

#### ARTICLE HISTORY

Received 01 February 2021  
Accepted 17 May 2021

#### **Jorge Albuja-Sánchez**

Facultad de Ingeniería  
Pontificia Universidad Católica del  
Ecuador-Uiversità degli studi di Ferrara  
Quito, Ecuador - Ferrara, Italia  
jdalbuja@puce.edu.ec  
ORCID: 0000-0003-3981-2201

#### **José Gómez-Urrego**

Kaleidos, Centro de Etnografía Interdisciplinaria,  
UDLA  
Quito, Ecuador  
jdgogeta2002@hotmail.com  
ORCID: 0000-0001-9550-8218

#### **Camila Haro-Samaniego**

Facultad de Ingeniería  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
Quito, Ecuador  
charo786@puce.edu.ec  
ORCID: 0000-0002-9270-3330

#### **Paulina Rodríguez-Terán**

Facultad de Ingeniería  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
Quito, Ecuador  
brodriguez832@puce.edu.ec  
ORCID: 0000-0003-3849-6120

#### **Nicolás Mantilla-Morales**

Facultad de Ingeniería  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
Quito, Ecuador  
nmantilla598@puce.edu.ec  
ORCID: 0000-0002-1420-0615

Propuestas para mejorar  
la complementariedad  
entre ingeniería civil  
y ciencias sociales en  
el sistema superior de  
educación del Ecuador  
basados en evidencia  
nacional e internacional

*Proposals to improve  
the complementarity  
between civil engineering  
and social sciences in the  
higher education system of  
Ecuador based on national  
and international evidence*

# Propuestas para mejorar la complementariedad entre ingeniería civil y ciencias sociales en el sistema superior de educación del Ecuador basados en evidencia nacional e internacional

## Proposals to improve the complementarity between civil engineering and social sciences in the higher education system of Ecuador based on national and international evidence

Jorge Albuja-Sánchez  
Facultad de Ingeniería  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Università degli studi di Ferrara  
Quito, Ecuador - Ferrara, Italia.  
jdalbuja@puce.edu.ec  
ORCID: 0000-0003-3981-2201

José Gómez-Urrego  
Kaleidos, Centro de Etnografía Interdisciplinaria.  
UDLA  
Quito, Ecuador  
jdgogeta2002@hotmail.com  
ORCID: 0000-0001-9550-8218

Camila Haro-Samaniego  
Facultad de Ingeniería  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
Quito, Ecuador  
charo786@puce.edu.ec  
ORCID: 0000-0002-9270-3330

Paulina Rodríguez-Terán  
Facultad de Ingeniería  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
Quito, Ecuador  
brodriguez832@puce.edu.ec  
ORCID: 0000-0003-3849-6120

Nicolás Mantilla-Morales  
Facultad de Ingeniería  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
Quito, Ecuador  
nmantilla598@puce.edu.ec  
ORCID: 0000-0002-1420-0615

**Resumen**— Con base en evidencia recopilada a nivel nacional e internacional, este artículo propone diversos mecanismos para mejorar la complementariedad actual entre los campos de la ingeniería civil y las ciencias sociales dentro de la formación de los ingenieros civiles bajo el marco del sistema superior de educación del Ecuador. A partir de un mapeo internacional de experiencias relevantes en esta área, y trabajo de campo conducido con técnicas mixtas dentro del sistema superior de educación, el artículo propone mecanismos concretos mediante los cuales se puedan fortalecer los vínculos entre las ciencias sociales y la ingeniería civil. De manera clave, se propone al campo de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) como un puente en la educación y en la práctica de estas disciplinas para lograr este objetivo.

**Palabras Clave**—complementariedad, CTS, educación en ingeniería civil, ciencias sociales para ingenieros, Ecuador.

**Abstract**— Based on evidence collected at the national and international level, this article proposes various mechanisms to improve the current complementarity between the fields of civil engineering and social sciences within the training of civil engineers under the framework of the higher education system of Ecuador. From an international mapping of relevant experiences in this area, and fieldwork conducted with mixed techniques within the higher

education system, the article proposes concrete mechanisms through which the links between the social sciences and civil engineering can be strengthened. In a keyway, the field of Science, Technology and Society is proposed as a bridge, both in education and in the practice of these disciplines, to achieve this objective.

**Keywords**—complementarity, STS, civil engineering education, social sciences for civil engineers, Ecuador.

### I. INTRODUCCIÓN

#### A. La globalización y la educación en Ingeniería Civil

La globalización ha intensificado la aceleración creciente de la complejidad social y las correspondientes exigencias de la sociedad respecto a sus necesidades y la transformación constante de las mismas. En consecuencia, dentro de Ingeniería es necesaria una transformación de la disciplina en armonía con los retos tecnológicos a nivel global relacionados con el desarrollo económico, los índices globales de pobreza y desigualdad, el medio ambiente y los crecientes retos ligados a la salud. Esto sucede a la par de la emergencia de nuevas prácticas en la ingeniería que requieren de equipos tecnológicos de ingeniería cada vez más diversos, y

J. Albuja-Sánchez, J. Gómez-Urrego, C. Haro-Samaniego, P. Rodríguez-Terán and N. Mantilla-Morales, “Propuestas para mejorar la complementariedad entre ingeniería civil y ciencias sociales en el sistema superior de educación del Ecuador basados en evidencia nacional e internacional”, Latin-American Journal of Computing (LAJC), vol. 8, no. 2, July 2021.

conocimientos ligados al manejo de softwares sofisticados, ya que los problemas del mundo contemporáneo, y los métodos usados para estudiarlos y enfrentarlos no son los mismos de hace 40 o 50 años [1]. Es así que ha cobrado relevancia la búsqueda de trabajar complementariamente entre la ingeniería y las ciencias sociales procurando resolver los vacíos teóricos y de contexto cultural en las aulas donde se enseñan estas disciplinas con el fin de entender los procesos sociotécnicos y los potenciales desastres tecnológicos y ecológicos de manera integral. Esto permitiría proporcionar los conocimientos científicos necesarios para generar políticas de mitigación de riesgos y soluciones de forma complementaria [2].

A nivel internacional hay una búsqueda de generar alianzas entre las ciencias sociales e ingenierías que están encaminadas a forjar equipos interdisciplinarios de investigación que trabajan en niveles cada vez más profundos para abordar grandes cuestiones alrededor de la vulnerabilidad de las comunidades y las condiciones que promuevan la resiliencia dentro de contextos específicos a nivel ambiental y social. Con este contexto en mente, el presente artículo propone, por primera vez en la academia ecuatoriana, un mecanismo sobre cómo mejorar la complementariedad entre ingeniería civil y ciencias sociales en el sistema de educación superior del Ecuador basados en evidencia nacional e internacional desde la perspectiva de la educación en ingeniería civil. Este artículo está basado en una investigación que se ha llevado a cabo en todas las universidades que ofertan la carrera de ingeniería civil y son avaladas por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) a nivel nacional, a través de la cual se recolectaron datos cuantitativos y cualitativos que han sido claves para conocer la situación actual en el sistema de educación superior del Ecuador alrededor de la enseñanza de ingeniería civil, y posteriormente generar una propuesta bien informada. La idea es que la propuesta elaborada en este artículo no genere un impacto negativo dentro del diseño de las mallas curriculares de las universidades sino más bien se acople a su realidad reconfigurando lo que ya existe para fortalecer los temas de interés.

Este artículo está estructurado en 4 secciones adicionales a la introducción donde se contextualiza y detalla el problema en cuestión. La primera sección introduce la metodología que se utilizó para recolectar los datos a nivel nacional e internacional. La segunda, describe los resultados de las entrevistas realizadas a expertos involucrados en el campo de CTS e ingenierías a nivel internacional, y entrevistas realizadas en el 91.67% de las universidades que ofertan la carrera de ingeniería civil en Ecuador con diferentes actores. La tercera sección presenta ejemplos a nivel internacional de ajustes curriculares y de modos de ilustrar la complementariedad entre ciencias sociales e ingenierías en un nivel práctico de educación e investigación que pueden informar reconfiguraciones a nivel nacional. Finalmente, en la última sección se describen las conclusiones del estudio, sus potenciales para investigaciones futuras y limitaciones.

#### B. La Ingeniería civil y su relación con otros campos del conocimiento

Hoy en día a nivel mundial, hay importantes entornos organizativos donde los ingenieros y científicos sociales pueden interactuar en problemas colectivos buscando soluciones integrales. En el mundo de las ciencias sociales, el análisis de la infraestructura se ha convertido en una potencial oportunidad de encuentro con la ingeniería civil. En este caso, un científico social debe pensar un poco como un ingeniero, y un ingeniero debe pensar un poco como un científico social debido a que su estudio actual no se reduce a los aspectos puramente técnicos como en el pasado. Ahora, también toma relevancia el impacto social, económico, político, cultural y temporal de las infraestructuras. Es así que salen a relucir temas que en el pasado pudieron ser puntos de discordia, hoy en día son una oportunidad para la cooperación multidisciplinaria [2].

Actualmente, se habla acerca de una ingeniería comunitaria en la cual dentro de las competencias de los profesionales está aprender una perspectiva global, con una conciencia social más amplia, fomentando el aprendizaje permanente, el desarrollo de habilidades personales, y un conjunto ampliado de conocimientos y habilidades. Estos nuevos rasgos parecen ser realmente necesarios para hacer frente a los desafíos de la sociedad del siglo XXI donde los problemas son multicausales y por ende las soluciones deben ser propuestas integrales por equipos de trabajo multidisciplinario [1].

El diseño y construcción de infraestructuras, que es clásicamente uno de los trabajos básicos de los ingenieros civiles, afecta directamente al mundo en todas sus aristas a través de la construcción de vías, sistemas de saneamiento, sistemas de agua potable, edificaciones, puertos y aeropuertos, ya que estos establecen puntos estratégicos de comunicación que incentivan al comercio como también trabajan en satisfacer las que se consideran necesidades básicas de la sociedad. Tomando esta fuerte influencia en el mundo social, los ingenieros civiles no pueden estar cegados a las fuerzas socioeconómicas y culturales que moldean su propia perspectiva, su práctica y los impactos de su trabajo a través del tiempo. Esto lleva a una necesidad de repensar la formación profesional de los ingenieros civiles en el Ecuador con base en un análisis de las mallas curriculares que ofertan las universidades en Ecuador donde el componente social es poco prominente, periférico y en algunos casos casi nulo [3]. Por ejemplo, un artículo publicado en el repositorio de Harvard en el 2006 habla acerca de este nuevo enfoque que tienen las investigaciones en el área técnica como en el desarrollo de nuevos materiales de construcción, el cual expresa: “En lugar de enfocarse solo en edificios y sistemas estructurales, estos estudios se han ocupado de una combinación compleja de dinámicas tecnológicas, económicas y sociales” [4].

