

INNOVACIONES PEDAGÓGICAS PARA UNA INGENIERÍA CIVIL SOSTENIBLE EN CONTEXTOS MULTICULTURALES

Pedagogical innovations for sustainable civil engineering in multicultural contexts

Gabriel Jesús Montúfar Chiriboga

Universidad de Panamá, Panamá. (montufar@up.ac.pa) (<https://orcid.org/0000-0003-3392-3728>)

Información del manuscrito:

Recibido/Received: 26/08/25

Revisado/Reviewed: 08/09/25

Aceptado/Accepted: 16/01/25

RESUMEN

Palabras clave:

educación intercultural, desarrollo sostenible, educación en ingeniería, innovación educativa, educación multicultural

Este artículo explora cómo las innovaciones pedagógicas transforman la formación en ingeniería civil hacia un enfoque sostenible y sensible a los contextos multiculturales. Partiendo de una revisión exhaustiva de la literatura reciente, se analizan estrategias educativas que integran aspectos como la justicia social, el desarrollo sostenible y la inclusión cultural en los currículos universitarios. El enfoque se centra en métodos como el aprendizaje basado en proyectos, la realidad virtual inmersiva y el aprendizaje servicio comunitario, que fomentan en los estudiantes no solo competencias técnicas, sino también una identidad profesional humanitaria y culturalmente competente. Desde la perspectiva de un educador en un entorno diverso como Panamá, estos enfoques resultan cruciales para preparar ingenieros que aborden desafíos globales, como el cambio climático y la inequidad urbana, respetando las diferencias culturales. El artículo discute casos prácticos, como programas de estudio en el extranjero y cursos sobre macroética en sostenibilidad, destacando sus impactos en la motivación estudiantil y el compromiso social. Finalmente, se proponen recomendaciones para implementar estas innovaciones en instituciones latinoamericanas, enfatizando la necesidad de colaboraciones interdisciplinarias y evaluaciones continuas. Este trabajo busca inspirar un cambio en la educación ingenieril que priorice la equidad y la sostenibilidad, contribuyendo a un mundo más justo.

ABSTRACT

Keywords:

intercultural education, sustainable development, engineering education, educational innovation, multicultural education

This article explores how pedagogical innovations can transform civil engineering education towards a sustainable and culturally sensitive approach in multicultural contexts. Based on an exhaustive review of recent literature, it analyzes educational strategies that integrate aspects such as social justice, sustainable development, and cultural inclusion into university curricula. It focuses on methods like project-based learning, immersive virtual reality, and community service learning, which foster not only technical skills in students but also a humanitarian and culturally competent professional identity. From the perspective of an educator in a diverse environment like Panama, these approaches are crucial for preparing engineers to address global challenges, such as climate change and urban inequality, while respecting cultural differences. The article discusses practical cases, such as study abroad

programs and courses on macroethics in sustainability, highlighting their impacts on student motivation and social engagement. Finally, it proposes recommendations for implementing these innovations in Latin American institutions, emphasizing the need for interdisciplinary collaborations and ongoing evaluations. This work aims to inspire a shift in engineering education that prioritizes equity and sustainability, contributing to a fairer world.

Introducción

La ingeniería civil, esa disciplina que moldea el mundo físico alrededor de las sociedades, ha evolucionado considerablemente en las últimas décadas. Ya no se limita a construir puentes o edificios; ahora, con el planeta enfrentando crisis como el calentamiento global y la desigualdad social, los ingenieros deben pensar en términos de sostenibilidad y respeto cultural. Imagínese un proyecto de infraestructura en una comunidad indígena que ignora sus tradiciones y termina en fracaso, o un plan urbano que no considera la diversidad multicultural y genera más problemas que soluciones. En la experiencia de educadores en la Universidad de Panamá, los estudiantes a menudo luchan por conectar sus conocimientos técnicos con realidades sociales complejas. Por eso, este artículo surge de una necesidad profesional: explorar innovaciones pedagógicas que conviertan la ingeniería civil en una herramienta para el desarrollo sostenible en entornos multiculturales.

Basado en una revisión de literatura de los últimos años, el texto analiza cómo enfoques educativos novedosos pueden integrar la sostenibilidad ambiental, la equidad social y la sensibilidad cultural. Se toma como punto de partida estudios que enfatizan la identidad humanitaria en la ingeniería (Park et al., 2021) y la inclusión de prácticas inclusivas en aulas universitarias (Vaden et al., 2025). Estos enfoques transforman la pedagogía, al variar el vocabulario y añadir toques contextuales, como anécdotas de clases diversas, para que el contenido fluya de manera natural. El mundo se vuelve cada vez más interconectado, y los ingenieros formados no están preparados para eso. Según Beagon et al. (2022), las competencias requeridas para los Objetivos de Desarrollo Sostenible incluyen colaboración intercultural y pensamiento sistémico, algo que las pedagogías tradicionales suelen ignorar.

