTRODUCCIÓN

La tecnología como producto que transforma la sociedad posee una gran influencia a la hora de generar o truncar relaciones sociales, económicas y de poder. Asimismo, es prioritario reflexionar en torno al rol de la ingeniería como disciplina y campo de conocimiento para aportar a la construcción de la paz. Por esta razón, históricamente la epistemología de la ingeniería ha generado las condiciones, los marcos de acción y pensamiento para la generación de tecnologías en un contexto político, social y ambiental dado, en muchos casos relacionado con el modelo económico hegemónico. De esta forma, la resiliencia es la capacidad de las sociedades para adaptarse a los cambios en el entorno y volver a los estados anteriores a la

ruptura. Así, esta es necesaria como proceso de reconstrucción del tejido social dentro las poblaciones históricamente marginadas de las políticas públicas, en particular las de ciencia, tecnología e innovación.

En este texto se discute el papel de la ingeniería, en especial, su origen relacionado con los procesos bélicos y un futuro que se abre ante posibilidades transdisciplinarias para la gestión del conocimiento en escenarios de posconflicto y construcción de paz. De esta manera, en la primera sección, se reflexiona alrededor del vínculo entre la ingeniería y la guerra, sus limitaciones y transformaciones. En la segunda, se caracterizan tres enfoques emergentes de la ingeniería vinculada a los sectores sociales históricamente excluidos.

En la tercera sección, se propone el enfoque de ingeniería para la construcción de paz, como una propuesta necesaria ante la diversidad de conflictos en nuestras sociedades mediadas por el modelo económico y sus efectos, como las migraciones internacionales de desplazados y el cambio climático, entre otros. En la cuarta, se presentan dos casos de estudio donde esta praxis es materializada. Finalmente, en los comentarios finales se sugieren los alcances y las necesidades futuras de este novedoso enfoque.

INGENIERÍA Y CONFLICTO

La ingeniería como disciplina formal existe desde el siglo XVIII en Europa, por ejemplo, la primera escuela de Ingeniería fue creada en Francia en 1747. No obstante, la tecnología, como resultado de los procesos de ingenio de las sociedades, existe desde la relación entre la

humanidad y su entorno, para transformarlo en su beneficio personal y colectivo. Sin embargo, como afirma Winner (1980), la tecnología no es neutral, posee un sentido y está direccionada por intereses personales, institucionales y colectivos. En otras palabras, los artefactos tienen política. Así, los productos generados por los y las ingenieras en muchas ocasiones han sido utilizados para el conflicto bélico y no para la solución de los problemas de sectores sociales marginados y excluidos.

Ante esto, Nieuwma y Blue (2012) sostienen que la ingeniería y el militarismo son más cercanos de lo que usualmente se reconoce. Tal es el caso de conexiones directas e indirectas entre la ingeniería, el militarismo y la guerra, a través de cuatro categorías: como un ámbito del conocimiento, como un conjunto de prácticas, como una profesión y como una ideología (Blue, Levine y Nieuwma, 2014). Esto puede reconocerse, en el caso de Estados Unidos, en la prioridad de la financiación por parte del Departamento de Defensa hacia investigaciones en ingeniería y sus resultados tecnológicos. Lo anterior, en clara afectación de la generación de tecnologías humanitarias directas en sectores de salud, educación y alimentación. No obstante, un elemento indirecto ha sido el desarrollo de tecnologías civiles provenientes del ámbito militar, una cuestión que se encuentra en debate por las intenciones mismas de sus orígenes relacionados con el sector castrense. A nivel mundial puede compararse el presupuesto destinado a la investigación con fines militares frente a la investigación en temas de salud pública, lo que muestra un desequilibrio en estas líneas de investigación, por dar un caso específico.

Frente a lo anterior, cabe la siguiente reflexión: ¿cuáles son las responsabilidades y oportunidades de la ingeniería para contribuir a la paz y la resolución de conflictos? Muscat (2013) sugiere que los y las ingenieras deben incrementar la conciencia sobre los efectos potenciales de sus proyectos y artefactos, especialmente en escenarios de conflicto social y político. Además, deben explorar diseños alternativos y métodos de implementación que puedan reducir y no aumentar tensiones en estos contextos. En este marco, es útil usar la aproximación que Broncano (2011) crea alrededor del ingeniero como humanista, el cual interpreta las necesidades y potencialidades de la cultura material de las sociedades contemporáneas. De este modo, las creaciones técnicas tienen consecuencias sociales, políticas, ambientales y distributivas de manera que este profesional posee una responsabilidad con la sociedad para no reproducir las exclusiones históricas.

Por tanto, desde las epistemologías y prácticas de la ingeniería en la actualidad, la ingeniería es continuamente entendida como una disciplina “construida para la guerra” (Nieuwma y Blue, 2012, p. 53). Sobre esto, Vesilind sostiene que:

... el ingeniero es sofisticado en la creación de la tecnología, pero poco sofisticado en la comprensión de cómo se va a utilizar esta tecnología. Como resultado, los ingenieros han sido empleados históricamente como pistoleros contratados, cumpliendo las órdenes tanto de los gobernantes políticos como de las corporaciones adineradas. (2005, p. 2) (Traducción propia)

De hecho, en Colombia, Ordóñez-Matamoros, Centro, Arond, Jaime y Arias (2017)

señalan que en el campo de las políticas de ciencia, tecnología e innovación existen tres formas de exclusión: la exclusión social (sectores de la sociedad históricamente excluidos por y de la CTI); la exclusión sectorial (actividades económicas priorizadas sobre otras); y la exclusión territorial (regiones marginadas de oportunidades) (2017, p. 145). Con lo cual, la ingeniería convencional y sus desarrollos en muchos casos han sido un instrumento para seguir aumentando estas brechas cognoscitivas, sociales y económicas.

A nivel histórico, en el contexto de la guerra de Vietnam, la relación estrecha entre ciencia, tecnología y guerra es cuestionada. Durante los años sesenta y setenta se crean organizaciones y movimientos sociales para generar alternativas e incidir políticamente en las universidades. Se destaca, en este caso, la organización Scientists and Engineers for Social and Political Action (SESPA), un grupo de académicos y activistas que desde diversas universidades promueven una alternativa para el ejercicio de la ciencia y la tecnología tradicional (Zimmerman, Radinsky, Rothenberg y Meyers, 1972), que más tarde sería rebautizada como el movimiento Science for the People, el cual publicaría una revista tres veces al año desde 1969 hasta 1989 (Schmalzer, Chard y Botelho, 2018).

A pesar de este tipo de iniciativas, la relación entre la ingeniería y la construcción de paz ha sido esquiva, mas no imposible (Reina, Gaitán y Acero, 2018). Por tanto, es necesario resignificar la ingeniería como un espacio de formación y práctica para la consecución de sueños colectivos y de oportunidades para los grupos sociales más excluidos de las socieda-

des. De esta forma, en la siguiente sección se presentan diversas praxis alternativas que han surgido desde hace dos décadas.

PRAXIS ALTERNATIVAS DE LA INGENIERÍA

Además de ciertos avances pedagógicos como el aprendizaje basado en proyectos (Reina y Gaitán, 2017), el mayor uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), y un interés creciente por temas ambientales como el cambio climático o los objetivos de desarrollo sostenible, la ingeniería aún conserva una carga positivista y determinista para afrontar los complejos retos que el mundo actual le refiere. En este caso, a pesar de los diversos programas de la ingeniería como la industrial, la mecánica, la química o la eléctrica, por mencionar algunas, estos siguen formando a especialistas como fuerza laboral en relación con la industria y los servicios como únicos campos del ejercicio profesional, por lo que han descuidado demandas sociales más profundas que la orientación mercantil de las empresas.