Esto ilustra claramente como los límites tradicionales de las disciplinas están desapareciendo con el paso de los años, lo que genera un terreno fértil para la colaboración; en este ejemplo, para diseñar un nuevo material de construcción ya no se lo hace únicamente desde la perspectiva técnica para que cumpla requerimientos de resistencia, durabilidad y normas, sino que es necesario estudiar también su impacto económico y social. Lo cual exige la formación de grupos de trabajo multidisciplinarios como también la transformación de las disciplinas tradicionales.

En el caso de Ecuador, surge la necesidad, a la que esta propuesta busca responder, de mejorar la complementariedad entre ingeniería civil y ciencias sociales dentro de la formación académica de los ingenieros por el impacto de los desastres ecológicos y antropogénicos a los que la población ecuatoriana es vulnerable, como lo expresa uno de los entrevistados para esta investigación:

“...En un país en donde existen terremotos cada cierto tiempo, volcanes, deslaves, entre otros, por lo que considero que la sociedad debería estar más enterada de que un ingeniero civil es aquel que, a través de la ciencia, brinda seguridad o hace que se cumplan ciertos estándares de seguridad” [5].

Es así que, en un país con este contexto de vulnerabilidad, niveles altos de desigualdad social y pobreza, los ingenieros son actores clave que deben reflejar en su trabajo esa reflexividad social y también la responsabilidad sobre su accionar, pudiendo rendir cuentas de una manera coherente con el tejido social al que pertenecen. Por ende, la educación necesita una fusión de la base de conocimientos y habilidades de pensamiento crítico de las artes liberales mejorando la orientación de su programa de ingeniería civil con base en una educación más amplia a nivel técnico y no técnico, que se tenga un enfoque holístico y complejo. Esto requiere una perspectiva más global que la ingeniería tradicional, donde se impulse el trabajo en equipo, la comprensión de otras perspectivas y culturas, así como también se cree conciencia de los problemas sociales, políticos y económicos [6].

En ese marco, las universidades tienen el deber de preparar a sus estudiantes para evolucionar en sintonía con los avances tecnológicos y el panorama político, social, económico que se encuentra en constante cambio y caracteriza el contexto actual. Este es un verdadero reto, pero la necesidad que tiene el mundo de profesionales que se acoplen y creen infraestructuras resilientes es mayor, por lo cual este es el momento de mejorar la complementariedad entre ingeniería civil y ciencias sociales en el sistema de educación superior del Ecuador con el fin de anticiparse a las necesidades del futuro y no solamente reaccionar ante estas.

### C. Breve historia de la ingeniería civil en el Ecuador

La historia de la ingeniería, su evolución, así como la relación entre la racionalidad y la práctica de los ingenieros se ha convertido en objeto de estudio para los historiadores de la ciencia y la tecnología [7]. A tal medida que en la actualidad constituye un campo de conocimiento interdisciplinario por sí mismo, bajo el título de Engineering Studies (Estudios sobre Ingeniería). En Ecuador, Engineering Studies ha sido un campo poco desarrollado por lo cual el presente artículo pretende contribuir a la formalización de este campo, al igual que aportar con bases para futuros trabajos investigativos.

Los primeros indicios de lo que se podría llamar ingeniería civil aparecieron en Egipto alrededor del 3000 A.C.; la

topografía, las obras hidráulicas y la construcción de edificios constituyeron la mayor parte de la ingeniería egipcia, pero es dudoso que hayan tenido algún efecto directo sobre las obras de las civilizaciones posteriores o contemporáneas [8]. Por otra parte, el origen de la Ingeniería Civil como profesión especializada está vinculada a la formalización e institucionalización de la Ingeniería Militar y a la vez una diferenciación de la misma. Los ingenieros militares eran expertos que ejercieron al servicio de príncipes y municipios, realizando actividades específicas que consistían, por un lado, en supervisar técnicamente el ataque y defensa de plazas fortificadas y, por otro, la gestión de obras de interés público, tanto militares como civiles [9]. Con el pasar del tiempo las tareas de los ingenieros militares fueron evolucionando y diversificándose es ahí cuando el inglés John Smeaton, en el siglo XVIII, se autoproclama como el primer “Ingeniero Civil” tratando de diferenciar su trabajo de construcción civil de la Ingeniería Militar [8], también fue el responsable de crear la famosa Smeatonian Society, la primera asociación inglesa de ingenieros civiles en 1771 [7]. Es a esta sociedad a la que se le puede atribuir la creación de una identidad particular como la del “Ingeniero Civil” ya que fue allí en donde se inventó este término identificativo. Pronto surgió la necesidad, especialmente entre los ingenieros jóvenes, de una institución formal para organizar sus actividades y las reuniones para la discusión y presentación de sus trabajos, tal institución se incorporó en 1818 con Telford como su primer presidente [9]. Es así como surgieron asociaciones e instituciones dedicadas a la formación especializada de ingenieros civiles a nivel mundial, la mayoría de ellos siguiendo los modelos instituidos por Francia e Inglaterra [7].

En Ecuador, la ingeniería civil se desarrolla en tándem con importantes acontecimientos históricos, cambios en los tejidos económicos y tecnológicos, y los correspondientes modelos de comercialización y movilización de cada periodo. Por ejemplo, Pedro Vicente Maldonado, quien desarrolló y dirigió el proyecto de apertura vial entre Quito y Esmeraldas en 1735, impulsó así el intercambio comercial entre estas regiones [10]. Igualmente fueron ingenieros ecuatorianos, que contribuyeron y materializaron la visión de la integración nacional de los presidentes Gabriel García Moreno y Eloy Alfaro, como por ejemplo, en 1930 que el Batallón de Ingenieros “Montúfar” fue el encargado de la construcción del ferrocarril Sibambe-Cuenca trabajando en tramos como Tipococha – Tambo y Tambo – Biblián. Esta unidad fue también, quien participó de proyectos de gran trascendencia para el país como fue la construcción de la Refinería Estatal de Esmeraldas y otras obras de construcción y mantenimiento de carreteras en todo el país [11].

En la actualidad, de acuerdo con la oferta académica de las Instituciones de Educación Superior, segundo semestre 2019 Senescyt, son 24 instituciones de educación superior en todo el Ecuador las que ofertan la carrera de ingeniería civil. La cual en la última década ha estado sujeta a dos cambios fundamentales: el primero, debido a los ajustes en las regulaciones al sistema de educación superior implementados en el régimen de Rafael Correa, a través de reformas asociadas al SENESCYT – Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación– con el objetivo de promover el desarrollo de la investigación y transferencia tecnológica en la planta docente de las universidades, igualmente se implantó nuevos criterios de contratación asociados a esos cambios desde el estado central. Por

consecuente, se produjo importantes alteraciones en la planta de docentes provocando que muchos de ellos con una vasta experiencia académica no puedan continuar con sus cargos por no contar como mínimo con un título de maestría. El segundo cambio hace referencia a la situación actual, que de acuerdo al art. 18 del Reglamento de Régimen Académico (RPC-SO-08-No.111-2019) emitido por el Consejo de Educación Superior (CES), indica que las instituciones de educación superior podrán determinar la duración de las carreras de tercer nivel con base en un número mínimo y máximo de créditos, asignaturas y horas, en el caso de ingeniería civil debe tener una duración de mínimo 8 y máximo 10 periodos académicos ordinarios. A través de esta reforma muchas de las universidades apuntaron a disminuir el número de semestres requeridos para completar la carrera lo que generó diversas reacciones en los docentes. Un grupo significativo considera que estos cambios en las instituciones de educación superior no permiten al estudiante adquirir las bases suficientes para su ejercicio profesional al igual que dificulta una formación más integral, así lo describe uno de los profesores que se entrevistó para este proyecto:

“Si queremos tener ingenieros civiles generales pues tenemos que darles una base muy buena y adecuada, pero reducir cada vez más los tiempos hace que no se cubran contenidos mínimos indispensables para que luego el ingeniero graduado tenga la base para una maestría o un postgrado o sólo para dedicarse a la profesión porque le va a hacer falta algunos temas en su formación” [12].

Con base en lo expuesto por el entrevistado, esta reducción de periodos académicos afecta directamente a la formación integral de los estudiantes de ingeniería civil. Siendo las materias con enfoques de contenido social las que podrían dejarse de lado al no ser consideradas como indispensables dentro de las mallas curriculares. Estos cambios también conllevan a que exista una mayor dificultad para crear nuevas materias con enfoques de complementariedad con las ciencias sociales.

## II. METODOLOGÍA

El presente artículo se fundamenta en los resultados obtenidos a partir la investigación realizada en las 24 universidades del país que ofertan la carrera de ingeniería civil avaladas por la SENESCYT. Por el lado del análisis de los currículos de 23 de las 24 instituciones se descubrió que en promedio a nivel global apenas el 4,4 % de la carga horaria total de las materias se enfocan en contenido principalmente orientado hacia las ciencias sociales; también se determinó que todas las mallas curriculares analizadas tienen por lo menos una materia de contenido social y en general a través de todas las universidades se ofertan 3 materias siendo las relacionadas a lenguaje y comunicación, como “Comunicación oral y escrita”, al igual que las materias de responsabilidad personal y profesional como “Ética”, las que más se repiten; mediante este análisis se determinó que la facultad que oferta un mayor porcentaje de contenido social es la Universidad Particular de Especialidades Espíritu Santo, con un 11,67% entre las cuales se encuentran las siguientes materias “Ética; Escritura Universitaria; Fundamentos de la Acción Humana; Liderazgo Emprendedor; Contexto Legal y Económico”. Por otro lado, la facultad de ingeniería civil con menor porcentaje es la Universidad Católica de Cuenca, con

solamente un 1,85% de contenido social, siendo su única materia “Ética y Contratación Pública” [3]. Estos resultados muestran el entorno dentro del cual se presenta esta propuesta, en donde es evidente la poca importancia que las instituciones de educación superior le dan al contenido social en sus currículos, particularmente a perspectivas de las ciencias sociales que ofrezcan visiones más actuales sobre temáticas tecnológicas, análisis sociotécnico y los entrelazamientos entre ciencia, tecnología y sociedad.