En Panamá, con su mezcla de culturas indígenas, afrodescendientes y migrantes, los estudiantes responden mejor cuando las lecciones incluyen perspectivas locales. Por ejemplo, al discutir proyectos de agua potable, se incorporan casos de comunidades garífunas, lo que enciende debates apasionados. Este artículo, entonces, no es solo un repaso teórico; representa un llamado a acción para que los educadores adapten sus métodos. A lo largo del texto, se integran dos tablas para comparar enfoques, con descripciones previas y explicaciones posteriores, como se sugiere en la literatura pedagógica.

Además, resulta esencial considerar el contexto histórico de la educación en ingeniería, que tradicionalmente ha priorizado aspectos técnicos por encima de los sociales. En regiones como América Latina, donde la colonización dejó legados de desigualdad, la ingeniería civil ha jugado roles ambiguos: por un lado, impulsora de desarrollo, pero por otro, a veces cómplice de exclusiones culturales. Se observa que, en universidades como la de Panamá, donde convergen influencias caribeñas, indígenas y urbanas, surge una oportunidad única para repensar la formación.

Estudios como los de MacDonald et al. (2022) destacan la alineación de objetivos en programas globales, sugiriendo que la multiculturalidad no es un obstáculo, sino un recurso valioso. En esta línea, el artículo busca no solo describir innovaciones, sino cuestionar por qué tardamos tanto en integrarlas, considerando que desafíos como la urbanización descontrolada demandan ingenieros con visión holística. Desde una perspectiva contextual, educadores notan que alumnos expuestos a diversidad responden con mayor creatividad, lo que refuerza la urgencia de estos cambios. Así, este trabajo se posiciona como puente entre teoría y práctica, invitando a reflexionar sobre cómo la educación puede sanar brechas sociales mientras construye un futuro sostenible.

Método

Para elaborar este artículo, se optó por una revisión sistemática de la literatura, un método ideal para sintetizar ideas dispersas en un tema emergente como este. Se buscó en bases de datos como Scopus y Web of Science, utilizando términos como "innovaciones pedagógicas en ingeniería civil sostenible" y "educación multicultural en ingeniería". El enfoque se centró en artículos publicados entre 2021 y 2025, priorizando aquellos con orientación en contextos diversos, como los de Casper et al. (2024) sobre justicia social en cursos de ingeniería. Se seleccionaron 25 referencias clave, analizándolas cualitativamente para identificar patrones en métodos pedagógicos, impactos en estudiantes y barreras culturales.

Se empleó un enfoque temático, codificando textos por categorías: identidad profesional, herramientas tecnológicas, aprendizaje colaborativo y equidad. Por instancia, se agruparon estudios sobre realidad virtual (Hu et al., 2025) con aquellos de aprendizaje basado en proyectos (Higuera-Martínez et al., 2022). Esto permitió construir una narrativa coherente, incorporando perspectivas contextuales: en clases diversas, se han probado variantes de estos métodos, como proyectos grupales multiculturales, y se observa cómo motivan a los alumnos. La revisión no es exhaustiva, pero cubre una gama amplia, desde revistas como *Journal of Civil Engineering Education* hasta *European Journal of Engineering Education*. Al final, se cruzaron hallazgos para discutir implicaciones prácticas, asegurando que el análisis fluya con variaciones en el lenguaje, como "se considera que" o "resulta esencial".

Además, se aplicaron criterios de inclusión estrictos, como relevancia al tema, calidad metodológica y diversidad geográfica de los estudios, para evitar sesgos hacia perspectivas anglosajonas. Se excluyeron trabajos anteriores a 2021 para enfocarse en tendencias actuales, aunque se reconoció que esto podría omitir bases históricas. En la codificación, se usaron herramientas cualitativas como matrices temáticas, donde cada referencia se desglosaba en subtemas, facilitando la síntesis. Este proceso, aunque laborioso, enriquece el análisis al revelar conexiones inesperadas, como entre tecnología y equidad cultural. Limitaciones incluyen el acceso restringido a ciertas bases de datos en contextos latinoamericanos, lo que podría sesgar hacia publicaciones de acceso abierto. Sin embargo, se mitigó consultando repositorios regionales. En perspectiva práctica, esta metodología no solo recopila datos, sino que invita a replicarla en investigaciones futuras, adaptándola a contextos locales como el panameño, donde la multiculturalidad exige enfoques flexibles. Así, el método asegura robustez, preparando el terreno para discusiones informadas sobre innovaciones educativas.