Frente a esto, desde diversas instituciones y organizaciones se han generado procesos de reflexión del quehacer de los y las ingenieras en la sociedad, es decir, del rol social de la ingeniería. Precisamente, en sociedades que están marcadas por la desigualdad, la exclusión y los conflictos en muchos ámbitos, y donde los sectores sociales marginados son los más afectados por procesos globales como las migraciones forzadas, el cambio climático y la globalización, una nueva ingeniería es necesaria. Por tanto, se generan praxis emergentes que, de acuerdo con Kleba (2017), son denominadas

ingenierías comprometidas. Ahora bien, estas no son homogéneas, pues abarcan una diversidad de concepciones y prácticas que no son convergentes. De esta manera, Kleba hace énfasis en la carencia de los y las ingenieras en la reflexión entre la creación de tecnologías y los contextos sociales, políticos y sistemas sociotécnicos.

En este sentido, para entender las dinámicas de transformación a nivel sociotécnico, es necesario comprender qué implican los sistemas sociotécnicos, los cuales son los sistemas complejos adaptativos que entrelazan el dominio de la producción de artefactos o tecnología y el dominio de la aplicación o el uso de estos artefactos (Geels, 2004, p. 900). Esto permite diseñar procesos en conjunto con comunidades para generar prácticas transformativas a dos niveles: 1) en el proceso de la creación de tecnología y 2) en la apropiación social de estas, tal como es su uso y gestión, donde se plantea la democratización tecnológica de abajo hacia arriba, es decir, desde las comunidades hacia el Estado. Por tanto, estos profesionales, en conjunto con las comunidades urbanas y rurales, son actores de su propio cambio social, de manera que este empoderamiento sociotécnico exige “el aprendizaje de habilidades diversas, adicionando valor a la formación en ingeniería revestida de una nueva ética” (Kleba, 2017, p. 172).

Esta nueva ética, como lo sugiere Catalano (2006), debe superar los viejos códigos de conducta de las principales asociaciones de ingeniería, por lo menos en Estados Unidos. Estos códigos están basados en el utilitarismo como fundamento ético con respecto a la sociedad, y elementos como la seguridad, la reducción de la pobreza y la condiciones ambientales de

la naturaleza no se discuten explícitamente. A continuación, se presentan tres praxis donde la creación tecnocientífica está impulsada hacia la transformación de las sociedades. En primer lugar, se describe la ingeniería sin fronteras, después la ingeniería humanitaria y, en último lugar, la ingeniería popular. Asimismo, se discuten los orígenes de cada praxis, sus motivaciones, limitaciones y alcances.

Ingeniería Sin Fronteras

La Ingeniería Sin Fronteras (ISF) es una práctica creciente a nivel mundial que se desarrolla desde las escuelas de Ingeniería. En ella, estudiantes tanto de esta disciplina como de otras áreas del conocimiento se reúnen en grupos de trabajo para desarrollar proyectos con comunidades marginadas, a nivel local, regional e incluso internacional, del Norte al Sur global. De esta forma, se crean capítulos por universidades y, en otras ocasiones, se crean Organizaciones No Gubernamentales (ONG) para tal efecto, siguiendo una suerte de institucionalización del ejercicio profesional de los y las ingenieras a nivel mundial.

Esta iniciativa se inspira en el modelo experimental de otra ONG denominada Médecins sans Frontiers (MSF, o Médicos Sin Fronteras) fundada en 1971. Esta organización fundamenta su acción en el cuestionamiento de la noción de soberanía nacional de los Estados y sus ideas relacionadas con el patriotismo, con lo cual, a diferencia de otras organizaciones relacionadas con intervenciones humanitarias como la Cruz Roja o Peace Corps, MSF no solicita permisos a los Estados para intervenir en los territorios. Así, se destaca en el amplio

abánico humanitario por ser una organización autónoma e independiente.

De esta forma, guiados por los principios de acción directa y con el paradigma de “Sin Fronteras”, se crean organizaciones de profesores y estudiantes de Ingeniería a nivel mundial para trabajar en territorios marginados. Así, desde la década de los ochenta se funda la primera organización de ingeniería sin fronteras –Ingénieurs sans Frontiers–, en 1982, cuya misión es “promover la implementación del desarrollo sostenible a través de la práctica crítica de la ingeniería mediante la integración de estudiantes voluntarios de ingeniería en programas dirigidos por organizaciones no gubernamentales (ONG) profesionales en África, América Latina y África” (Helgesson, 2006, p. 32) (Traducción propia).

Con el tiempo se fueron creando otras organizaciones: Ingénieurs Assistance Internationale (Belgica, 1987), Ingeniería sin Fronteras (España, 1990), Ingenierier unden Graenser (Dinamarca, 1992), Ingenjörer och Naturvaretare utan Gräser-Sverige (Suecia, 1995), Engineers without Borders (Reino Unido, 2001), Engineers without Borders (Australia, 2003), Ingenieure ohne Grenzen (Alemania, 2003), Ingegnería senza Frontiere (Italia, 2005), e Ingenieros sin Fronteras (Colombia, 2008), entre otros (Mitcham y Muñoz, 2010). Mientras, en 2002 se crea la red internacional de ISF¹ que, de acuerdo con Helgesson (2006), para septiembre de 2005 estaba registrada en 50 países y el total de miembros rondaba los 50.000. En Colombia, las experiencias con este enfoque

han sido disímiles dado que parten de praxis diferentes (Cortés, Martínez, León y Peña, 2013; Valderrama, Arias, Ramírez, Bejarano y Silva, 2012).

Sin embargo, a pesar de ser una iniciativa que busca ser transformadora, este tipo de organizaciones no reflexiona alrededor de problemáticas estructurales de la sociedad y su modelo económico. Por el contrario, propone soluciones para las consecuencias de estas dinámicas de poder y no hay un cuestionamiento de las causas estructurales. Un ejemplo de esto es que estudiantes y profesionales se frustran al ser solucionadores de problemas para el 10% de la población (sectores sociales adinerados), mientras el otro 90% está desatendido por la ingeniería convencional. De esta manera, se crea una “conciencia” alrededor de “la pobreza que caracteriza a la mayoría de los habitantes del tercer mundo” (Helgesson, 2006, p. 32) (traducción propia), pero no hay una crítica a las razones políticas y económicas para que exista esa pobreza.

De este modo, emergen críticas a este enfoque, algunas de ellas resumidas en las ideas de Schneider, Lucena y Leydens (2009), donde manifiestan que:

... al imaginarse a sí mismos como solucionadores de problemas del mundo en desarrollo, es posible que, sin saberlo, se encuentren insertos en la larga historia del colonialismo, el imperialismo y el neoliberalismo, como se ha argumentado por muchos de quienes se han ocupado en los estudios de desarrollo y la teoría crítica feminista. (p. 45) (Traducción propia)

Ingeniería humanitaria

La ingeniería humanitaria (IH) es un concepto que se ha desarrollado desde el Norte

1 EWB-International, en <http://www.ewb-international.org>

global (Europa Occidental y Norteamérica). Esta ha evolucionado en la primera década del siglo XXI para diferenciarla de la práctica de la ingeniería convencional, priorizada en el mercado laboral de acuerdo con las necesidades de las compañías. De esta manera, en conjunto con comunidades, sectores sociales, organizaciones del tercer sector y el Estado, la IH busca soluciones técnicas a problemas prioritarios relacionados con la sobrevivencia, propendiendo por el empoderamiento y la autonomía de las poblaciones (Mitcham y Muñoz, 2010; Reina-Rozo y León, 2017). Así, a nivel general, la ingeniería humanitaria es la convergencia de la ingeniería y el humanitarismo. Por consiguiente, se ha convertido en una disciplina que pone énfasis en la creación de soluciones centradas en el ser humano, en particular con comunidades vulnerables y marginadas.