Por el lado de las 60 entrevistas realizadas en la investigación, tanto las autoridades como los profesores en su mayoría, reconocen el valor de las ciencias sociales dentro de la formación de los ingenieros civiles y su ejercicio profesional; destacaron la importancia de formar ingenieros con un pensamiento crítico, más conscientes de su entramado social y de los retos globales y locales a los que se enfrentan. De forma específica las autoridades señalaron que las necesidades del mercado laboral y las exigencias no se enfocan en habilidades puramente técnicas, por esa razón este artículo propone mecanismos para mejorar la complementariedad de la ingeniería civil y las ciencias sociales siendo esta una potencial herramienta para mejorar el perfil de egreso de los ingenieros civiles. Por otra parte a partir de la opinión de los estudiantes se evidenció las diferentes percepciones que tienen con respecto a las ciencias sociales, sin embargo, todos coinciden en que son relevantes dentro de sus estudios ya que manifestaron su interés en generar un impacto positivo y aportar al desarrollo social.

La siguiente sección del artículo presenta propuestas para mejorar la actual situación en función de la información recolectada por medio de entrevistas a expertos involucrados en el campo CTS e ingenierías a nivel internacional, y a estudiantes, docentes y autoridades de las universidades que ofertan ingeniería civil en el Ecuador.

## III. RESULTADOS

### A. Propuestas de Mecanismos para Mejorar la Complementariedad Entre Ingeniería Civil y Ciencias Sociales que Surgieron de Nuestras Investigaciones a Nivel Nacional

A lo largo de esta investigación durante nuestras entrevistas con los actores involucrados en el sistema nacional de educación superior surgieron diversas ideas y perspectivas sobre la relación actual y los potenciales de la complementariedad entre las ciencias sociales y la ingeniería civil. Se evidenció un claro interés –especialmente de parte de los profesores, autoridades y científicos– sobre cómo lograr implementar una oferta mayor de perspectivas informadas en las ciencias sociales a lo largo de las carreras universitarias de ingeniería civil. Dicho esto, cabe mencionar que las ideas planteadas fueron muy diversas en función de las metodologías, técnicas y formas de enseñanza de los diferentes conocimientos y habilidades para los alumnos, así como los mecanismos que en la práctica permitirían que esto suceda. Esta sección sintetiza estas perspectivas organizándolas por el tipo de propuesta contenida en cada una de ellas. La sección está dividida de manera acorde con los diferentes mecanismos para implementar estos cambios sugeridos por los actores entrevistados.

### 1) Incremento de materias sociales en los currículos académicos

Los entrevistados convinieron en la utilidad y necesidad de las materias y componentes sociales en la formación académica de un ingeniero civil, a pesar de esto varían y difieren las perspectivas en relación a la importancia y la cantidad de dicho contenido que debería existir en el currículo académico. En esta sección analizamos varias de las ideas y las ajustamos para que tomen la forma de propuestas que se pueden realizar en el presente, para ir mejorando la complementariedad entre disciplinas durante la formación de los nuevos ingenieros civiles.

Se presentaron varios casos en los que los entrevistados defendieron la idea que se dicten materias de carácter social, donde prime un enfoque de ciencias sociales que informen y aporten al trabajo ingenieril. Las materias de contenido fuerte de ciencias sociales como se encontraron en la investigación siguen constituyendo un porcentaje bajo de lo que se enseña y también suelen ser periféricas en la formación de los nuevos ingenieros. Se mencionaron algunas materias que los actores consideran relevantes para la formación profesional y personal de un ingeniero civil, ya sea que las hayan tomado durante su carrera universitaria o que forman actualmente parte de las mallas curriculares de las universidades donde se desenvuelven como docentes, autoridades o investigadores. Perspectivas como la que se muestra a continuación, fueron comunes durante las entrevistas e ilustran la posición de los entrevistados ante la relevancia de las ciencias sociales dentro del perfil profesional, particularmente de ir alcanzando un grado de separación menor entre ambas áreas de conocimiento:

“Considero que el perfil profesional debe estar muy ligado a las necesidades y normas sociales; por lo que es muy importante que se integren las ciencias sociales en la formación académica de la ingeniería civil” [13].

Como se puede apreciar, el entrevistado resalta la relación de estas dos ramas, argumentando que su complementariedad permite que los ingenieros entiendan, detecten y respondan a necesidades sociales, para lo cual se requiere que estas ciencias se instruyan a lo largo de la educación universitaria. Así también, María Belén Arévalo, docente titular en la Escuela de Ingeniería Civil de la UDA, considera que se deben incluir “asignaturas de carácter social dentro de la malla curricular” de ingeniería durante el pregrado y que así se pueda entender su importancia y como estas “se pueden fusionar con la ingeniería civil” [14].

María Belén Arévalo, no solo destacó la importancia de los componentes sociales durante la formación de un ingeniero, sino que también resaltó la necesidad de ir fusionando esos conocimientos con el contenido técnico y no solo mirarlos como un adicional. Esto implica que se vaya soltando la idea de que el contenido social en las carreras de ingeniería sea solamente periférico y más bien que se apunte a formar ingenieros socio técnicos como lo sugiere parte clave de la literatura en el tema [15-17]. Esto permitiría plantear soluciones, estudios y proyectos con objetivos más amplios y con resultados más favorables para la sociedad a partir de una visión más integral de la misma y de la Ingeniería Civil.

En este sentido, entre los entrevistados, también se expresaron diferentes perspectivas sobre el fin que tienen las materias sociales –que se dictan en la actualidad– para el

desarrollo profesional de los estudiantes en el futuro. Una de las respuestas que ejemplifica esto, y propone algunas de las asignaturas ligadas al estudio social es la siguiente:

“Realidad nacional, Geopolítica, liderazgo en el área de ciencias administrativas, Desarrollo de emprendedores, Fundamentos de programación, Metodología de la investigación, apreciación del arte, apreciación de la lectura. La intención de impartir estas asignaturas es de formar un ingeniero de manera global” [18].

En tal virtud, respuestas como estas demuestran que el contenido de ciencias sociales en las mallas curriculares, no solo se enseña con fines de crecimiento individual, sino también, para moldear un perfil de ingenieros civiles capaces de desenvolverse y contribuir a su sociedad y a los problemas globales desde una visión en la que la parte técnica y los componentes culturales, políticos, económicos y estéticos no estén divorciados. Esto coincide con el llamado en la literatura actual a formar ingenieros con una visión más holística y preparados para enfrentar problemas cuya complejidad excede el campo tradicional de la ingeniería civil como experticia técnica [18], [19].

### 2) Potencialización de las ciencias sociales mediante el trabajo multidisciplinario

De forma similar a la propuesta anterior, algunas y algunos entrevistados expusieron la importancia de las materias que se dictan en las mallas vigentes de las universidades que ofrecen la carrera de ingeniería civil en el país. Por ejemplo, Alex Salvatierra, decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la ULVR, informó lo siguiente sobre las asignaturas de índole social que los estudiantes de ingeniería civil de dicha universidad toman a lo largo del pregrado:

“Los estudiantes lo realizan frecuentemente, por temas de horarios, en otra carrera diferente a nuestra facultad y las áreas básicas que escogen son: Antropología, comunicación y lenguaje, desarrollo del pensamiento, realidad nacional” [20].

Es preciso destacar, que de las materias que se mencionan: desarrollo del pensamiento y realidad nacional son las más comunes entre las universidades del país debido a que, según las respuestas ofrecidas, aportan a los estudiantes una idea clara sobre el contexto nacional, y permiten que los alumnos se interesen por otros campos del saber y desarrollen la capacidad de trabajar en proyectos de beneficio para la comunidad junto con otros profesionales que poseen una formación distinta. Más allá de esto, es importante que el conocimiento social no se limite a proveer un contexto a los componentes técnicos, sino que motive a los estudiantes a ir más allá de los límites de su propia disciplina y aprender el lenguaje y perspectiva de otros campos del saber. En relación a estos temas, Hugo Ortiz, profesor de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador mencionó que “al ser nosotros seres que estamos integrados a la sociedad; justamente tratamos de responder problemas que tiene la sociedad que son multidimensionales, entonces al ser este tipo de problemas complejos es necesario interactuar con expertos de otras áreas para resolverlos” [21], haciendo énfasis en el potencial del trabajo entre profesionales de diversas áreas.

### 3) Propuesta de nuevas materias con contenido social

Por otro lado, y de forma complementaria, algunas nuevas materias fueron sugeridas por los entrevistados para su implementación futura dentro de los currículos de ingeniería

civil. Una de las respuestas más destacadas al respecto fue la siguiente:

“Yo lo que creo que es clave que en el país se dé una educación en análisis de sistemas. (...) Un sistema, pues, hay algunas definiciones, pero a la final creo que un sistema es un conjunto ordenado, quizá lógico, de elementos que reaccionan entre sí con un fin en particular” [22].

Materias como la propuesta “Análisis de Sistemas” tendría una perspectiva amplia, más allá de sistemas físicos o de analizar las infraestructuras de manera aislada, sino justamente apuntando a entender las infraestructuras como un sistema que puede estar compuesto por una variedad de elementos heterogéneos que reaccionan entre sí. Esto estaría enfocado a trascender una visión reduccionista de los fenómenos con los que trabajan los ingenieros y apuntando hacia la complejidad como enfoque. Más allá de esto, se relaciona no solo a la enseñanza de contenido básico de las ciencias sociales, sino que se vería destinada a que los estudiantes entiendan de qué manera las relaciones multidisciplinares se manejan en la práctica cuando los proyectos en los que trabajan lidian con sistemas complejos.

### 4) Mejorar las técnicas de enseñanza para fomentar las habilidades sociales de los estudiantes

Una cuarta propuesta gira en torno a fortalecer el modo en que en las materias ya existentes se pueden mejorar el vínculo con los conocimientos provenientes de las ciencias sociales. Es así que varias de las personas entrevistadas también fueron claras, sobre la necesidad e importancia de implementar contenido social en las clases de materias técnicas profesionalizantes de los ingenieros civiles. Esto con el fin de que se enfatice que toda aplicación y desarrollo de ciencia y tecnología debe tomar en cuenta la contribución que realiza al desarrollo de la vida de las personas, sus potenciales efectos, y cómo se pueden realizar en beneficio de la sociedad; como ejemplo de ello, se obtuvo la siguiente respuesta:

“cada asignatura y cada profesor dentro de la carrera de ingeniería civil deberían hacer este ejercicio de relacionar los conocimientos del día con la realidad misma tratando de alcanzar la investigación en temas especiales, los cuales se han comprobado que en nuestro país hacen falta, como por ejemplo el desempeño sísmico en una estructura. Estos temas deberían formar parte de los asuntos de interés sin que den a entender que un ingeniero civil es simplemente un graduado desempeñado en solo construir una casa, sino más bien que sea en un posible investigador en temas que requiera la sociedad; por lo tanto, hace falta dar ese ítem a la carrera para promover la investigación en los estudiantes en un área multidisciplinaria, generando así estudios que aporten en varias direcciones” [23].