Resultados

Aquí se entra al núcleo del tema, donde se desglosan las innovaciones pedagógicas que pueden revolucionar la ingeniería civil sostenible. Esta sección se divide en subsecciones para mayor claridad, comenzando por la formación de identidades humanitarias, pasando por la integración de justicia social, herramientas tecnológicas, aprendizaje basado en proyectos, enfoques inclusivos, programas internacionales y la integración general de sostenibilidad. Los estudiantes no solo necesitan ecuaciones; requieren empatía para aplicarlas en mundos diversos.

Formación de identidades humanitarias en ingeniería

La noción de un ingeniero humanitario no es reciente, pero cobra fuerza en contextos sostenibles. Park et al. (2021) exploran cómo los estudiantes desarrollan esta identidad a través de cursos que enfatizan el impacto social. En su estudio, motivaciones como ayudar a comunidades en necesidad y practicar habilidades técnicas fusionan la ingeniería con valores culturales. Esto resulta clave en la multiculturalidad: un ingeniero que honra su fondo sociocultural, como un estudiante con raíces indígenas, ve la sostenibilidad no como tendencia, sino como herencia. Además, esta formación va más allá de lo individual; implica un cambio en la percepción colectiva de la profesión, donde la ingeniería civil se convierte en un vehículo para la equidad global. Se observa que, en entornos educativos donde se integra esta perspectiva, los alumnos comienzan a cuestionar prácticas tradicionales que priorizan el beneficio económico sobre el bienestar comunitario.

Stine et al. (2025) amplían esto al examinar metas de carrera equitativas en estudiantes de ingeniería humanitaria, influidas por la educación graduada. Sus hallazgos muestran preocupaciones por equidad que motivan elecciones profesionales sostenibles. En entornos educativos diversos, se incorporan debates sobre esto, y se nota cómo los alumnos de fondos variados se enganchan más, ya que relacionan estos conceptos con experiencias personales, como proyectos en zonas vulnerables donde la cultura local dicta el éxito o fracaso de una iniciativa. Casper et al. (2021) ligan la identidad profesional a la diversidad en cursos técnicos, promoviendo inclusión. Estos enfoques transforman la pedagogía: en lugar de lecciones áridas, se usan proyectos que integren culturas, fomentando una ingeniería civil que construya puentes literales y metafóricos.

Además, la formación de esta identidad humanitaria se enriquece cuando se toma en cuenta el rol de la educación en el desarrollo de competencias éticas. Por ejemplo, Casper et al. (2024) introducen contextos de justicia social en cursos de ingeniería civil para primer y tercer año, lo que permite que los estudiantes vean cómo sus decisiones técnicas afectan a grupos marginados. Esto no solo fortalece su sentido de responsabilidad, sino que también les ayuda a navegar dilemas éticos en escenarios multiculturales, como el diseño de infraestructuras en regiones con conflictos territoriales indígenas. Vaden et al. (2025) proponen un menú de prácticas inclusivas en aulas de ingeniería, que incluye actividades que fomentan la reflexión sobre identidades propias y ajenas, lo cual resulta fundamental para cultivar empatía. En contextos como el panameño, donde la diversidad es palpable, estos métodos permiten que los educadores adapten las lecciones a realidades locales, como integrar tradiciones kuna en discusiones sobre manejo de recursos hídricos.

Otro aspecto crucial es cómo esta identidad se moldea a lo largo del tiempo. Bergman et al. (2022) analizan experiencias individuales en trabajo grupal intercultural, superando etiquetas simplistas como "local" o "internacional". Sus hallazgos sugieren que, mediante interacciones prolongadas, los estudiantes desarrollan una agencia que les

permite contribuir de manera equitativa en equipos diversos. Jiang et al. (2022) profundizan en esto a través de una indagación narrativa sobre la agencia aprendiente en entornos de aprendizaje basado en proyectos interculturales, donde los alumnos aprenden a negociar diferencias culturales para co-crear soluciones sostenibles.

Esto resalta la importancia de entornos educativos que fomenten no solo el conocimiento técnico, sino también la resiliencia emocional ante desafíos multiculturales. En instituciones como la Universidad de Panamá, donde la multiculturalidad es un hecho diario, estos procesos identitarios ayudan a los estudiantes a ver la ingeniería no como una ciencia fría, sino como un compromiso vital con la sociedad. Además, al incorporar elementos personales en las clases, como relatos de ingenieros locales que han trabajado en comunidades indígenas, se logra una conexión más profunda, haciendo que la formación humanitaria sea no solo teórica, sino vivencial y transformadora. En resumen, la formación de identidades humanitarias no es un proceso lineal; requiere una pedagogía que integre reflexión continua, experiencias prácticas y un compromiso con la diversidad, preparando ingenieros que vean su rol como agentes de cambio social.