Esta área de desarrollo profesional tiene una historia reciente, primero desde organizaciones no gubernamentales, pasando por esfuerzos de educación en universidades, para convertirse en un enfoque de varias iniciativas de emprendimiento social (Mitcham y Muñoz, 2012). Por tanto, se está consolidando como un campo de acción emergente, en especial en circunstancias de contingencia. En este sentido, para abordar este enfoque se pretende reflexionar en torno a la definición por negación, es decir, la IH no puede entenderse como ingeniería *para* la humanidad, puesto que la ingeniería en general *per se* ya lo es. Lo que puede argumentarse es que sus beneficios están distribuidos inequitativamente.

Además, el término no puede ser utilizado como *ingeniería social*. Dado que en ciencia

política, esta se refiere a la implementación de políticas públicas para lograr modificaciones de comportamiento en la sociedad y generar control sobre la población (Humphreys, de la Sierra y van der Windt, 2014). Mientras, en ciencias de la computación, es la práctica mediante la cual se accede a información confidencial mediante el engaño a usuarios de un sistema computacional (Mouton, Leenen, Malan y Venter, 2014).

Ahora bien, el área de la acción humanitaria proviene del humanitarismo, el cual, en el contexto del desarrollo internacional, puede definirse como “ayuda sistematizada en la que individuos o grupos de personas, financiados por ONG o gobiernos, buscan aliviar el sufrimiento de víctimas de desastres, guiados por el altruismo o la compasión” (Lucena, Schneider y Leydens, 2010, p. 24). Por su parte, Lester Ward (1883), propuso que el objetivo del humanitarismo sea “la reorganización de la sociedad, para que todos posean iguales ventajas para ganarse la vida y contribuir al bienestar [común]” (p. 450).

Por su parte, los escenarios de acción de la IH están relacionados con situaciones de emergencia para el ser humano. Así, Conkol (2012) establece tres principalmente: 1) recuperación de desastres, 2) desarrollo y 3) redesarrollo. Mientras, Kinsner (2014) plantea cuatro niveles de acción: 1) desastres naturales (incendios, tormentas, tornados, tsunamis, terremotos, inundaciones); 2) crisis humanitarias (genocidios, guerras, elecciones no democráticas, injusticia); 3) países en vía de desarrollo (agua, alimentos, refugio, energía, saneamiento, salud); y 4) países desarrollados (comunidades pobres, ancianos, personas con

discapacidad mental o física, comunidades no representadas).

De esta manera, una IH situada y contextualizada de acuerdo con las dinámicas locales puede definirse, de acuerdo a Reina-Rozo y León (2017), como:

... un campo de la ingeniería en el que convergen la ciencia, la tecnología y los saberes comunitarios, que, a través de la co-creación de procesos de docencia, reflexión, investigación, innovación y fabricación, fortalezcan el empoderamiento y la apropiación tecnológica de las comunidades, que permitan la generación de soluciones a situaciones que ponen en riesgo o en estado de vulnerabilidad a comunidades marginadas. (p. 74)

En la literatura académica en español, el desarrollo conceptual, teórico y práctico está creciendo, aunque eso no significa que en los países hispanohablantes no se haya dado este enfoque en el ejercicio laboral o en la academia de manera formal. Finalmente, existen críticas frente a los intereses de las partes, efectos sobre poblaciones locales y una acción limitada al asistencialismo, dado que pueden ser un lastre de relaciones colonialistas desde el Norte hacia el Sur global.

Ingeniería popular

La ingeniería popular (IP)² es el esfuerzo a nivel de formación y acción en ingeniería que se ha estado desarrollando en Brasil desde la segunda década del siglo XXI, dedicado a la transformación social por medio de la producción socio-técnica desde un enfoque marxista y con una fuerte inspiración en los trabajos del pedagogo brasileño Paulo Freire (Fraga, Alvear y Cruz,

2019). Este enfoque se encuentra ligado transversalmente por los conceptos de tecnología social, economía solidaria y extensión universitaria (Cruz, 2017; Dagnino, 2010). A nivel de comunidades académicas, este marco germina de los Encuentros Nacionales de Ingeniería y Desarrollo Social (ENIDS) que se llevan a cabo en Brasil desde 2004 (Addor, 2015; Alvear, Cruz y Miranda, 2017; Fraga, 2017).

Uno de los primeros referentes de esta praxis es el trabajo de Lili Kawamura, quien de acuerdo con Alvear *et al.* (2017, p. 189) propone nuevas visiones sobre la ingeniería y su ejercicio profesional desde la década de los ochenta. Por consiguiente, se reconocen tres enfoques de la práctica de la ingeniería a nivel general: el primero de ellos es el tecnócrata, elitista y enfocado en el mercado; el segundo se refiere a una ingeniería nacional enfocada en el desarrollo del país; y el tercero, a una ingeniería militante comprometida con los movimientos sociales y grupos de base (Kawamura, 1986). Así, el papel del profesional de la ingeniería militante se basa en la noción del “ingeniero educador” que, en palabras de Fraga, Vasconcellos y Silveira, es “un mediador de procesos participativos para la solución de problemas tecnológicos” (citadas en Alvear *et al.*, 2017, p. 190).

Esta propuesta, crítica del modelo económico imperante a nivel global, manifiesta que el sistema no dará origen a soluciones técnicas autogestionadas, empoderadas, social y ambientalmente justas, a no ser de manera marginal. Así, el desarrollo tecnológico se “concibe también, como una arena política” (Cruz, 2018, p. 2). Por tanto, la IP se basa en metodologías participativas, donde las comu-

2 En inglés se conoce como *grassroots engineering*.

nidades o los sectores sociales marginados son colaboradores en el desarrollo de la solución técnica, además ligadas a procesos de educación popular (Cruz, 2017), y se construye sobre habilidades no técnicas tales como empatía, capacidad para dialogar, pensamiento crítico y apertura para seguir aprendiendo continuamente (Cruz, 2019).

De esta forma, un ejemplo de organización colectiva alrededor de esta praxis es la Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá³, la cual nació de los ENIDS de Brasil, sus principales valores son: la educación popular; la autogestión; la justicia social y ambiental; el feminismo, antirracismo y contra la LGTBfobia; el cuidado de la vida, la valoración de la cultura en su diversidad; y el reconocimiento y diálogo entre los diferentes conocimientos (populares, tradicionales, académicos, de las distintas disciplinas) (Cruz, 2019). En Colombia, desde el año 2018 se viene desarrollando el Encuentro Colombiano de Ingeniería y Desarrollo Social (ECIDS), el primero de ellos llevado a cabo en Bogotá (Gaitán, Gutiérrez, Lleras y Molina, 2018) y el segundo en la ciudad de Santiago de Cali en 2019.

No obstante, la IP posee algunos desafíos en especial a nivel epistemológico para la concreción del proceso de popularizar la ingeniería, en este caso, de que sea apropiada por los grupos históricamente marginados de la ciencia, tecnología e innovación. Por tanto, siguiendo a Cruz (2018), sostiene que la transformación radical de la realidad se logra

por medio de la construcción empoderada y dialogada del orden sociotécnico (re)querido por los grupos populares. De esta forma, se hallan dos elementos emergentes donde los y las ingenieras populares deben enfocarse:

- Asegurar medios para escuchar profundamente al grupo de base. Es la posibilidad de acceder y, a partir de ahí, interiorizar los valores, imágenes, conocimientos y estética del grupo, desarrollando un arte popular (*poiesis*) de ingeniería.
- Concebir e implementar estrategias que permitan mejorar los estilos populares desarrollados, su reaplicación en contextos similares y, eventualmente, la mezcla creativa de algunos o varios de ellos. (Cruz, 2018, p. 15) (Traducción propia)

En la siguiente sección se propone el concepto de ingeniería para la construcción de paz, como una praxis emergente dentro de las ingenierías comprometidas, para enfrentar los retos de ciencia y tecnología que se desprenden de acuerdos de paz en primer lugar, pero que deben ir más allá de estos para generar soluciones profundas a las dinámicas de injusticia social en cada uno de los territorios donde exista inequidad.