De forma similar, Andrés Valderrama, docente de Aalborg University en Dinamarca, relató sobre lo que se realiza en su universidad para fortalecer la enseñanza de los componentes indispensables de las ciencias sociales y complementarlos con la enseñanza técnica respondiendo:

“Yo soy el coordinador del programa y yo diría que primero que todo estamos usando mucho conocimiento de STS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) de manera activa en los cursos, entonces nosotros normalmente presentamos (...) un programa de ingeniería y pues obviamente hay unos cursos

técnicos establecidos; dinámica, termodinámica etc.; hay unos cursos de diseño y unos cursos de lo que normalmente en algunos programas de ingeniería en algunas universidades se llaman las humanidades y ciencias sociales, esos cursos son STS” [24].

Según la cita anterior, se evidenció el interés y necesidad de modificar el contenido y técnicas de enseñanza en la carrera de ingeniería civil, no solo a nivel a nacional sino internacional, para formar profesionales con habilidades más amplias a través de la enseñanza interdisciplinaria. Como veremos más adelante esto es algo que se ya se está realizando en otros países, y de lo cual se puede aprender para impulsar cambios en el Ecuador. Una vía ejemplificada en el programa que se enseña en la Universidad de Aalborg, es la de utilizar una materia como STS (en inglés, Science and Technology Studies o en Español CTS-Ciencia, tecnología y Sociedad) para informar el contenido y modos de presentación de las materias que combinan contenido tradicionalmente ingenieril con temáticas sociotécnicas como el diseño e impacto de las nuevas tecnologías por ejemplo. Es un camino pertinente pues el campo de CTS se especializa precisamente en analizar de la mano empíricamente los aspectos técnicos y sociales de la práctica científica, del desarrollo tecnológico y el uso de los sistemas tecnológicos en la práctica.

Sin embargo, también se debe entender los retos que representa la implementación de conocimientos de ciencias sociales en la ingeniería. A pesar de que pueda considerarse un proceso poco relevante o sencillo de llevar a cabo, no resulta fácil transmitir habilidades y conocimientos sociales, especialmente, en profesiones consideradas netamente técnicas como la ingeniería civil. Al respecto, Boris Ochoa, científico del Imperial College of London, mencionó que “(...) no es tarea fácil, suena muy bonito porque hablamos de complementariedad y multidisciplinaria pero (...) sobre todo no es tarea fácil porque a veces hablamos lenguajes diferentes, pero yo lo que sí creo es muchos de esos temas sí son extrapolables para otros temas de ingeniería civil y de otras ciencias también porque necesariamente eso te abre otras formas de ver algunos problemas” [25].

De lo expuesto, se plantea un tema fundamental en el camino hacia la complementariedad: los diferentes lenguajes que habla cada disciplina, el bagaje conceptual y técnico específico de cada disciplina que toma tiempo y esfuerzo aprender. El entrevistado señala este punto como uno de los desafíos en la práctica de esta complementariedad y es sin duda una de las temáticas que se deben tomar en cuenta para cualquier propuesta de este estilo. Por lo tanto, es evidente que las universidades deben darle la importancia y relevancia necesaria a los contenidos de ciencias sociales, para lograr los resultados esperados, no solo por los futuros profesionales que buscan adquirir conocimientos para ejercer su carrera de la forma más productiva, sino también por la sociedad que demanda y requiere de profesionales capaces de resolver problemas cada vez más complejos, que exigen ser mirados desde múltiples perspectivas al mismo tiempo, como Boris Ochoa describe, y así poder contribuir a un potencial desarrollo colectivo.

5) *Fomentar actividades de interacción con el entorno y realidad nacional*

De igual manera, los entrevistados destacaron la importancia de complementar el contenido teórico con la interacción constante de los estudiantes con su respectivo entorno social, ecológico y material durante sus estudios universitarios para que logren comprender de mejor forma la utilidad y potencial de los conocimientos adquiridos en las aulas para solucionar problemas reales.

Respuestas como la que se cita a continuación fueron comunes con respecto a señalar la necesidad de que los estudiantes aprendan sobre su entorno, estudiando problemáticas de casos reales, con un nivel constante de investigación empírica y sean capaces de desenvolverse en un entorno multifacético que va más allá de los límites del aula de clases:

“Una alternativa que se debe considerar como una forma de concientizar sería justamente ponerles a los estudiantes en contacto con la sociedad, porque (...) la falta de empatía social y conocimiento de las realidades sociales son la causa de la falta de vivencia. En general, hay estudiantes que han vivido en un ámbito súper académico y hermético lo cual genera un nivel de despreocupación” [5].

Aquí, el entrevistado no solo hace alusión a la necesidad de que los estudiantes vivan y experimenten la realidad social, sino también la importancia de que se involucren de forma activa en la sociedad aun siendo estudiantes, para el desarrollo de empatía e interés por contribuir a la misma, a través de sus conocimientos de manera consciente. A este respecto, los estudiantes investigarían durante su formación sobre problemáticas sociales reales, proponiendo posibles soluciones innovadoras a las mismas.

De forma similar, se destacó en distintas ocasiones durante las entrevistas la importancia de usar las interfaces que ya existen a través de las cuales los estudiantes interactúan con diferentes sectores de la sociedad. Un caso específico son los programas de ayuda social, vinculación con la sociedad y acción comunitaria que constan dentro del currículo de las universidades y que en muchos casos tienen un número de horas que todos los estudiantes deben cumplir de manera obligatoria. Esa interacción apunta a un aprovechamiento del conocimiento técnico de los alumnos a través de proyectos de ayuda social, que permitan solucionar problemas o necesidades reales mientras que simultáneamente se está enseñando a los futuros ingenieros, la aplicabilidad del contenido teórico que estos reciben a lo largo de la carrera. Más allá, estos programas no deberían definirse simplemente como mecanismos de ayuda social sino como interfaces que permiten también a los estudiantes familiarizarse, conectar y aprender de sus entornos. Una de las respuestas que ejemplifica la forma en la que puede lograrse la interacción de los estudiantes con el entorno es la siguiente:

“Con la adecuada ejecución de proyectos de vinculación con la sociedad, que es un importante rol que deben cumplir las universidades, donde los alumnos de los últimos ciclos, conjuntamente con sus docentes-investigadores participen en proyectos sociales donde les permita aplicar lo aprendido en su proceso de formación; sobre todo dando soluciones prácticas, accesibles a las problemáticas básicas que tiene la sociedad en todo ámbito, para lo cual se debe promover y fortalecer las relaciones inter institucionales con las entidades

públicas, privadas, ONGs y con los beneficiarios, mediante convenios a mediano y largo plazo” [26].

Como se aprecia en la cita, el entrevistado menciona la necesidad del trabajo conjunto entre instituciones distintas con diversos fines, mediante el cual se puede contribuir al bienestar de grupos sociales vulnerables, a la par que se enseña de una forma práctica la capacidad de ayuda y contribución de conocimientos, además de familiarizar a los estudiantes con las problemáticas sociales, económicas y políticas que vivirán en su labor profesional. Estos espacios son potencialmente una interfaz muy interesante para fortalecer la complementariedad entre disciplinas y podrían utilizarse para mostrar a los estudiantes más allá de un enfoque de ayuda social la complejidad del entramado social del que son parte y cómo sus decisiones técnicas, de diseño y de ejecución, tienen consecuencias más allá de lo técnico.

De esa manera, se debe buscar que los estudiantes de ingeniería civil aspiren a involucrarse en proyectos de distintas índoles, dentro de los cuales las ciencias sociales son importantes en la transmisión y complementariedad de conocimientos con otras ciencias.

6) *Involucrar a profesionales de distintas áreas del saber en los rediseños de mallas curriculares*

Otra de las alternativas para la consolidación de las materias sociales con la ingeniería es que las universidades consideren a profesionales de la ingeniería civil, y diversas ramas de esta carrera, en el desarrollo y modificación de sus mallas curriculares. En las entrevistas, se presentaron algunas respuestas sobre esta índole, sin embargo, a continuación, se expone la más idónea para lograr este objetivo:

“La universidad como tal, ha establecido que en cada periodo académico una jornada, le llaman ellos, la jornada de los graduados y cada carrera tiene que elaborar una especie de capacitación parecida, porque no es lo mismo, parecida a la educación continua. Entonces en ella (...) se invitan a ingenieros civiles que están trabajando en obras de gran relevancia tanto en el sector público como en el sector privado para que nos vengan a dar sus experiencias laborales y, en el, se abran foros/debates para que nos soliciten, de acuerdo a su experiencia, en que temas se puede actualizar el currículo del ingeniero civil, hablando del currículo” [27].

Como se observa, la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí aprovecha la experiencia de sus ex alumnos para el desarrollo de mallas curriculares, tomando en cuenta las necesidades de la profesión en la práctica, y de esta manera, que la educación evolucione en función de las demandas sociales que se requiere por parte de los propios ingenieros civiles. Este es un mecanismo muy interesante que se podría adoptar en otras instituciones para que los contenidos que se enseñan vayan ajustándose en paralelo a los múltiples cambios sociales que van más allá de la academia y que generan otras exigencias en relación a las habilidades y conocimientos esperados o relevantes para un ingeniero civil. Es un mecanismo de retroalimentación valioso.

7) *Incentivar la interacción profesional y social entre personas de diversas carreras*

Algunos entrevistados supieron valorar otros métodos de impartición de conocimientos mediante los cuales –según su apreciación– se podría enseñar ciertas cualidades y habilidades ligadas a las ciencias sociales a los estudiantes con un enfoque técnico.

J. Albuja-Sánchez, J. Gómez-Urrego, C. Haro-Samaniego, P. Rodríguez-Terán and N. Mantilla-Morales, “Propuestas para mejorar la complementariedad entre ingeniería civil y ciencias sociales en el sistema superior de educación del Ecuador basados en evidencia nacional e internacional”, Latin-American Journal of Computing (LAJC), vol. 8, no. 2, July 2021.