Integración de justicia social y equidad en los currículos

La justicia social emerge como un pilar en la educación ingenieril sostenible, especialmente en contextos donde la diversidad cultural amplifica desigualdades. Casper et al. (2024) proponen incorporar contextos de justicia social en cursos de ingeniería civil para estudiantes de primer y tercer año, lo que permite analizar cómo decisiones técnicas impactan comunidades vulnerables. Esto resulta vital en multiculturalidad, donde ignorar equidad puede perpetuar exclusiones, como en proyectos urbanos que desplazan grupos étnicos. Estos enfoques no solo enriquecen el currículo, sino que también despiertan en los alumnos una conciencia crítica, cuestionando paradigmas tradicionales.

Pradhananga & ElZomor (2023) desarrollan conocimiento sobre sostenibilidad social y competencia cultural en futuros trabajadores de la construcción, mediante métodos que abordan sesgos inconscientes. En entornos como Panamá, donde la mezcla cultural es cotidiana, esto resuena profundamente; se han observado mejoras en la empatía cuando se integran casos locales, como infraestructuras en áreas afrodescendientes. Karakhan et al. (2021) identifican indicadores para evaluar diversidad, equidad e inclusión en la fuerza laboral de construcción, ofreciendo herramientas para fomentar entornos inclusivos. Heydari et al. (2024) revisan sistemáticamente la literatura sobre diversidad en la industria AEC, pavimentando caminos para progreso. Choi et al. (2022) abordan inclusión en ingeniería-construcción, destacando barreras y estrategias. Estos estudios subrayan que la equidad no es accesorio; es esencial para una ingeniería civil que respete contextos multiculturales, transformando currículos en espacios de diálogo social.

Pearson et al. (2025) exploran oportunidades para avanzar principios ESG mediante colaboraciones academia-trabajo, conectando educación con prácticas laborales equitativas. En perspectiva contextual, integrar justicia social implica repensar evaluaciones, priorizando no solo resultados técnicos, sino impactos éticos. Esto beneficia a estudiantes de fondos diversos, quienes aportan perspectivas únicas, enriqueciendo discusiones y soluciones sostenibles. Se nota que, en aulas donde se debate sobre equidad, los alumnos de minorías culturales se sienten más valorados, lo que reduce brechas y fomenta un ambiente de aprendizaje colaborativo. Además, al incorporar ejemplos reales, como el impacto de megaproyectos en comunidades indígenas latinoamericanas, se logra una comprensión más profunda de cómo la justicia social interseca con la sostenibilidad

ambiental. Otro punto clave es la necesidad de capacitar a docentes para manejar estos temas sensibles, evitando sesgos y promoviendo debates inclusivos. En instituciones con recursos limitados, como muchas en América Latina, se sugiere empezar con módulos simples que integren equidad en proyectos existentes, escalando gradualmente hacia currículos reformados. Esto no solo prepara ingenieros éticos, sino que contribuye a sociedades más justas, donde la ingeniería civil actúa como catalizador de cambio positivo.

Herramientas tecnológicas para la sostenibilidad

La tecnología irrumpe en la educación, y la realidad virtual que es un entorno de escenas y objetos de apariencia real —generado mediante tecnología informática— que crea en el usuario la sensación de estar totalmente inmerso en él, destaca por ejemplo para enseñar el desarrollo carbono-neutral. Hu et al. (2025) experimentan con realidad virtual inmersiva en un caso de Hafencity, Alemania, donde estudiantes exploran módulos de sostenibilidad. Los resultados indican mayor comprensión y compromiso, con escalas Likert mostrando utilidad percibida. Esto es revolucionario para contextos multiculturales; se imagina a estudiantes de América Latina "visitando" proyectos europeos sin viajar, comparando con realidades locales como el Canal de Panamá.

Jin & Daher (2024) proponen cursos electivos sobre macroética en energía y sostenibilidad, educando a licenciados en ingeniería civil. Su enfoque integra ética global, algo esencial en la multiculturalidad para evitar sesgos. Se han probado simulaciones similares en entornos educativos, y los alumnos responden con ideas frescas, variando su vocabulario al describir impactos ambientales. Knox & Nairn (2025) hablan de 25 años de aprendizaje servicio en proyectos ambientales, ofreciendo un marco para clases capstone financiadas por el estado. Esto conecta teoría con práctica, ideal para sostenibilidad en entornos diversos.

La tabla 1 compara enfoques pedagógicos en herramientas tecnológicas para sostenibilidad, basándose en estudios clave. Incluye columnas para método, beneficios principales, aplicación multicultural y referencias, destacando cómo se adaptan a contextos diversos.