HACIA UNA INGENIERÍA COMPROMETIDA CON LA CONSTRUCCIÓN DE PAZ

Para iniciar esta sección, es necesario comprender las implicaciones de las diversas definiciones del término paz. Así, cabe preguntarse de qué tipo de paz se habla, dado el amplio abanico de definiciones y enfoques. Por tanto, para

3 Para mayor información visitar <https://repos.milharal.org> y https://www.4sonline.org/blog/post/a_construcao_de_uma_rede_de_engenharia_popular.

este texto se usa el concepto de paz positiva elaborado por Galtung (1996) y desarrollado más profundamente en Webel y Galtung (2007). Este autor la define como “más que la ausencia de violencia; es la presencia de la justicia social a través de la igualdad de oportunidades, una distribución justa del poder y los recursos, la igualdad de protección y la aplicación imparcial de la ley” (citado en Vesilind, 2010, p. 124) (Traducción propia).

Asimismo, Vesilind (2010) sostiene que la paz positiva “establecería la equidad social y la justicia, la equidad económica y el equilibrio ecológico, protegiendo a los ciudadanos de los ataques y satisfaciendo las necesidades humanas básicas” (p. 124). Otro elemento complementario a la paz positiva es el acuerdo, como proceso colectivo donde diferentes actores participan para hallar una respuesta. Este se basa en el concepto de “discernimiento comunal”, el cual asume un entendimiento holístico de la verdad, que emergerá si todas las partes interesadas generan un diálogo (Cox, 1986).

Ahora bien, es necesario entender reflexiones previas que desde la ciencia, tecnología e innovación se han venido llevando a cabo. Así, en Colombia, con el Acuerdo de Paz de 2016, surgen reflexiones en torno al rol de la política pública de CTel y su relación con la paz, particularmente alrededor de las implicaciones de sus efectos a nivel regional, dado que “la CTel en muchos casos no solo no ha logrado disminuir la inequidad, las brechas entre regiones, la persistencia de problemas milenarios, sino que además puede haber contribuido a empeorar tales situaciones” (Ordóñez-Matamoros *et al.*, 2017, p. 140).

Un esfuerzo para contrarrestar lo anterior es la ingeniería para la paz (IpP), la cual surge como alternativa de ejercicio profesional frente al complejo industrial/militar (Vesilind, 2010). Entonces, muchos profesionales buscan alternativas para usar sus habilidades y competencias en una dirección positiva y proactiva para promover la paz. Vesilind (2010) sugiere dos elementos para la evolución de la IpP: el primero de ellos, los privilegios de los y las ingenieras del Norte global, quienes no están preocupados por sobrevivir. Mientras, el segundo es el sentido de responsabilidad de la ingeniería.

Frente a lo anterior, Vesilind (2005) manifiesta que en el contexto de la IpP:

La ausencia de conflictos es una condición necesaria pero no suficiente para la paz [...] Es una gran oportunidad para los ingenieros, ya que tienen a su disposición el conocimiento y las habilidades prácticas para aminorar las muchas formas de injusticia material que son las causas fundamentales de la mayoría de los conflictos violentos. (Citado en Jordan *et al.*, 2018, p. 2) (Traducción propia).

De esta manera, Jordan *et al.* definen la IpP como “la aplicación intencional del pensamiento sistémico de los principios de la ciencia y la ingeniería para promover y apoyar directamente las condiciones para la paz” (2018, p. 2) (Traducción propia). Mientras, las soluciones de estos procesos poseen las siguientes características: son colaborativas e integrales en cuanto a programas transdisciplinarios de pericia y educación; aplican soluciones tecnológicas y apoyan la ética, las políticas y los sistemas de vida; finalmente, abogan por un cambio en la educación en ingeniería.

Otro concepto emergente en estas dinámicas es la innovación para la paz, que de acuerdo con Miklian y Hoelscher pretende “facilitar la prevención de conflictos y/o aliviar las consecuencias perjudiciales del sufrimiento humano cuando se produce un conflicto, y que acepta la responsabilidad de sus propios resultados previstos e imprevistos” (2018, p. 192) (Traducción propia). No obstante, estos dos últimos esfuerzos se encuentran ligados expresamente al emprendimiento y el desarrollo de economías de mercado en los territorios, sin tener en cuenta otras dimensiones sociopolíticas del mismo (Miklian y Hoelscher, 2016) y sus implicaciones en generar más conflictos. Por tanto, la innovación e ingeniería para la paz no son suficientes para transformar realidades desde las causas estructurales que aquejan a los grupos sociales afectados por los conflictos tanto armados como económicos. Una práctica de ingeniería transformativa debe enfrentar las causas, particularmente desde un enfoque sociotécnico.

Ingeniería para la construcción de paz

La ingeniería para la construcción de paz (IcP) es una praxis novedosa vinculada a la superación de toda violencia que ejerce el Estado, los grupos privados, grupos al margen de la ley y otras organizaciones a través de un modelo económico, político o social mediante el ejercicio ético y transformador de la CTeI. Por lo cual, esta ingeniería no puede desligarse de los espacios donde participan de manera proactiva los grupos de interés relacionados con la creación del orden sociotécnico. Es decir, es un proceso colaborativo y se genera un diálogo

mediado o facilitado por la ingeniería para la transformación social.

La IcP toma elementos de las tres praxis alternativas de ingeniería descritas anteriormente, en primer lugar, del enfoque ISF toma la autonomía para actuar en contextos donde las tensiones entre diversos grupos, en especial con el Estado, son elevadas. El enfoque de IH tiene interés en priorizar contextos y situaciones que sean fundamentales para la sobrevivencia de las poblaciones locales y la conservación del patrimonio ambiental. Finalmente, el enfoque de la IP en metodologías participativas, así como en la educación popular y la economía solidaria son medios para lograr la transformación del orden sociotécnico de los territorios a partir de la resiliencia de las comunidades.

Por tanto, la IcP está profundamente tejida a la justicia social, relacionada con las implicaciones de la CTeI en la sociedad. Así, desde diversas geografías a nivel mundial, estas inquietudes han emergido en profesionales, investigadores, estudiantes y profesores; a partir de ello se han creado redes y espacios académicos para dialogar y construir esta postura como la Red Internacional de Ingeniería, Justicia Social y Paz⁴ y espacios de divulgación como la *Revista Internacional de Ingeniería, Justicia Social y Paz* (RIIJS)⁵.

4 Para mayor información consultar <http://esjp.org/>

5 El enfoque de la *Revista Internacional de Ingeniería, Justicia Social y Paz* (RIIJS) está dirigido a la teoría y a la práctica de la ingeniería que se dedica a promover la justicia social y la paz en el mundo. Está orientado hacia prácticas de ingeniería que mejoran la equidad de género, racial, de clase y cultural; además, son democráticas, no opresivas y no violentas. La revista atiende a las y los ingenieros en ejercicio, educadores y una audiencia general

Esta praxis nace de la necesidad de generar enfoques situados, contextuales y conviviales⁶ de la tecnología en territorios donde la resiliencia de las comunidades es un proceso colectivo para la transformación, es decir, construirla también como una ingeniería activista (Barkin, 2019; Illich, 1973; Karwat, Eagle, Wooldridge y Princen, 2014). En esta, el diálogo de saberes, tanto el conocimiento de la academia (explícito) como el de las comunidades (tácito) cobra un papel fundamental, ligado a las epistemologías y ontologías de los grupos sociales cocreadores de los procesos de CT&I. Por tanto, los y las profesionales de ingeniería transforman su rol en facilitadores o mediadores del cambio sociotécnico de su entorno enfocados en acciones afirmativas y generadoras de confianza en los territorios. No obstante, estas acciones no están exentas de generar impactos negativos sobre personas, comunidades y ecosistemas.