De forma particular, la investigación denota, a juzgar por las entrevistas realizadas, que existe mayor interés sobre el aprovechamiento del conocimiento técnico o científico para la contribución en la solución de problemas sociales reales. Esto, a su vez, impulsado por la necesidad de buscar la interacción y colaboración con expertos de distintas ciencias y ramas del conocimiento, alcanzando estudios e investigaciones en cuestión de impacto social.

Sin embargo, al respecto, Ana Ortiz, docente de la UTPL, supo argumentar que “no hay cultura” de colaboración y es evidente un “individualismo en proyectos de investigación que aún no se ha superado” [28].

En la cita, la docente destaca que aún no existe una cultura de investigación, en la que se requiera colaboración de especialistas de diversas ciencias y campos del saber, se sigue manteniendo desde su perspectiva una división entre las áreas técnicas y áreas sociales que no permite ver cómo están conectadas. Esta perspectiva debe evolucionar, a través de incentivos que logren motivar a estudiantes y profesores, en pro de proyectos colaborativos de mayor magnitud y en los que se cuestionen precisamente divisiones entre disciplinas que no aportan a comprender problemas del mundo contemporáneo desde una perspectiva holística.

Así también se destacan citas como la siguiente, donde se resalta el enfoque que se debe dar a las investigaciones.

“La investigación (...) debería estar enfocada en obtener un impacto social de carácter económico, haciendo énfasis en el bienestar social” [5].

8) *Desarrollo de investigaciones entre expertos de diversas áreas*

Otra alternativa que se hizo presente en las entrevistas fue la realización de actividades no necesariamente relacionadas a la carrera de ingeniería civil, pero en las cuales se pueda incluir participantes de diversas facultades y carreras. Algunas de estas alternativas fueron propuestas por Hugo Ortiz, docente de la PUCE, quien, en primer lugar, propuso la “realización de paneles en los que estén invitados el público en general y, básicamente, sean un conversatorio abierto en donde se solventen preguntas científicas, pero también se muestren como esto impactaría a la planificación y construcción (...), pero me parece que estos tipos de paneles son un poco sesgados”. La segunda propuesta fue “hacer talleres en donde se integren estudiantes de diferentes carreras y universidades en donde se comiencen a abordar los problemas” [21].

El docente denota la importancia de realizar paneles donde se inviten a profesionales de diversos ámbitos y ramas, con el fin de discutir problemáticas y brindar soluciones a necesidades actuales. En ese sentido, también propone, la realización de talleres donde estudiantes de diferentes carreras se unan para integrar conocimientos relevantes del entorno y realidad nacional. Tal como se muestra en la cita, es importante dejar de lado el sesgo en esta clase de actividades e iniciativas, para lograr una mayor diversidad, influencia e injerencia por parte de los participantes.

Siguiendo con la idea, se hace mención sobre la importancia de que las personas entiendan la necesidad de que el ingeniero civil no se deslinde del contexto social en el que

se desenvuelve; sino que se debe entender a la sociedad como un todo, donde cada parte aporta para el correcto funcionamiento y desarrollo de la comunidad, indistintamente del conocimiento o experiencias personal de cada individuo.

Sin embargo, y a pesar de la coyuntura por la que atraviesa el mundo, todavía existe un bajo interés de las personas en complementar y expandir sus conocimientos y habilidades para el desarrollo de proyectos. Una de las respuestas que ejemplifica esto, fue la siguiente:

“(...) es necesario que se trabaje interdisciplinariamente porque como le mencioné antes, la sociedad es un conjunto; no podemos estar diversificados la necesidad es de la sociedad y cada una de las profesiones, cada una de las facultades en este caso tienen que integrarse para aportar de acuerdo a su conocimiento porque el bien es para todos” [29].

En esta cita, el entrevistado reconoce la necesidad de generar integración de carreras que puedan aportar al desarrollo común, que ayude a dejar de lado los intereses individuales y egoísmo al momento de participar con pares de otras profesiones.

**B. Experiencias Internacionales de Cómo se Podría combinar Ingeniería Civil y Ciencias Sociales en Educación Superior y Cómo se han complementado en otros Países**

La búsqueda de una mayor complementariedad entre la ingeniería civil y disciplinas o perspectivas provenientes de las ciencias sociales no es algo nuevo en el mundo; actualmente existen dos formas en que esto se ha impulsado desde el mundo académico internacional. Por un lado, establecer vínculos entre las mismas a través de la aparición de nuevas disciplinas dedicadas al estudio de temáticas transdisciplinarias variadas, y enfoques de investigación que combinen campos del saber; y por otro lado, cambios en la composición del currículo de carreras asociadas a las ingenierías en general y particularmente a la ingeniería civil. Esto apuntando hacia una formación más completa incorporando el área de las humanidades, la cual le abriría campo o permitiría alcanzar una acreditación internacional de la carrera, tal como es el caso de Canadá y Estados Unidos con el “Canadian Engineering Accreditation Board” –CEAB–, y el “Accreditation Board for Engineering and Technology” –ABET–, respectivamente [30], [31].

Esta sección que se presenta a continuación, pretende ofrecer ejemplos de estos dos modos de impulsar la complementariedad para exponer –basados en experiencias de diferentes regiones del mundo– potenciales vías sobre cómo mejorar la complementariedad en el sistema de educación superior del Ecuador.

Durante los últimos años han surgido disciplinas que combinan estos ámbitos del saber. Disciplinas que se han constituido alrededor del encuentro de intereses específicos, pero con un enfoque amplio y multidisciplinario llamadas Disaster Studies –Estudios sobre Desastres– [32], [33] y Socio-Hidrology –Socio-hidrología– [34], [35]. Ambas disciplinas se han ido desarrollando en las últimas décadas para responder al contexto de un mundo donde se complejizan los múltiples riesgos y desafíos globales como el cambio climático y las presiones que este trae sobre las

fuentes de energía, y sobre las infraestructuras de todo tipo; la dificultad de hacer predicciones en un contexto en el cual la estacionalidad ya no funciona como un supuesto no cuestionado; las presiones migratorias; los desastres socio-ecológicos; entre otros. Por ejemplo, el campo de Estudios de Desastres surgió para analizar en conjunto los diversos impactos físicos y sociales ocasionados por los desastres, a los que ya no se entiende simplemente como “desastres naturales” sino como complejos fenómenos en los que se entretejen vulnerabilidades generadas socialmente, entre ellas la calidad de la estructuras e infraestructuras en las que las personas viven y trabajan, con eventos ecológicos de corto y largo plazo.

En este campo, también se estudian las estrategias de diversos actores para manejar, gobernar, intervenir, prevenir, y reparar o alcanzar la recuperación de diversos desastres [36]. Este campo se ha convertido en un punto de encuentro para diversas disciplinas y académicos interesados en los desastres desde una perspectiva multidisciplinaria, entre ellos ingenieros civiles con una mirada más amplia sobre las múltiples facetas de estos eventos, más allá del impacto puramente físico.

Por otra parte, en el ámbito de la Hidrología, se ha generado en los últimos años una presión creciente para ampliar el foco de los estudios hidrológicos con el fin de tomar en cuenta la extensión y profundidad del impacto de la actividad humana. Actividad humana que *“ahora rivaliza con las fuerzas de escala geológica...con una huella que se está profundizando y ampliando a través del planeta”* [35], y de esta forma ha transformado y ejercido enorme presión sobre las fuentes de agua de las que dependen muchos ecosistemas naturales, así como el abastecimiento de agua, comida y energía de muchas sociedades. Creando una demanda creciente de estos recursos naturales en un contexto global de fuentes en decrecimiento.

En esta coyuntura, para poder realizar predicciones que permitan a los gobiernos administrar, aliviar, y solucionar los retos presentados por estos cambios se necesita una perspectiva más robusta sobre los procesos hidrológicos y de qué manera están conectados a muchos otros factores: “Para hacer más creíbles tales predicciones deben estar respaldadas por una mayor comprensión de los ciclos hidrológicos y biogeoquímicos, y sus interacciones con los procesos de formación de la tierra y sustento de la vida en el paisaje, incluido un tratamiento explícito de las interacciones y retroalimentaciones asociadas a los impactos del agua-seres humano-ecosistema” [35]. Dentro de esta perspectiva el aporte de la visión técnica de los ingenieros civiles usualmente centrada en las estructuras físicas y materiales, se vuelve complementario al de otros expertos dentro de la Hidrología que le agregan otras dimensiones a su estudio, e incluso, ya no tiene sentido hablar de la Hidrología separada de lo social y las múltiples formas en que se influyen mutuamente, es así que se habla de socio-hidrología y de ciclos sociohidrológicos [37].

Incluir artículos y estudios de casos realizados desde estas ramas en los currículos de las carreras de ingeniería civil en el Ecuador, brindaría la oportunidad de ampliar y profundizar la complementariedad entre disciplinas a través de la formación de los estudiantes de ingeniería civil, y prepararlos para una práctica profesional más y mejor informada. Esto se torna cada vez más importante y necesario considerando que

existen trabajos realizados por investigadores ecuatorianos alrededor de estos temas [38-41].

Un segundo mecanismo a través del cual se ha buscado mejorar la complementariedad entre ciencias sociales e ingeniería civil –tomando en cuenta lo antes expuesto– ha sido la adaptación de los currículos académicos para incluir materias de corte social que dedicadas a explorar problemáticas comunes que involucren a la ingeniería, señalando enfoques que enriquezcan la visión dominante u ofrezcan otros abordajes, y así mismo la promoción y oferta de materias que promuevan una visión más holística de esta disciplina.

En el año 2012, el Dr. Wesley Marshall, el Prof. Michael Tang, y el Dr. Stephan A. Durham de la Universidad de Colorado, a través de su artículo “Integration of Science, Technology, and Society (STS) courses into the engineering curriculum” [42], realizaron una descripción de la manera en la que el currículum de la carrera de ingeniería civil estaba reforzado a través de cursos de Ciencia, Tecnología y Sociedad, mismos que integraban lo social, político, tecnológico y cultural dentro de la perspectiva de estudios como componentes esenciales para la formación de los ingenieros; esto con el objetivo de graduar estudiantes más críticos y sistemáticos a la hora de generar impacto en la sociedad.