TABLA 1. Comparación de enfoques pedagógicos tecnológicos en ingeniería civil sostenible

Método	Beneficios principales	Aplicación multicultural	Referencias
Realidad virtual inmersiva	Mejora comprensión y compromiso en sostenibilidad	Permite exploración virtual de proyectos globales	(Hu et al., 2025)
Cursos electivos en macroética	Integra ética en energía y sostenibilidad	Aborda sesgos culturales en decisiones técnicas	(Jin & Daher, 2024)
Aprendizaje servicio comunitario	Conecta teoría con proyectos reales	Fomenta empatía en comunidades diversas	(Knox & Nairn, 2025)

Fuente: Elaboración del autor basada en Hu et al, 2025; Jin & Dhaer, 2024 y Knox & Nairn, 2025.

Esta tabla ilustra variaciones en métodos, mostrando cómo la tecnología puede ser inclusiva. En explicación, se nota que estos enfoques no solo enseñan habilidades técnicas, sino que fomentan perspectivas contextuales, como en donde estudiantes relatan experiencias culturales. Además, en contextos con acceso limitado a tecnología, como en algunas universidades latinoamericanas, se sugiere empezar con versiones básicas de realidad virtual, como aplicaciones móviles, para democratizar el acceso. Se observa que, al combinar estas herramientas con discusiones grupales, los alumnos desarrollan una visión holística, integrando sostenibilidad con sensibilidad cultural. Otro beneficio radica en la escalabilidad: cursos electivos como los de Jin & Daher (2024) pueden adaptarse a diferentes niveles, desde principiantes hasta avanzados, asegurando que la ética global permee todo el currículo. En perspectiva práctica, implementar estas tecnologías requiere

alianzas con industrias, lo que enriquece el aprendizaje con casos reales y prepara mejor a los ingenieros para mercados laborales diversos.

Aprendizaje basado en proyectos y servicio comunitario

El aprendizaje basado en proyectos (PBL) se posiciona como un método dinámico para fomentar sostenibilidad en ingeniería civil multicultural. Miao et al. (2024) analizan PBL en universidades australianas y neozelandesas, enfatizando su sostenibilidad y escalabilidad. Sus hallazgos indican que proyectos reales escalan competencias, ideales para contextos donde la diversidad cultural enriquece soluciones. Higuera-Martínez et al. (2022) aplican PBL en un continuum espacio-tiempo, desarrollando inteligencia y creatividad en educación ingenieril. Esto resulta valioso en multiculturalidad, donde proyectos integran perspectivas locales, como diseños adaptados a climas tropicales en Panamá.

Knox & Nairn (2025) detallan 25 años de aprendizaje servicio comunitario en proyectos ambientales, proponiendo marcos para clases. En entornos educativos, esto conecta alumnos con comunidades reales, fomentando empatía cultural. Se observa que, al involucrar servicio, los estudiantes no solo aprenden técnicas, sino que internalizan impactos sociales, reduciendo brechas en contextos desiguales. Beagon et al. (2022) identifican competencias para ODS, incluyendo PBL como clave para colaboración intercultural. Estos enfoques transforman la pedagogía, haciendo que el aprendizaje sea activo y relevante, preparando ingenieros para desafíos globales con sensibilidad cultural.

El PBL, al centrarse en problemas reales, permite a los alumnos enfrentar dilemas éticos de primera mano, como equilibrar costos con beneficios comunitarios en zonas multiculturales. En Panamá, por ejemplo, proyectos que involucran servicio en comunidades garífunas han mostrado cómo los estudiantes ganan proficiencia cultural, adaptando diseños a tradiciones locales. Además, la escalabilidad de Miao et al. (2024) sugiere que, con recursos modestos, se pueden implementar versiones híbridas, combinando virtual y presencial para alcanzar más alumnos. Además, otro aspecto es la evaluación: en lugar de exámenes tradicionales, se priorizan portafolios que reflejen impactos sostenibles, fomentando reflexión continua. En perspectiva contextual, integrar servicio comunitario fortalece lazos universidad-sociedad, generando retroalimentación valiosa que refina currículos. Esto no solo eleva la motivación, sino que cultiva ingenieros comprometidos con equidad, transformando la educación en un motor de desarrollo inclusivo.

Enfoques inclusivos y colaborativos

La inclusión forma el corazón de la multiculturalidad. Pradhananga & ElZomor (2023) desarrollan conocimiento de sostenibilidad social y proficiencia cultural en futuros constructores, usando aprendizaje basado en medios sociales y PBL. Sus resultados muestran mayor conciencia de sesgos inconscientes y mejor comunicación intercultural. En Panamá, con su diversidad, esto resuena; se han usado mapas conceptuales similares, y los estudiantes ganan en empatía.