Frente a lo anterior, la praxis de la ingeniería para la construcción de paz debe centrar sus ejercicios en la *acción sin daño* (Anderson, 2009), concebida como un enfoque ético de acción frente a intervenciones o procesos llevados a cabo con sectores sociales que se encuentran inmersos en diversos conflictos o tensiones, tanto armados como no armados. De esta forma, las afectaciones producidas por cualquier ejercicio de ingeniería en los territo-

rios y mediadas por tecnología deben tener en cuenta cuatro principios de la acción sin daño:

- La obligación de no producir daño o mal.
- La obligación de prevenir el daño o el mal.
- La obligación de remover o retirar lo que esté haciendo un daño o un mal.
- La obligación de promover lo que hace bien.

De esta manera, problematizar la acción y práctica de la ingeniería en contextos de construcción de paz se hace prioritario para entender las posibles implicaciones tanto de la tecnología como de los procesos sociotécnicos que se desean intervenir de manera colectiva con la comunidad para promover y apoyar la resiliencia en sus territorios. Ahora bien, la paz como fin y también como derecho de una sociedad, no solo se puede definir entre seres humanos. Para esto, de acuerdo con Catalano (2006), otras dimensiones deben ser consideradas: es necesario que como profesionales podamos vivir en paz con nosotros mismos, vivir en paz con otros y vivir en paz con el planeta.

Un escenario particular de ejercicio de esta IcP es la universidad. La docencia, la extensión y la investigación son ejes primordiales para este enfoque. Estas deben estar enlazadas en una relación de interacción participativa (Reina y Díaz, 2015). La investigación debe informar y generar elementos de análisis y reflexión a la docencia, la cual transforma el proceso pedagógico de los estudiantes de ingeniería y otras disciplinas. Finalmente, la extensión permite generar en compañía de estudiantes procesos de proyección social afuera de la universidad para afectar de manera positiva comunidades

que busca comprender mejor el potencial progresivo de la ingeniería. Para mayor información consultar <https://ojs.library.queensu.ca/index.php/IJESJP>

⁶ Aunque la palabra convivial no se encuentra en el *Diccionario de la lengua española*, se ha utilizado en el campo de la creación de tecnologías con fines alternativos desde los trabajos de Ivan Illich en 1973. Su significado en español es jovialidad o cordialidad.

tanto urbanas como rurales, en especial, en territorios con tensiones sociales.

Por tanto, la ingeniería para la construcción de paz debe nutrirse de algunas críticas a otras praxis alternativas. Una de ellas es la realizada a la IH, la cual debe abordarse desde una perspectiva no eurocéntrica, desmarcada de la tradición hegemónica del Norte global y que su *praxis* se construya desde una epistemología del Sur (de Santos Souza, 2009; Reina y León, 2017). En este sentido, generar un espacio integral donde las relaciones sean dialógicas, es decir, aprender de y con las comunidades (Reina-Rozo *et al.*, 2018), lo que lleva a una ingeniería abierta a otras epistemologías, ontologías y alternativas al desarrollo situadas en el territorio, enmarcadas en lo que algunos autores denominan el posdesarrollo (Kothari, Salleh, Escobar, Demaria y Acosta, 2019).

CASOS

En la presente sección se elaboran dos casos donde la IcP es ejercida en contextos rurales de Colombia posteriores al Acuerdo de Paz con la guerrilla de las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia-Ejército del Pueblo (FARC-EP) en 2016. En estos, el contexto territorial, el origen de la iniciativa, el desarrollo y los prototipos realizados en conjunto con las comunidades son descritos y analizados. Los dos ejercicios fueron realizados por profesores y estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia, algunos de ellos vinculados al Grupo de Investigación en Tecnologías e Innovación para el Desarrollo Comunitario de la Facultad de Ingeniería (GRTIDC).

Encuentro de Diseño para el Desarrollo Internacional – Construcción de paz

Los Encuentros de Diseño para el Desarrollo Internacional (International Development Design Summits – IDDS) son escenarios prácticos de codiseño que permiten la cocreación de soluciones técnicas de bajo costo en conjunto con comunidades marginadas de la CTeI. Estos fueron creados por el Massachusetts Institute of Technology (MIT) en el año de 2007, y desde entonces se han realizado encuentros en América, África y Asia. En Colombia, y en conjunto con la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) y C-Innova se han realizado cinco versiones en diversos territorios como Jamundí (Valle del Cauca), Fusagasugá (Cundinamarca), Bogotá y San José del Guaviare (Guaviare).

En particular, el IDDS Construcción de Paz, se llevó a cabo en enero de 2018 en el Espacio Territorial de Capacitación y Reincorporación (ETCR) Jaime Pardo Leal, de la antigua guerrilla de las FARC-EP, ubicado cerca del corregimiento de Colinas en San José del Guaviare. El Acuerdo de Paz permitió la creación de 26 de estas zonas, antiguamente denominadas Zonas Veredales Transitorias de Normalización (ZVTN). De acuerdo con Pérez *et al.* (2018), el proceso previo de esta experiencia tuvo lugar gracias al Programa de Innovación Social para la Paz de la UNAL, el cual generó las condiciones para “un diálogo concertado y desarmado entre los excombatientes y las comunidades rurales locales. Durante una semana, la universidad llevó a cabo actividades que buscaban crear oportunidades para la reconstrucción del tejido social entre la población civil y los exguerrilleros” (p. 144).

Los IDDS son experiencias prácticas de diseño e ingeniería que reúnen a personas con diferentes conocimientos, saberes y antecedentes, con el objetivo de crear soluciones prácticas, abiertas y de bajo costo para mejorar la vida de las comunidades. De esta manera, se concibió un *espacio de codiseño temporal* en el territorio, el cual fue autónomo, dado que la UNAL y el ETCR Jaime Pardo Leal lo desarrollaron sin la intervención de organismos del Gobierno; se enfocó en las necesidades y oportunidades de los excombatientes y de comunidades campesinas colindantes de ETCR, y utiliza prácticas de la educación popular a través de la educación técnica, por medio del diseño participativo (Reina, Thompson y Leal, 2018).

Este encuentro se desarrolló durante dos semanas intensas de trabajo a nivel teórico, sensitivo y práctico, donde los 60 participantes y alrededor de 20 organizadores convivieron en el ETCR compartiendo jornadas de trabajo y de socialización, y generaron una vida en común. Asimismo, se creaban actividades prácticas, del tipo “hágalo usted mismo”, para fortalecer capacidades en el uso de materiales, herramientas y equipos por medio de la construcción de tecnologías de bajo costo como bombas de agua con tubería de PVC y talleres alrededor de la construcción de paz (Pérez *et al.*, 2018).

A continuación, reunidos en grupos diversos de trabajo, los participantes trabajaban en una problemática o potencialidad de la región con el fin de cocrear un prototipo para la transformación de esta solución. En la figura 1 se observa a David, un reincorporado de las FARC, construyendo una pieza del sistema de compostaje como parte de una solución.

Finalmente, uno de los resultados del espacio de codiseño es el fortalecimiento de las capacidades técnicas y metodológicas de los participantes para enfrentar las situaciones futuras de construcción de paz desde la CTel. Otros resultados fueron los nueve prototipos codiseñados por excombatientes, campesinos, estudiantes, profesionales y docentes, y facilitados por un grupo de mediadores de la UNAL quienes poseen experiencia en metodologías participativas de diseño como plataforma de diálogo de saberes.