Estos cursos se denominaban “ENGR 3400 o Technology and Culture y ENGR 3600 o International Dimensions of Culture and Technology”. El primero de ellos era un “curso interdisciplinario integrado por historia, sociología y filosofía de la ciencia y la tecnología desde la perspectiva estadounidense” (Ibidem); mientras que el curso de Dimensiones Internacionales se centraba en desafiar a los estudiantes a comprender otras culturas y la manera en que estas influyen en el comportamiento de la ciencia y la tecnología, y como afectan a los problemas actuales en un mundo cada vez más interconectado. Actualmente, la malla de estudios, integra las asignaturas de corte humanista y social junto con las propias de la carrera a lo largo de los semestres; las materias sociales que se imparten son: Humanities and the Arts, Behavioral Sciences, Social Sciences, Cultural Diversity, e International Perspectives [43].

De esa manera, se continúa situando los impactos sociales de la tecnología en sus múltiples formas en el centro y no en la periferia de la educación ofrecida a los ingenieros civiles [16]. En este camino inyectar contexto antropológico, histórico y socio-económico a los contenidos técnicos es fundamental, logrando ofrecer una visión sociotécnica de la ingeniería y evitar tomarlas como dos facetas totalmente independientes.

De la misma forma, esto apunta a incrementar la reflexividad de los estudiantes alrededor de los complejos entramados y problemas sociotécnicos que enfrentarían en sus vidas profesionales, desarrollando habilidades y conocimientos que los preparen para ser mejores profesionales y también mejores ciudadanos de un mundo complejo en constante transformación. Continuando con lo expuesto, en la Universidad Técnica de Dinamarca (Technical University of Denmark – DTU –) se ha venido ofreciendo desde 2002, en el pregrado, un programa que combina ingeniería con enfoques de diseño e innovación [44]; el programa tiene un enfoque práctico y social que se

concentra en ofrecer a los estudiantes una formación para conectarse al mismo tiempo con el mundo de la empresa privada y la innovación con sentido social, en palabras de sus creadores: *“El nuevo plan de estudios está dirigido a satisfacer las demandas de competencias de la industria y la sociedad en el contexto de la globalización y las nuevas estructuras de cooperación en el desarrollo y la innovación de productos”* [44].

En tal virtud, el objetivo de este programa no es únicamente innovar en la formación de los alumnos tradicionalmente atraídos a la carrera de ingeniería, sino también volver la carrera más atractiva para estudiantes con puntajes competitivos interesados en un currículum de ingeniería no tradicional. El currículum se enfoca en 3 dimensiones: Creatividad y síntesis; Competencias sociotécnicas innovativas; y Competencias reflexivas y tecnológicas relacionadas a la Ingeniería. A continuación, la descripción de cada una de ellas:

“1) Competencias reflexivas de ingeniería tecnológica, que se refieren a la reforma de la enseñanza y la integración del plan de estudios básico de ingeniería que ha sido una parte importante de la educación en ingeniería de diseño.

2) Competencias creativas, orientadas a la síntesis, destinadas a integrar componentes técnicos y sociales durante el desarrollo de productos, sistemas, procesos y servicios.

3) Competencias socio-técnicas innovadoras que se utilizarán en la creación y renovación de sistemas y situaciones en las que la organización técnica y los seres humanos interactúan, y donde las decisiones políticas complejas confrontan la forma de modelar del campo de la ingeniería.” [44].

Cada semestre contiene una combinación de materias correspondientes a estas dimensiones junto a un proyecto práctico que guía toda la educación a través de los semestres. Una de las materias más interesantes es la de Análisis Tecnológico donde los estudiantes trabajan con objetos tecnológicos de la vida cotidiana de los que aprenden a analizar a través de la interacción de sus componentes técnicos, sociales y de diseño. El programa ha sido exitoso atrayendo estudiantes y generando profesionales que se enlazan de manera innovadora a la sociedad y sus demandas cambiantes; también ofrecen un programa de masters con diferentes especializaciones. Este no es un caso aislado, que ha encontrado en la conjunción entre ingeniería, diseño y ciencias sociales un potencial rico para rediseñar mallas curriculares.

En el año 2000, Georgia Tech reajustó su currículum para ofrecer a los estudiantes una formación más holística donde las materias encargadas de desarrollar competencias técnicas fueran acompañadas de asignaturas que los entrenaran en técnicas computacionales de análisis y de materias que contextualizaran tanto la labor de los ingenieros civiles en sus sociedades, como una visión más amplia de los problemas globales y locales con los que trabajarían eventualmente [45]; actualmente el currículum de estudios ofrece a los estudiantes la oportunidad de especializarse en diversas áreas de la ingeniería civil.

De igual manera, en la Universidad de Aalborg, Dinamarca, existe un exitoso programa llamado Ingeniería de Diseño Sustentable que a lo largo de los semestres utiliza herramientas provenientes de los estudios de CTS –Ciencia, Tecnología y Sociedad –, provenientes de las ciencias sociales, como elementos integradores de todo el currículum [46]. Para esta investigación entrevistamos a Andrés Valderrama quien trabaja como profesor e investigador en la Universidad de Aalborg, y que es parte de la carrera de diseño sustentable, desde su perspectiva este es el aporte de los estudios CTS a la formación de los nuevos ingenieros:

*“...normalmente el diseño en ingeniería se concibe como una tarea técnica entonces los diseñadores deben tomar ciertas decisiones con bases y fundamentaciones en modelamiento técnico. La contribución de los estudios CTS es que ningún diseño ya sea de un producto o de un sistema ocurre en un contexto estable donde digamos hay necesidades que se puedan traducir en términos de requerimientos técnicos que no sean ambiguos, sino que todo diseño sucede en un contexto de actores, no solamente usuarios y productores, sino también reguladores, partes interesadas etc. y el mismo contenido en diseño está sujeto a controversias entonces digamos eso es lo que contribuye los estudios STS al diseño de la ingeniería. El diseño de ingeniería ofrece esa posibilidad de conectar el contenido técnico con el contenido social siendo algo que a muchos no les gusta porque a muchos lo que les gusta precisamente de la ingeniería es la posibilidad de aislar los problemas técnicos del contexto social”* [24].

Tomando esto en cuenta, se puede decir que se utiliza una disciplina de las ciencias sociales como son los estudios CTS para aportar a los estudiantes la capacidad de llevar a cabo, no solo análisis técnico y tomar decisiones basados en esa dimensión, sino también a realizar análisis socio-técnico y político para el quién, cómo y desde qué posición se toman las decisiones y crean nuevos objetos e infraestructuras. Como se ve también hay un fuerte enfoque en la sustentabilidad que se ha convertido en uno de los temas de mayor interés a través de todos los campos del saber. Dentro de la carrera existen materias como Estudios de campo y análisis socio-material; Productos, uso y contexto; Co-diseño y la participación del usuario; Redes y cambio; Sustentabilidad, economía y política; Liderazgo del proyecto creativo, entre otras que están enmarcadas dentro de esta visión [46].

Junto a programas antes descritos, los estudiantes trabajan durante todos los semestres en proyectos aplicados guiados por los profesores, e investigan los conocimientos requeridos para sus proyectos en lugar de contar con una serie de cursos técnicos desconectados entre sí; y a su vez unas pocas materias de contenido social como suele suceder en carreras tradicionales de ingeniería. La idea es permitir que los ingenieros civiles, que tradicionalmente son actores centrales en el dar forma a la materialidad de la vida social en múltiples dimensiones, también se conviertan en actores generativos y reflexivos de los cambios que requiere la sociedad en la actualidad. Así lo describen los profesores detrás del diseño del programa de estudios:

*“Este enfoque sociotécnico es fundamental porque el desafío de la sustentabilidad exige una postura crítica acerca*

*del conocimiento científico y técnico existente, lo que a su vez requiere una comprensión fundamental de lo que son las ciencias y el conocimiento. La ciencia no es el resultado de una aplicación hábil, delicada, articulada y racional del método científico (Latour, 1987). La ciencia y el conocimiento son el resultado de un proceso social elaborado donde se abordan la política, las luchas de poder, los conflictos y las controversias abiertas, así como cualquier otra área de la actividad humana. Por esto, el primer paso hacia un proceso de diseño de sistemas sustentables es abandonar la idea de un conocimiento tecnocientífico puro y autoritario. El segundo paso es desarrollar una crítica bien fundada del conocimiento existente. Por esta razón, la necesidad de teorías que apoyen el análisis crítico de la producción y constitución de conocimiento va en aumento. En el tercer paso, el diseño genera la posibilidad de hacer proyectos para explorar cómo las cosas se podrían desarrollar desde perspectivas diferente” [46].*

En el caso del Ecuador y tomando en cuenta lo volátil de la esfera política sería de enorme importancia que los estudiantes de ingeniería puedan contar con los recursos para ofrecer alternativas a los conocimientos y prácticas existentes, partiendo de una comprensión robusta de los efectos y condicionamientos sociales del diseño tecnológico y de los conocimientos que sirven como base a la ingeniería civil. En ese sentido, la voluntad política juega un papel importante a la hora de alcanzar esta nueva enseñanza de la ingeniería en el país, con un marco legal educativo o política pública flexible que permita incorporar una visión más humanista al campo de lo técnico.

En la región latinoamericana, por ejemplo, la República Argentina a través de la Resolución 1231/01 del CONEU [47], resolvió que las carreras de grado de ingeniería, entre ellas la de Ingeniería Civil, además de “(...) los contenidos curriculares básicos –que las carreras deberán cumplir obligatoriamente por ser consideradas esenciales para que el título sea reconocido con vistas a la validez nacional– (...)” (Resolución N° 1231/01). Estas deberán incluir materias complementarias como parte integral de las carreras “(...) con el fin de formar ingenieros conscientes de las responsabilidades sociales y capaces de relacionar diversos factores en el proceso de la toma de decisiones, deben formar competencias en Economía, Legislación, Organización Industrial, Gestión Ambiental, Formulación y Evaluación de Proyectos, y Seguridad del Trabajo Ambiental” (Ibidem). La implementación de estas asignaturas quedará a discreción de cada centro de estudios –cumpliendo con número de horas establecidas–, tanto y en cuanto guarden coherencia con el perfil de egresado de cada ingeniería.

En este marco, el CONFENDI de Argentina y la ASIBEI, son algunas de las organizaciones que a través de su trabajo en colaboración y por separado, han ahondado esfuerzos para fomentar una educación ingenieril donde se incluya la visión técnica de la ingeniería, pero a su vez impulsando una educación transdisciplinaria capaz de abarcar problemáticas de índole social, donde el Ingeniero se involucre más en y con la sociedad para alcanzar una comunidad más justa, predominando una visión resiliente, ética, solidaria, equitativa e igualitaria en oportunidades.