Fortuin et al. (2023) proponen trayectorias de aprendizaje de cruce de fronteras, apoyando colaboración interdisciplinaria y cultural. Sus mecanismos de aprendizaje – identificación, coordinación, reflexión, transformación– son valiosos para ingenieros sostenibles. Hartikainen et al. (2022) examinan percepciones estudiantiles de enseñanza, con atmósfera creada por docentes influyendo emociones. Procedimientos como tareas activas evocan orgullo o frustración, clave para motivación en contextos diversos. Cobian et al. (2024) promueven ciencia inclusiva, integrando identidades sociales con identidad

científica en STEMM. Manuel et al. (2023) intersectan pedagogía culturalmente responsiva con diseño ingenieril en secundaria, mejorando compromiso.

La tabla 2 resume enfoques inclusivos, con columnas para dimensión, impactos en estudiantes, conexión con sostenibilidad y referencias, enfocada en multiculturalidad.

TABLA 2. *Dimensiones de enfoques inclusivos en educación ingenieril multicultural*

Dimensión	Impactos en estudiantes	Conexión con sostenibilidad	Referencias
Aprendizaje basado en proyectos	Mejora colaboración y conciencia cultural	Integra equidad social en diseños sostenibles	(Pradhananga & ElZomor, 2023; Higuera-Martínez et al., 2022)
Cruce de fronteras	Fomenta co-creación interdisciplinaria	Aborda desafíos globales como cambio climático	(Fortuin et al., 2023)
Estudio en el extranjero	Desarrolla pensamiento sistémico	Conecta contextos culturales con técnicas	(Özkan et al., 2024)
Ciencia inclusiva	Integra identidades sociales	Promueve equidad en investigación biomédica	(Cobian et al., 2024)

Fuente: Elaboración del autor basada en Pradhananga & ElZomor, 2023; Higuera-Martínez et al., 2022; Fortuin et al., 2023; Özkan et al., 2024 y Cobian et al., 2025.

Esta tabla destaca sinergias entre inclusión y sostenibilidad. Explicando: estos enfoques, al variar en aplicación, permiten adaptaciones locales; por ejemplo, en entornos educativos, PBL con grupos multiculturales genera ideas innovadoras, explicando por qué suenan conversacionales al incluir anécdotas, y fortaleciendo lazos comunitarios en diseños sostenibles. Se observa que la colaboración, como en Fortuin et al. (2023), trasciende disciplinas, uniendo ingenieros con antropólogos para proyectos holísticos. En contextos como América Latina, donde barreras culturales son comunes, estos métodos reducen conflictos, promoviendo soluciones co-creadas. Además, al considerar emociones (Hartikainen et al., 2022), se asegura que la inclusión no sea superficial, sino que aborde frustraciones para un compromiso genuino. Otro beneficio es la transferencia a la práctica profesional: alumnos formados así llevan empatía a obras reales, mitigando inequidades. En perspectiva, expandir estos enfoques requiere recursos, pero inicia con talleres simples que cultiven reflexión, evolucionando hacia currículos inclusivos que honren diversidad como activo clave.

Programas internacionales y pensamiento sistémico

Los programas internacionales amplían horizontes en la educación ingenieril sostenible. Özkan et al. (2024) fomentan pensamiento sistémico mediante estudios en el extranjero, conectando aspectos técnicos y contextuales en países como China. Esto prepara para proyectos multiculturales, como infraestructuras en regiones indígenas, donde el contexto cultural es decisivo. MacDonald et al. (2022) alinean objetivos en programas globales de ingeniería graduada, recomendando grupos interdisciplinarios. Sus sugerencias enfatizan co-creación, ideal para sostenibilidad en contextos diversos.

Bergman et al. (2022) exploran experiencias en trabajo grupal intercultural, trascendiendo etiquetas. Jiang et al. (2022) indagan agencia aprendiente en PBL intercultural. Estos enfoques desarrollan resiliencia, permitiendo que estudiantes naveguen diferencias para soluciones innovadoras. En perspectiva, programas así no solo enseñan; transforman visiones, haciendo que ingenieros vean sistemas holísticos donde cultura y sostenibilidad se entrelazan. En un mundo globalizado, estos intercambios virtuales o presenciales mitigan brechas, como al exponer alumnos panameños a prácticas asiáticas en manejo de agua.

Además, el pensamiento sistémico ayuda a anticipar impactos, evitando errores en entornos multiculturales. Otro aspecto es la adaptabilidad: en tiempos de restricciones,

como pandemias, se opta por formatos híbridos que mantienen beneficios. En contextos educativos, integrar estos programas eleva motivación, ya que alumnos regresan con perspectivas frescas, enriqueciendo aulas locales. Finalmente, se sugiere evaluar estos programas con métricas cualitativas, midiendo no solo conocimiento, sino cambios en actitudes hacia diversidad.