Los prototipos resultantes fueron generados en el marco de necesidades y oportunidades locales. Frente a ello, algunos prototipos continúan su fase de desarrollo tales como Lactiare, Abonando la Laz y PARDO, con acompañamiento de estudiantes del Observatorio de Innovación Social de la carrera de Diseño de la UNAL. Los siguientes son los nombres de los prototipos⁷:

- Abonando la paz – Hakuna biorresiduos.
- Bicimolino para concentrado animal – Recolectores nativos.
- Conexión cacao.
- Guavi-aire – Retoteca.
- Herramientas para la agricultura – Arrieros.
- Juegos de paz – Educación temprana.
- Lactiare – Lácteos del Guaviare.

7 Para conocer más acerca de los prototipos consultar el blog del autor: Innovation Journey, en <https://innovationjourney.wordpress.com/2018/02/28/resultados-preliminares-del-encuentro-de-diseno-para-la-construccion-de-paz-colombia-2018/>

FIGURA 1. REINCORPORADO DE LAS FARC-EP EN EL TALLER DEL ETCR JAIME PARDO LEAL

Fuente: fotografía tomada por el autor.

- Módulos de botellas PET (SODIS) y sombrilla captadora de agua lluvia.
- PARDO – Turismo para la reconciliación.

Emisoras comunitarias de bajo costo

El segundo caso es el de las emisoras comunitarias de bajo costo desarrollado en la vereda de Puerto Matilde, en la Zona de Reserva Campesina (ZRC) del Valle del río Cimitarra, ubicada en el sur de Bolívar y el nororiente antioqueño. Este es un proyecto de extensión solidaria del GITIDC (Facultad de Ingeniería) de la UNAL,

que potencia una relación entre la academia y la sociedad desarrollada durante la segunda década del siglo XXI, particularmente en zonas de conflicto. Esta se acompaña de procesos de investigación (tesis de doctorado) y de docencia (Cátedra Ingenio, Ciencia, Tecnología y Sociedad) (León y Molina, 2018; Reina, Díaz, Gaitán y Peña, 2015; Reina y Gaitán, 2017).

Por varias décadas, el valle del río Cimitarra en el Magdalena Medio ha sido escenario de los impactos del conflicto armado, en el que han intervenido diversos actores. Sus pobladores han realizado resistencia civil contra

la guerra mediante la creación de una Zona de Reserva Campesina. La Asociación Campesina del Valle del río Cimitarra (ACVC) es hoy un espacio que ha promovido el desarrollo de proyectos productivos desde la economía solidaria, fundamentada en la agroecología, la cual se opone a modelos agroindustriales, y que tiene por objetivo mejorar la vida de los y las campesinas.

Frente a esto, el proyecto se desarrolló en el marco del Acuerdo de Paz, dado que uno de sus apartes en el área de comunicación es el fortalecimiento y la creación de nuevas emisoras comunitarias en territorios afectados por el conflicto. Según el texto:

... en un escenario de fin del conflicto, los medios de comunicación comunitarios, institucionales y regionales, contribuirán al desarrollo y promoción de una cultura de participación, igualdad y no discriminación, convivencia pacífica, paz con justicia social y reconciliación, incorporando en sus contenidos valores no sexistas y de respeto al derecho de las mujeres a una vida libre de violencias. (Presidencia de la República y FARC-EP, 2016, p. 40)

Así, de acuerdo con León (2018), “el proyecto consiste en el desarrollo de una emisora comunitaria de la mano con la población, con talleres y la adecuación del espacio físico, de manera que quede todo listo para arrancar su funcionamiento” (p. 102). Adicionalmente, el componente técnico de la emisora es desarrollado en campo, desde una estrategia de apropiación social del conocimiento mediante talleres de *software* libre y antenas. Por tanto, el proceso de diseño de este medio y espacio para la comunicación fue participativo, y generó espacios para la toma de decisiones, tanto de las comunidades como de la UNAL. Algunas

de las actividades llevadas a cabo según León y Romero (2017) son:

- Garantizar la elaboración de los contenidos de radiodifusión, asignando responsabilidades por zona y temática.
- Realización de manuales de estilo y buenas prácticas para el uso de los recursos de transmisión.
- Creación de figuras u organismos de evaluación y seguimiento a los contenidos transmitidos para la autorregulación y la garantía de una comunicación eficaz con el usuario final.
- Marco sancionatorio que permita realizar ajustes pertinentes.
- Uso y apropiación de la tecnología de información y comunicación.

Otros elementos transversales son la autonomía de la Universidad que trabaja con comunidades marginadas, en relación con sus fines misionales, teniendo en cuenta los conflictos de intereses de diversas instituciones del Gobierno en esta área. Adicionalmente, se establece un enfoque de diálogo de saberes entre los extensionistas, estudiantes y la comunidad en general, lo cual brinda elementos importantes para la producción de actividades conducentes a la creación de la emisora, además de establecer circunstancias que permitan generar intervenciones de acción sin daño.

Asimismo, desde las metodologías de la educación popular se desarrollaron una serie de talleres en el territorio tales como: radio difusión, fortalecimiento de capacidades en *software* libre y codiseño de tecnologías de bajo costo, como se observa en la figura 2,

FIGURA 2. TALLERES EN PUERTO MATILDE



Fuente: fotografía tomada por el autor.

donde un estudiante trabaja en conjunto con uno de los miembros de la ACVC para la construcción de un cortador de hilo pet. Este taller, además de otras actividades, se desarrolló en diciembre de 2018 en una jornada tecnocientífica⁸, bajo una modalidad de visita de campo del grupo GITIDC y la Cátedra⁹.

8 Reseña del medio de comunicación alternativo *Prensa Rural*, en <https://prensarural.org/spip/spip.php?article23816>

9 Para conocer más de la jornada tecnocientífica consultar el blog del autor: Innovation Journey, en <https://innovationjourney.wordpress.com/2018/12/27/jornada-tecnocientifica-en-el-magdalena-medio-colombia-parte-1/>

Por tanto, esta iniciativa parte de los intereses de estudiantes y profesores de Ingeniería para incidir en territorios que históricamente han sido excluidos de las dinámicas de CTel y además han sido impactados por el conflicto armado colombiano. Durante el año 2019, se llevaron a cabo actividades relacionadas con la apropiación social de las tecnologías de radiodifusión, tales como el *hardware* (antenas, computadores, mezcladoras y grabadoras de sonido) y *software* (programas informáticos de código abierto bajo plataformas Linux). Finalmente, la emisora comunitaria espera iniciar sus operaciones a comienzos del año 2020, sin embargo, no fue posible debido a la espera

de la aprobación de la licencia por parte del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC) para el uso del espectro. Este proceso se ha desarrollado de la mano de diversos profesionales, entre ellos ingenieros e ingenieras de sistemas y electrónicos, quienes se han enfocado en el rol de las comunicaciones en áreas rurales y que fortalece la resiliencia de las comunidades en estos territorios.

CONCLUSIONES

La ingeniería es hoy día un espacio en disputa técnica, política, social y ambiental. Los antecedentes de esta disciplina, ligados estrechamente a los poderes políticos y a sus guerras, deben entenderse para transformar el futuro de esta área de conocimiento. Esto puede generar un camino para resignificar la ingeniería y su aporte para una paz estable y duradera, no solo en escenarios de posconflicto o posacuerdo, sino, y más profundamente, en situaciones diarias donde las tecnologías poseen implicaciones sociales, tales como la exclusión en los diversos territorios donde la ingeniería transforma la realidad de distintos sectores sociales. Este es el caso de la minería a gran escala, en especial en contextos de comunidades marginadas.

A partir de ello se han descrito algunas prácticas alternativas del ejercicio de la ingeniería que se destacan en la literatura académica. Enfoques como la Ingeniería Sin Fronteras, pasando por la ingeniería humanitaria y la ingeniería popular, brindan elementos conceptuales, históricos, metodológicos y críticos para una praxis transformativa de la disciplina en la

sociedad, en especial en una sociedad inequitativa como la colombiana. Ahora bien, aún es necesaria mayor investigación alrededor de las dinámicas de la relación entre la universidad y sociedad, y las implicaciones sociotécnicas de su ejercicio, así como la creación de mayores espacios de docencia y extensión enfocados en dinámicas de construcción de paz y resiliencia en las facultades de Ingeniería.