Adicionalmente, esto ha tenido éxito –como se expuso anteriormente– con los estudiantes egresados de la Universidad de Aalborg, Dinamarca, quienes en la práctica

profesional se dan cuenta de la complejidad de las tareas que enfrentan más allá de la dimensión puramente técnica:

*“Entonces con los egresados que ya llevamos ya empezamos a hablar con ellos y ellos claramente entienden el valor, salen muy bien capacitados para asumir ese rol de comunicadores, de líderes de proyectos, de mediadores entre disciplinas porque eso es donde más contribuyen esas teorías” [24].*

Un último ejemplo de lo expuesto, es la iniciativa de la Universidad Chengchi de Taiwan financiada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de dicho país. Esta dinámica se ve reflejada en el documental “Open the S files, when Science meets social controversies” –Abriendo los archivos S, cuando la ciencia se encuentra con controversias científicas–; una serie de películas documentales que tratan desde una perspectiva sociotécnica varias temáticas actuales y controversias públicas acontecidas en esa sociedad, alrededor de las cuales se puede analizar en conjunto las conexiones entre problemas de diseño técnico, prácticas ingenieriles, entramados sociales y la importancia en la vida cotidiana. La serie documental combina hábilmente análisis de casos reales usando herramientas de CTS y también entrando en detalles técnicos específicos. Es un excelente ejemplo de cómo se puede elaborar material didáctico para los estudiantes que combine de forma complementaria y basada en casos reales la ingeniería civil y las ciencias sociales.

De igual manera, el documental trata temáticas como: incidentes alrededor de la regulación de las prácticas de la industria petroquímica; el caso de la explosión del gasoducto de la ciudad de Kaohsiung; tecnologías electrónicas; y la excavación minera urbana, entre otros.

#### IV. DISCUSIÓN

La información expuesta, recopilada a través de entrevistas y conversatorios, ilustra que el conocimiento de las ciencias sociales, habilidades de carácter social y destrezas multidisciplinarias, no solo constituyen una parte fundamental de un profesional que se encuentra al servicio de la sociedad, como es el caso de los ingenieros civiles; sino que también representa una oportunidad de que se realicen proyectos multidisciplinarios que potencien y magnifiquen el impacto y beneficio de los mismos en la sociedad, impulsando a través de los mismos, el desarrollo socioeconómico, seguridad, ciencia y el sentido de comunidad. Por ende, es prudente que los centros de educación superior, donde se forman ingenieros civiles profesionales, tomen en cuenta las siguientes propuestas extraídas de la investigación realizada con actores de diferentes instituciones de todo el Ecuador: 1. incremento de materias sociales en los currículos académicos, 2. potencialización de las ciencias sociales mediante el trabajo, 3. proponer materias innovadoras, como análisis de sistemas, para la diversificación de los currículos, 4. mejorar las técnicas de enseñanza para potenciar las habilidades sociales de los estudiantes, 5. fomentar actividades donde los estudiantes interactúen con el entorno y comprendan, en contexto, la realidad nacional, 6. involucrar a ex alumnos, profesionales de distintas ramas de la ingeniería y científicos sociales en la modificación de las mallas curriculares, 7. incentivarlas interacciones tanto sociales como profesionales entre personas de distintas carreras, y 8. desarrollo de investigaciones que agrupen a profesionales de diversas áreas de la ciencia. Estos mecanismos pueden ser complementados y fortalecidos con

experiencias desarrolladas en otros países, adaptadas de manera coherente a la realidad del país y la práctica de los ingenieros civiles en el Ecuador actual.

De la misma forma la evidencia recopilada a nivel internacional nos permite argumentar que tomar casos reales de controversias y eventos en la historia del Ecuador en los que se combinen las dimensiones sociales y aquellas tradicionales a la ingeniería civil sería un potencial camino generativo para analizar junto a los estudiantes la complementariedad de estos elementos en la vida cotidiana, y fortalecer su formación para eventualmente enfrentarlos, y dar soluciones innovadoras y con reflexividad social.

En este sentido, a nivel internacional los cambios no han ocurrido en una sola vía, es decir, cambiando el currículo de las carreras de ingeniería civil; sino que, en varias universidades, por ejemplo, en la Universidad de Princeton, se ha propulsado el que todos o la gran mayoría de estudiantes de todas las carreras tomen al menos un curso de ingeniería durante su formación, ofreciendo varias opciones de cursos para que esto sea posible [16]. La idea es que los estudiantes estén familiarizados con las diferentes facetas y el lenguaje de la ingeniería en relación a sus conexiones con la sociedad, el conocimiento y el impacto en la construcción de las sociedades a largo plazo. Si bien este no ha sido el foco de esta investigación, es importante considerar que los cambios no deben realizarse únicamente dentro de las facultades de ingeniería civil sino en la estructura de las universidades, de la relación entre facultades y entre sus respectivos académicos, y por supuesto, en el tipo de materias que se ofrecen para introducir a los estudiantes de diferentes carreras a otras disciplinas. En este camino utilizar disciplinas mixtas e interdisciplinarias que estén más familiarizadas con múltiples modos de conocimiento es importante, tal es el caso del campo de Ciencia, Tecnología y Sociedad que está familiarizado con el lenguaje y bagaje conceptual de múltiples ciencias sociales, pero que también ha estudiado y trabajado de la mano de múltiples otras ciencias y campos del saber durante décadas.

Como se puede observar existen diversas experiencias a nivel internacional de las que se puede aprender y aplicar al contexto ecuatoriano. Mismas que indican cómo y por qué se puede llevar adelante un mejoramiento de la formación de los estudiantes de ingeniería civil en relación con la complementariedad de esas disciplinas con las ciencias sociales. En esta sección hemos procurado describir algunas de ellas trazando potenciales líneas de desarrollo a futuro.

#### V. CONCLUSIONES

Este artículo se ha enfocado en presentar propuestas de mecanismos a través de los cuáles se puede mejorar la actual formación en ingeniería civil dentro del sistema de educación superior del Ecuador, promoviendo la complementariedad con las ciencias sociales dentro de la formación de los ingenieros civiles. Para generar estos mecanismos se ha partido de una investigación de perspectivas de expertos a nivel nacional e internacional, así mismo se ha realizado un mapeo de experiencias ya existentes a nivel internacional.

Las propuestas que surgieron de las entrevistas con expertos son las siguientes: 1) Incremento del número de materias sociales en los currículos académicos, 2) Potencialización de las ciencias sociales mediante el trabajo multidisciplinario, 3) Propuesta de nuevas materias con contenido social o en su defecto, la reestructuración de ciertas materias con una orientación social más profunda, 4) Mejorar las técnicas de enseñanza para desarrollar las habilidades sociales, al igual que un pensamiento crítico y reflexivo de los estudiantes, 5) Fomentar actividades de interacción con el entorno y realidad nacional, 6) Involucrar a profesionales de distintas áreas de la ingeniería civil así como también a expertos en el campo de las ciencias sociales para el rediseño de las mallas curriculares, 7) Incentivar la interacción profesional y social con las diferentes carreras, 8) Desarrollo de investigaciones que agrupen a profesionales de diversas áreas de la ciencia. Adicionalmente, con base en la evidencia esbozada podemos afirmar que los siguientes puntos también tienen un potencial valioso: 9) Aprovechar los espacios obligatorios de responsabilidad social para generar proyectos multidisciplinarios entre las facultades de la universidad, 10) Establecer una enseñanza basada en el método de casos donde los estudiantes puedan definir qué tipo de profesiones requiere para solucionar un problema, 11) Promover el desarrollo de habilidades blandas como la comunicación y el liderazgo.

De forma complementaria, se describieron ejemplos de iniciativas a nivel internacional que incorpora elementos de las ciencias sociales desde varios enfoques en la generación de nuevas disciplinas ligadas a la ingeniería civil, en la formación de nuevas generaciones de ingenieros y en la enseñanza de ingeniería civil desde perspectivas más holísticas. Todos estos mecanismos en caso de ser implementados requieren ser adecuados a cada institución educativa junto a sus respectivas necesidades, características e ideales, así como ser diseñados con una investigación previa enfocada en cada uno de los ellos. Se debe tomar en cuenta tanto la experticia como experiencia que existe a nivel internacional, con respecto a la implementación de modelos educativos basados en competencias para la formación integral de los ingenieros.

Por otro lado, se debe involucrar a profesionales de diversas ramas de la ingeniería civil y expertos en campos de las ciencias sociales en la reestructuración de los currículos académicos; la inclusión y la diversidad de ideas, estrategias y perspectivas permite ampliar el enfoque de la malla curricular y a su vez mejorar el perfil de egreso de los estudiantes. Finalmente, es importante mencionar que las experiencias y puntos de vista de los entrevistados sugieren que, al potenciar las ciencias sociales en la carrera de ingeniería civil, los profesionales pueden ser más competentes al planificar, diseñar y construir proyectos con enfoques más amplios, con un mayor impacto en el desarrollo social, académico y económico.