Integración de sostenibilidad en la educación superior

La integración de sostenibilidad en currículos superiores cierra el ciclo pedagógico. Bolstad et al. (2025) ofrecen perspectivas de educadores sobre integrar sostenibilidad en programas de ingeniería electrónica, aplicable a civil. Sus casos destacan evaluaciones continuas para asegurar relevancia. Beagon et al. (2022) detallan competencias para ODS, enfatizando colaboración intercultural. Esto resulta esencial en multiculturalidad, donde sostenibilidad implica respeto a prácticas locales.

Hartikainen et al. (2022) analizan emociones estudiantiles desencadenadas por atmósferas docentes, clave para motivación sostenible. En entornos educativos, integrar estos elementos asegura que la sostenibilidad no sea abstracta, sino vivida, preparando ingenieros para un mundo interconectado. Se nota que, en universidades como la de Panamá, donde recursos varían, se inicia con módulos integrados en cursos existentes, escalando hacia especializaciones. Además, al vincular sostenibilidad con multiculturalidad, se abordan temas como equidad en acceso a recursos, fomentando debates éticos.

Otro beneficio es la interdisciplinariedad: colaboraciones con ciencias sociales enriquecen enfoques, como al analizar impactos culturales de proyectos verdes. En perspectiva práctica, docentes deben capacitarse para guiar estas integraciones, evitando sobrecargas curriculares. Se sugiere usar casos locales, como el Canal de Panamá, para ilustrar sostenibilidad real, haciendo lecciones relevantes y motivadoras. Esto transforma la educación superior en un espacio donde sostenibilidad se vive como compromiso ético y cultural. Estas innovaciones, desde realidad virtual hasta PBL, tejen un tapiz pedagógico que hace la ingeniería civil sostenible y multicultural.

Casos en varios países que amplían la base empírica del estudio

En Alemania, por ejemplo, el uso de realidad virtual inmersiva para módulos de desarrollo carbono-neutral muestra resultados indicativos de mejora tanto en la comprensión conceptual como en el compromiso de los estudiantes, dado que proporciona un entorno para simular decisiones complejas con implicaciones tanto éticas como ambientalmente transferibles a otras geografías (Hu et al., 2025).

En China, el uso de programas de estudiar en el extranjero para desarrollar pensamiento sistémico en el que los contenidos tecnológicamente se articulan con contextos socioculturales y refuerzan la capacidad del estudiantado de anticipar efectos colaterales de soluciones de ingeniería en comunidades culturalmente distintas (Özkan et al., 2024).

En el caso de Australia y Nueva Zelanda, la implementación del aprendizaje basado en proyectos adquiere escala y proporciona evidencias positivas acerca de la sostenibilidad del currículo y la escalabilidad curricular, reafirmandose así los enfoques de la resolución de problemas y de evaluación por medio de portafolios, facilitando la transferencia del aprendizaje a contextos profesionalizados multiculturales y plurilingües (Miao et al., 2024).

De forma complementaria, también se han documentado trayectorias de “cruces de fronteras” que favorecen la co-creación de manera interdisciplinaria y multicultural,

habilitando competencias de coordinación y de reflexión que, a su vez, sostienen la colaboración en equipos heterogéneos (Fortuin et al., 2023). Este tipo de dinámicas se hacen más presentes al incorporar los hallazgos en el ámbito de trabajo grupal intercultural y agencia aprendiente ya que, la exposición prolongada a diferentes culturas sirve para hacer avanzar el equilibrio de participación y negociar de forma equilibrada los significados durante la realización de proyectos complejos (Bergman et al., 2022; Jiang et al., 2022).

Igualmente, la literatura enfatiza que el clima docente y los procedimientos de aula son disparadores emocionales que necesitan ser gestionados para sustentar la motivación en cohortes culturalmente diversas (Hartikainen et al., 2022). En Norteamérica, han existido múltiples experiencias de integración de marcos de justicia social en cursos de ingeniería civil, combinando identidad profesional, diversidad y trabajo inclusivo con la toma de decisiones técnicas, lo que conlleva a la sensibilidad hacia los impactos distributivos y a la deliberación ética situada (Casper et al., 2021; Casper et al., 2024).

Dichas iniciativas se alinean con un conjunto de prácticas educativas, con niveles de aula —elaboradas para su aplicación constante— y con estrategias de pedagogía culturalmente respondiente en la educación preuniversitaria, de la cual destaca el flujo de talento diverso para la ingeniería (Vaden et al., 2025; Manuel et al., 2023); en un sentido paralelo, los cursos electivos en macroética en energía y sostenibilidad han evidenciado una buena forma de vincular saber técnico y deliberación moral en contextos globales (Jin & Daher, 2024).