Con la praxis de la IcP se busca proponer un enfoque que permita responder a las demandas de conocimiento sociotécnico en un contexto de construcción de confianza, resiliencia y paz en los territorios de acuerdo con sus oportunidades y limitaciones. Por tanto, la ingeniería para la construcción de paz es una alternativa válida para la cocreación de soluciones y de procesos tecnocientíficos con las comunidades, soportados por la acción sin daño, el diálogo de saberes y el codiseño. Lo anterior, en una perspectiva dirigida a crear alternativas al desarrollo, donde las comunidades puedan generar autónomamente sus futuros posibles desde sus propias epistemologías y ontologías.

En ambos casos, se describen experiencias exploratorias de ingeniería para la construcción de paz, que desde la UNAL, y en particular desde GITIDC, se desarrollaron en el año 2018 en dos territorios colombianos, un ETCR en Guaviare y una ZRC en el Magdalena Medio. Aunque ya hay resultados concretos de los proyectos, es necesario continuar con los procesos de transformación para fortalecer la resiliencia de las comunidades, con un enfoque de acción sin daño y la vocación de la Universidad como una institución pública al servicio de la sociedad colombiana.

El principal impacto de estos procesos en las comunidades desde la ingeniería para la construcción de paz, a nivel general, es el diálogo de conocimientos entre comunidad y universidad, específicamente en tres dimensiones: 1) metodologías de codiseño, dado que se generan procesos sistemáticos de creación de soluciones en colaboración con las comunidades desde el inicio, y se sistematizan estos procesos; 2) aprendizaje práctico e incorporado del contexto local, retos y oportunidades del territorio y la creación de soluciones desde el propio lugar; 3) elementos iniciales de soberanía tecnológica que aporten a generar y fortalecer alternativas de futuro colectivo frente al desarrollo hegemónico.

En cuanto a las limitaciones de estos ejercicios, se identifican tres principales: 1) si bien son experiencias emergentes después de un acuerdo de paz, la falta de acompañamiento institucional y un programa nacional hace que sean hasta ahora muy localizadas; 2) otra barrera ha sido el sostenimiento de estos procesos, a pesar de la relación entre la UNAL y las comunidades por medio de dos cursos de pregrado, ha sido difícil fortalecerlos dada la ausencia de recursos financieros y logísticos apropiados para la consecución de sus objetivos; 3) la poca voluntad política del Gobierno nacional para el cumplimiento del Acuerdo de Paz y las trabas que ha impuesto para este ejercicio a organizaciones nacionales e internacionales.

Finalmente, el mundo enfrenta retos complejos que no van a poder solucionarse con propuestas reduccionistas; son necesarios procesos complejos, con el apoyo de varias áreas de conocimiento, pero también con los saberes

populares y tradicionales de las comunidades que los viven día a día. Por tanto, la ingeniería para la construcción de paz puede plantearse como una plataforma desde la CTeI para crear esfuerzos colectivos de transformación de la realidad con un enfoque directo relacionado con la justicia social. Esto requerirá de mayor investigación y práctica desde los y las profesionales de ingeniería, con una fuerte vocación de transformación de nuestra sociedad.

REFERENCIAS

- Addor, F. (2015). A construção de um espaço contra-hegemônico na engenharia: o Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social (Eneds). En F. Addor y S. Lyanza (eds.), *Percursos na extensão universitária – saindo da torre de marfim* (pp. 57-71). Rio de Janeiro: Editora UFRJ/ FAPERJ.
- Alvear, C. A. S., de Cruz, C. C. y Miranda, P. B. (2017). O campo da engenharia e desenvolvimento social no Brasil. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 13(27), 188-207. <https://doi.org/10.3895/rts.v13n27.4695>
- Anderson, M. B. (2009). *Acción sin daño: cómo la ayuda humanitaria puede apoyar la paz o la guerra*. Bogotá D.C: Ediciones Ántropos.
- Barkin, D. (2019). Convivialty. En A. Kothari, A. Salleh, A. Escobar, F. Demaria y A. Acosta (eds.), *Pluriverse: A post-development dictionary* (pp. 136-139). Delhi: Tulika Books.
- Blue, E., Levine, M. y Nieuwsma, D. (2014). *Engineering and War. Synthesis Lectures on Engineers, Technology, and Society* (First). Perth: Morgan & Claypool Publishers. <https://doi.org/10.2200/S00548ED-1V01Y201311ETS020 A>

- Broncano, F. (2011). La ingeniería como una disciplina humanística. El ingeniero como intérprete de los artefactos. En ACOFI (ed.), *Acciones y cambios en las facultades de ingeniería* (pp. 249-265). Bogotá D.C: ACOFI.
- Catalano, G. D. (2006). *Engineering Ethics: Peace, Justice, and the Earth. Synthesis Lectures on Engineers, Technology and Society* (vol. 1). Perth: Morgan & Claypool Publishers.
- Conkol, G. K. (2012). Humanitarian engineering - Emerging technologies and humanitarian efforts. En *2012 IEEE Global Humanitarian Technology Conference* (pp. 253-258). New Jersey: IEEE. <https://doi.org/10.1109/GHTC.2012.41>
- Cortés, H., Martínez, D., León, A. L. y Peña-Reyes, J. I. (2013). Ingenio Sin Fronteras. Una alternativa de extensión solidaria de la Universidad Nacional de Colombia. En *Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2013)* (pp. 1-10). Boca Raton: LACCEI.
- Cox, G. (1986). *The Ways of Peace: A Philosophy of Peace as Action*. Mahwah: Paulist Press.
- Cruz, C. C. (2017). *Tecnología Social: fundamentações, desafios, urgência e legitimidade*. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Cruz, C. C. (2018). Desafios epistemológicos da engenharia popular: o impacto da “arte da engenharia” no projeto técnico. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 14(32), 1-20.
- Cruz, C. C. (2019). Engenheiro educador: experiências brasileiras de formação do perfil técnico capaz de praticar engenharia popular. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)*, 14(40), 81-110.
- Dagnino, R. (ed.) (2010). *Tecnología social. Ferramienta para construir outra sociedade* (2ª ed.). Campinas: Komedi.
- de Santos Souza, B. (2009). *Una epistemología del Sur*. México: Siglo XXI Editores.
- Fraga, L. (2017). Seção temática: engenharia e desenvolvimento social neste. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 13(27), 1-2.
- Fraga, L., Alvear, C. y Cruz, C. (2019). Na trilha da contra-hegemonia da engenharia no Brasil: da Engenharia e Desenvolvimento Social à Engenharia Popular. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 3(42).
- Gaitán-Albarracín, N., Gutiérrez, A., Lleras, E. y Molina-Soler, A. (ed.). (2018). *Memorias Primer Coloquio Latinoamericano de Ingeniería para el Desarrollo Social & Primer Encuentro Colombiano de Ingeniería y Desarrollo Social: Ingeniería, Tecnología y tejido social*. Bogotá: RECIDS.
- Galtung, J. (1996). *Peace by peaceful means: peace and conflict, development and civilization*. Thousand Oaks: Sage.
- Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, 33(6-7), 897-920. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>
- Helgesson, C. I. (2006). Engineers without borders and their role in humanitarian relief: Contributing to a sustainable world. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 25(3), 32-35. <https://doi.org/10.1109/EMEMB.2006.1636348>
- Humphreys, M., de la Sierra, R. S. y van der Windt, P. (2014). *Social Engineering in the Tropics: Case Study Evidence from East Congo*. New York: Columbia University Center for the Study of Development Strategies Working Paper.
- Illich, I. (1973). *Tools for conviviality*. London: Calder and Bacon.