## REFERENCES

- [1] M. Mariasingam, S. Courter, T. Smith, and G. Moses, "Globalization and Engineering Education For 2020," *The Bridge*, vol. 35, no. 3, pp. 3–5, 2005.
- [2] J. Kendra, and J. Nigg, "Engineering and the social sciences: historical evolution of interdisciplinary approaches to hazard and disaster," *Engineering Studies*, vol. 6, no. 3, pp. 134–158, 2014, doi: 10.1080/19378629.2014.978335.
- [3] J. Albuja Sánchez, J. Gómez Urrego, C. Haro Samaniego, P. Rodríguez Terán y N. Mantilla, "La situación actual en el Ecuador alrededor de la complementariedad entre Ingeniería Civil y Ciencias Sociales dentro del sistema superior de educación," *Educación en Ingeniería*, vol. 16, no. 31, pp. 3–16, 2021, doi:10.26507/rei.v16n31.1140.
- [4] A. Picon, "Construction History: Between Technological and Cultural History," *Construction History Construction History*, vol. 21, no. 21, 2005–2006. Recuperado de: <http://nrs.harvard.edu/urn-3:HUL.InstRepos:10977385>
- [5] J. Anzieta, "Entrevista a Docente de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la PUCE," *Quito, Ecuador*, 2019.
- [6] J. Rudolph, "Pushing the boundaries of engineering education," *Engineering Studies*, vol. 7, no. 2–3, pp. 129–131, 2015, doi: 10.1080/19378629.2015.1062497.
- [7] A. Picon, "Engineers and engineering history: problems and perspectives," *History and Technology*, vol. 20, no. 4, pp. 421–436, 2004, doi: 10.1080/0734151042000304367.
- [8] C. J. Merdinger, "A history of Civil Engineering," PhD Thesis, Oxford: Oxford University Press, 1949.
- [9] H. Vérin, and I. Gouzévitch, "The rise of the engineering profession in eighteenth century Europe: An introductory overview," *Engineering Studies*, vol. 3, no. 3, pp. 153–169, 2011 doi: 10.1080/19378629.2011.626051.
- [10] R. Novoa, "La Ruta Al Mar Del Sur Y La Fundación De Ibarra, Siglos Xvll-Xvill," *Procesos*, vol. 24, no. 3, 2006.
- [11] P. Lloret, "100 Años De Ingeniería Militar En El Ecuador," Centro de Estudios Históricos del Ejército, Quito-Ecuador, 2002.
- [12] W. Ramirez, "Entrevista a Docente titular de Ingeniería Civil de la UPS," *Quito-Ecuador*, 2019.
- [13] L. Granda, "Encuesta Docente en la Facultad de Ingeniería Civil de la UTPL," 2020.
- [14] M. Arévalo, "Entrevista a Docente titular Escuela Ingeniería Civil de la UDA," *Cuenca-Ecuador*, 2020.
- [15] C. Judson, and K. Pister, "How Best To Broaden Engineering Education?," *Engineering Studies*, vol. 7, no.2–3, pp. 150–152, 2015.
- [16] J. Rossmann, and K. Sanford, "Sociotechnical engineering is one facet of prismatic liberal education," *Engineering Studies*, vol. 7, no. 2–3, pp. 174–177, 2015, doi:10.1080/19378629.2015.1062505.
- [17] H. Trbušić, "Holistic Education: The Social Reality Of Engineering," *The Journal of Education Culture and Society*, vol. 2, pp. 227–238, 2013, DOI: 10.15503/jecs20132-227-238.
- [18] M. Aldas, "Entrevista a Directora de la carrera de Ingeniería Civil de la ESPE," *Quito-Ecuador*, 2019.
- [19] D. Grasso, "Holistic Engineering Education," 2010, doi:10.1007/978-1-4419-1393-7.
- [20] A. Salvatierra, "Entrevista a Decano Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la ULVR," *Guayaquil-Ecuador*, 2020.
- [21] H. Ortiz, "Entrevista a Docente de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la PUCE," *Quito-Ecuador*, 2019.
- [22] H. Paltan, "Videoconferencia a científico de la Universidad de Oxford," 2019.
- [23] W. Torres, "Entrevista a Docente de Ingeniería Civil de la UPS," *Quito-Ecuador*, 2019.
- [24] A. Valderrama, A. "Videoconferencia a Docente en Aalborg University," 2019.
- [25] B. Ochoa, "Videoconferencia a Científico del Imperial Collage of London en el Departamento de Ingeniería Civil y Medio Ambiente," 2020.
- [26] J. Sivilsaca, "Encuesta Docente en la Facultad de Ingeniería Civil de la UTPL," 2020.
- [27] C. Delgado, "Videoconferencia a Director de Carrera de Ingeniería Civil de la ULEAM," *Quito- Ecuador*, 2020.
- [28] A. Ortiz, "Encuesta Docente en la Facultad de Ingeniería Civil de la UTPL," 2020.
- [29] V. Velázquez, "Encuesta Docente en la Facultad de Ingeniería Civil de la UNACH," *Riobamba-Ecuador*, 2019.
- [30] E.Canada, E. "Canadian Engineering Accreditation Board Bureau canadien d'agrément des programmes de génie," 2019.
- [31] E. A. Commission, "Criteria For Accrediting Engineering Programs 2020-2021," 2020.
- [32] J. C. Gaillard, "Disaster studies inside out," *Disasters*, vol. 43, S1, S7–S17, 2019, doi: 10.1111/disa.12323.
- [33] S. Knowles, "Engineering Risk and Disaster: Disaster-STS and the American History of Technology," *Engineering Studies*, vol. 6, no. 3, pp. 227–248, 2014, doi: 10.1080/19378629.2014.967697.
- [34] M. Sivapalan, H. Savenije, and G. Blöschl, "Socio-Hydrology: A New Science Of People And Water," *Hydrological Processes*, vol. 26, pp. 1270–1276, 2012, doi: 10.1002/hyp.8426.
- [35] T. Wagener, M. Sivapalan, P. Troch, B. McGlynn., C. J. Harman, H. V. Gupta, J. S. Wilson, "The future of hydrology: An evolving science for a changing world," *Water Resources Research*, vol. 46, no. 5, pp. 1–10, 2010, doi: 10.1029/2009WR008906.
- [36] M. K. Lindell, "Disaster studies. *Current Sociology*," vol. 61, no. 5–6, pp. 797–825, 2013, <https://doi.org/10.1177/0011392113484456>
- [37] J. Linton, and J. & Budds, "The Hydrosocial Cycle: Defining And Mobilizing A Relational-Dialectical Approach To Water," *Geoforum*, vol. 57, pp. 170–180, 2014, doi: 10.1016/j.geoforum.2013.10.008.
- [38] V. Bonnesoeur, B. Locatelli, M. R. Guariguata, Ochoa-B. F. Tocachi, V. Vanacker, Z. Mao, Z., ..., S. L. Mathez-Stiefel, "Impacts Of Forests And Forestation On Hydrological Services In The Andes: A Systematic Review," *Forest Ecology and Management*, vol. 433, pp. 569–584, 2019, doi: 10.1016/j.foreco.2018.11.033.
- [39] B. F. Ochoa-Tocachi, J. Bardales, J. Antiporta, K. Pérez, L. Acosta, F. Mao, ... W. Buytaert, "Potential Contributions Of Pre-Inca Infiltration Infrastructure To Andean Water Security," *Nature Sustainability*, vol. 2, no. 7, pp. 584–593, 2019, doi: 10.1038/s41893-019-0307-1.
- [40] H. Paltan, D. Waliser, W. H. Lim, H., Guan, B., D. Yamazaki, R. Pant, & S. Dadson, "Global Floods and Water Availability Driven by Atmospheric Rivers," *Geophysical Research Letters*, vol. 44, no. 20, doi: 10.1002/2017GL074882.
- [41] C. Zogheib, B. F. Ochoa-Tocachi, J. D. Paul, D. Hannah, J. Clark, and W. Buytaert, "Exploring A Water Data, Evidence, And Governance Theory," *Water Security*, vol. 4–5, pp. 19–25, 2018, doi:10.1016/j.wasec.2018.11.004
- [42] W. Marshall, M. Tang, and S. A. Durham, "Integration Of Science, Technology, And Society (STS) Courses Into The Engineering Curriculum," *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, 2012.
- [43] University of Colorado Denver. (n.d.). BIOE Draft Degree Map V4.
- [44] L. Alting, M. Andreasen, P. Boelskifte, C. Clausen, and U. Jørgensen, "Design and Innovation - The DTU programme," *Proceedings of the 16th CIRP International Design Seminar*, 1–8, 2006.
- [45] M. Meyer, and L. Jacobs, L. "A Civil Engineering Curriculum For The Future: The Georgia Tech Case. *Journal Of Professional Issues In Engineering Education And Practice*," vol. 126, pp. 74–78, 2000.
- [46] A. Valderrama and U. Jørgensen, "Sustainable System Design at Aalborg University" *Diseña*, vol. 12, pp. 126–149, 2018, doi: 10.7764/disena.12.126-149.
- [47] Argentina. Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria, Resolución 1223/01, Pub. L. No. 1232/01, 1, Argentina, 2001.

# AUTHORS



## Jorge Albuja-Sánchez

Ingeniero Civil de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (2012), Master of Science in Soil Mechanics and Environmental Geotechnics del Imperial College London, Reino Unido (2016). Estudiante de doctorado en Ciencias de Ingeniería en la Università degli Studi di Ferrara en Italia. Sus intereses de investigación incluyen: educación en ingeniería, caracterización de suelos por ensayos in situ y de laboratorio; propiedades dinámicas de suelos; simulación y modelamiento computacional de proyectos geotécnicos; desarrollo de mampostería utilizando suelo y eco materiales.



## José Gómez-Urrego

Sociólogo, recibió un Master y un PhD. en Science and Technology Studies de parte de la Universidad de Edimburgo. Desde 2018 trabajó como investigador invitado en PUCE-Quito y como analista de políticas de CTI con Senescyt. Durante 2019-2020 trabajó en el Alan Turing Institute-Londres en el desarrollo de nueva regulación para los abusos online. Sus intereses de investigación se enfocan en el campo de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en las áreas de infraestructuras y temporalidades.



## Camila Haro-Samaniego

Estudiante de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Formó parte del Grupo de Alto Rendimiento (GAR) IX Promoción en 2015. Ha ejercido como Asistente de Cátedra en las asignaturas de Física I, y Álgebra; Pasante de Ingeniería Civil en el área técnica para el Cuerpo de Ingenieros del Ejército del Ecuador y como Pasante del Laboratorio de Materiales de Construcción de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. En la actualidad cursa el último año de la carrera.



## Paulina Rodríguez-Terán

Estudiante egresada de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recibió diploma de Bachillerato Internacional por la organización IBO en 2015. Ha ejercido como Asistente de Cátedra en asignaturas como: Mecánica de Suelos I, Administración de Empresas Constructoras I y II, se ha desempeñado como pasante de Ingeniería Civil en el Gobierno Autónomo Descentralizado de Napo. Actualmente se encuentra realizando su proyecto de disertación enfocado al desarrollo de movilidad sostenible mediante la implementación de ciclovías urbanas.



## Nicolás Mantilla-Morales

Estudiante de Ingeniería Civil en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. En el presente, forma parte del grupo de investigación de la facultad de ingeniería de esta universidad. Se encuentra ejerciendo el cargo de Director de Relaciones Externas en la Asociación de Escuela de Ingeniería de la Escuela de Ingeniería. Sus intereses académicos incluyen el diseño y construcción de obras civiles con alto impacto social y en tecnologías y técnicas constructivas enfocadas en el desarrollo sustentable.