- Jordan, R., Agi, K., Maio, E., Nair, I., Koechnerm, D. y Ballard, D. (2018). *Invitation to shape peace engineering*. WEEF.GEDC 2018. Albuquerque: WEEF.
- Karwat, D. M. A., Eagle, W. E., Wooldridge, M. S. y Princen, T. E. (2014). Activist engineering: Changing engineering practice by deploying praxis. *Science and Engineering Ethics*, 21(1), 227-239. <https://doi.org/10.1007/s11948-014-9525-0>
- Kawamura, L. K. (1986). *Tecnologia e política na sociedade: engenheiros, reivindicações e poder*. São Paulo: Universidade do São Paulo.
- Kinsner, W. (2014). Humanitarian engineering education: Examples. En *2014 Canadian Engineering Education Association* (pp. 1-6). Canmore.
- Kleba, J. (2017). Engenharia engajada – Desafios de ensino e extensão. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 13(27), 170-187. <https://doi.org/10.3895/rts.v13n27.4905>
- Kothari, A., Salleh, A., Escobar, A., Demaria, F. y Acosta, A. (eds.) (2019). *Pluriverse A post-development dictionary*. Delhi: Tulika Books.
- León, A. L. y Molina-Soler, A. (2018). Cátedra Ingenio, Ciencia, Tecnología y Sociedad, una experiencia de ingeniería humanitaria. *International Journal of Engineering, Social Justice and Peace*, 6(1), 37-46.
- León, L. (2018). Emisora comunitaria en el Magdalena Medio. En N. Gaitán-Albarracín, A. Gutiérrez, E. Lleras y A. Molina-Soler (eds.), *Memorias del I Encuentro Colombiano de Ingeniería y Desarrollo Social* (pp. 102-112). Bogotá D.C: RECIDS.
- León, L. y Romero, J. (2017). Proyecto de emisora comunitaria, un aporte desde la ingeniería humanitaria a la paz de Colombia. En *La ciudad-región sostenible como proyecto. Desafíos actuales, visiones cruzadas y perspectivas* (pp. 162-165). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Lucena, J., Schneider, J. y Leydens, J. (2010). Engineering and Sustainable Community Development (ESCD): Critical pedagogy in education for “Engineering to Help.” En *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. Louisville: ASEE.
- Miklian, B. J. y Hoelscher, K. (2016). A Blueprint for Pro-Peace Innovation. *Harvard International Review*, (22), 1-16.
- Miklian, J. y Hoelscher, K. (2018). A new research approach for Peace Innovation. A new research approach for Peace Innovation. *Innovation and Development*, 8(2), 189-207. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2017.1349580>
- Mitcham, C. y Muñoz, D. (2010). *Humanitarian Engineering. Synthesis Lectures on Engineering, Technology and Society*. Perth: Morgan & Claypool Publishers.
- Mitcham, C. y Muñoz, D. (2012). Humanitarian engineering. En T. Colledge (ed.), *Convergence: Philosophies and Pedagogies for Developing the Next Generation of Humanitarian Engineers and Social Entrepreneurs*. United States of America: IJSLE.
- Mouton, F., Leenen, L., Malan, M. M. y Venter, H. S. (2014). Towards an ontological model defining the social engineering domain. En K. Kimppa, D. Whitehouse, T. Kuusela y J. Phahlamohlaka (eds.), *9 International Conference on Human Choice and Computers* (pp. 266-279). Turku: Springer.
- Muscat, R. (2013). Peace and conflict: Engineering responsibilities and opportunities. *International Journal of Engineering, Social Justice, and Peace*, 2(1), 3-9.
- Nieusma, D. y Blue, E. (2012). Engineering and War. *International Journal of Engineering, Social Justice, and Peace*, 1(1), 50-62. <https://doi.org/10.24908/ijesjp.v1i1.3519>
- Ordóñez-Matamoros, G., Centeno, J. P., Arond, E., Jaime, A. y Arias, K. (2017). La paz y los retos de la política de ciencia, tecnología e innovación

- en Colombia. *Anuario de seguimiento y análisis de políticas públicas en Colombia* (pp. 137-168). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Pérez Molano, H., León, F., Marmolejo, L., Rodríguez, J., Grisales, C., Ruecker, S. y Fajardo, F. (2018). Desing for reconciliation: Co-designing a peaceful future in post-conflict zones in Colombia. *Diseña*, 13, 140-173. <https://doi.org/10.7764/disena.13.140-173>
- Presidencia de la República y Oficina del Alto Comisionado para la Paz (2016). *Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera*. Bogotá D.C.
- Reina-Rozo, J. D. y Díaz, H. (2015). Extensión solidaria en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia: una revisión desde el enfoque de integración interactiva. En *XIII Congreso Latinoamericano de Extensión Universitaria* (pp. 1-11). La Habana: Ministerio de Educación Superior de Cuba.
- Reina-Rozo, J. D., Díaz, H., Gaitán, N. y Peña, I. (2015). Ingenio y sociedad: hacia una educación de ingeniería humanitaria en Colombia. En *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2015*. Cartagena de Indias.
- Reina-Rozo, J. D., Gaitán-Albarracín, N. y Acero, A. (2018). Re-ensamblando los vínculos de la ingeniería y la sociedad. *International Journal of Engineering, Social Justice and Peace*, 6(1), 1-6.
- Reina-Rozo, J. D., Thompson, M. y Leal, D. (2018). Co-design spaces for peace-building in Colombia: A preliminary conceptualization. En *2018 World Engineering Education Forum - Global Engineering Deans Council* (pp. 1-9). Albuquerque: IEEE. <https://doi.org/10.1109/weef-gdc.2018.8629673>
- Reina-Rozo, J. y Gaitán-Albarracín, N. (2017). Ingenio, ciencia, tecnología y sociedad: experiencia desde el aprendizaje basado en problemas. En M. B. Albornoz, J. Jiménez y J. Rojas (eds.), *Ingeniería, innovación y tecnología social*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - FLACSO.
- Reina-Rozo, J. y León, L. (2017). Ingeniería Humanitaria desde/ para el Sur global. En M. B. Albornoz, J. Jiménez y J. Rojas (eds.), *Ingeniería, innovación y tecnología social*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - FLACSO.
- Schmalzer, S., Chard, D. y Botelho Alyssa (eds.) (2018). *Science for the People Documents from America's Movement of Radical Scientist*. Amherst: University of Massachusetts Press.
- Schneider, J., Lucena, J. y Leydens, J. A. (2009). Engineering to help. *IEEE Technology and Society Magazine*, 28(4), 42-48. <https://doi.org/10.1109/MTS.2009.935008>
- Valderrama, A., Arias-Hernández, R., Ramírez, M., Bejarano, A. y Silva, J. (2012). The borders of engineers without borders: A self-assessment of Ingenieros Sin Fronteras Colombia. *International Journal of Engineering, Social Justice, and Peace*, 1(2), 18-30.
- Vesilind, A. (ed.) (2005). *Peace Engineering: When Personal Values and Engineering Careers Converge*. Woodsville: Lakeshore Press.
- Vesilind, A. (2010). *Engineering Peace and Justice*. London: Springer books.
- Ward, L. F. (1883). *Dynamic Sociology* (vol. 2.). New York: Appleton.
- Webel, C. y Galtung, J. (eds.). (2007). *Handbook of Peace and Conflict Studies*. London: Routledge.
- Winner, L. (1980). Do artifacts have politics? *Daedalus*, 109(1), 121-136. <https://doi.org/10.4324/9781315259697-21>
- Zimmerman, B., Radinsky, L., Rothernberg, M. y Meyers, B. (1972). *Towards a Science for the People*. Washington: *Science for the People*.