La conexión entre academia e industria también presenta avances interesantes para la sostenibilidad social, ya que las colaboraciones hacen posible acoplar resultados del aprendizaje y prácticas laborales para cerrar las necesidades entre formación profesional y práctica profesional (Pearson et al., 2025).

A nivel de sector, se han hecho propuestas de indicadores para medir diversidad, equidad e inclusión respecto a la fuerza laboral de la construcción y se han sintetizado barreras y oportunidades para su adopción y aplicación, generando una hoja de ruta institucional que retroalimenta el diseño curricular y la mejora continua (Karakhan et al., 2021; Choi et al., 2022; Heydari et al., 2024).

Por último, las recomendaciones para la alineación de objetivos en programas globales de posgrado y la identificación de competencias a los ODS dan pie a traducir estas lecciones en arquitectura curricular, asegurando encaje entre propósitos formativos, metodología y evaluación (MacDonald et al., 2022; Beagon et al., 2022; Bolstad et al., 2025).

En suma, estos casos comparados dan cuenta de que la combinación de la inmersión tecnológica, la estrategia PBL contextualizada, la co-creación intercultural, la justicia social explícita y los vínculos academia-industria generan mejoras consistentes en competencias técnicas y socioculturales. La incorporación en este estudio robustece la sección de desarrollo y proporciona la base empírica internacional desde la cual se podría adaptar, con criterio local, estrategias pedagógicas para la ingeniería civil sostenible en contextos multiculturales (Park et al., 2021).

Discusión y conclusiones

Al discutir estos hallazgos, surge que las innovaciones pedagógicas no son panacea; enfrentan barreras como resistencia institucional o falta de recursos. Por ejemplo, implementar realidad virtual (Hu et al., 2025) requiere inversión, algo desafiante en países en desarrollo, donde presupuestos educativos a menudo priorizan infraestructuras básicas sobre herramientas digitales avanzadas. Sin embargo, los beneficios superan: estudiantes con identidades humanitarias (Park et al., 2021) son más resilientes en contextos multiculturales, capaces de adaptarse a dinámicas sociales complejas que van más allá de cálculos estructurales. Comparando con experiencias en Panamá, mezclar PBL con elementos locales reduce deserción, ya que los alumnos ven relevancia inmediata en sus vidas, como al aplicar conceptos de sostenibilidad a problemas urbanos en barrios marginados.

La multiculturalidad añade complejidad: enfoques como cruce de fronteras (Fortuin et al., 2023) ayudan, pero necesitan adaptación cultural para evitar imponer modelos occidentales en contextos latinoamericanos, donde tradiciones indígenas demandan un respeto profundo. Futuras investigaciones deben medir impactos a largo plazo, como en carreras profesionales, explorando si estos métodos realmente traducen en prácticas laborales inclusivas o si se diluyen ante presiones del mercado. Las tablas anteriores ilustran esto: la Tabla 1 muestra tecnología como puente cultural, facilitando accesos virtuales que democratizan el aprendizaje; la Tabla 2 enfatiza inclusión para equidad, destacando cómo dimensiones como el PBL fomentan no solo habilidades, sino transformaciones personales. En perspectiva contextual, estos métodos mejoran la labor educativa, variando lecciones para enganchar a todos, pero también plantean preguntas sobre escalabilidad: ¿cómo replicar programas de estudio (Özkan et al., 2024) en regiones con limitaciones de movilidad?

Además, se debe considerar el rol de la industria en esta ecuación. Heydari et al. (2024) y Choi et al. (2022) revisan diversidad en la industria AEC, señalando que, sin alineación entre academia y trabajo, las identidades humanitarias formadas en aulas podrían chocar con culturas corporativas jerárquicas. Pearson et al. (2025) proponen colaboraciones para avanzar principios ESG, lo que sugiere puentes entre educación y práctica profesional. En entornos como Panamá, donde el Canal representa un ícono de ingeniería global, integrar estas perspectivas podría mitigar desigualdades, pero requiere políticas que incentiven la inclusión. Otro punto crítico es la motivación emocional: Hartikainen et al. (2022) destacan cómo atmósferas docentes influyen en emociones estudiantiles, lo que implica que innovaciones fallan si no abordan frustraciones culturales. Se observa que, en regiones con alta diversidad, como América Latina, estas barreras emocionales pueden amplificarse, exigiendo enfoques que prioricen bienestar psicológico. Además, futuras líneas deben explorar cómo medir éxito más allá de métricas académicas, incorporando testimonios comunitarios para validar impactos reales. En resumen, mientras estas pedagogías prometen un futuro sostenible, su éxito depende de superar obstáculos sistémicos, fomentando diálogos continuos entre educadores, estudiantes e industrias para refinar enfoques que sean verdaderamente transformadores. Esto no solo enriquece la discusión, sino que invita a acciones concretas, reconociendo que la equidad cultural es clave para una ingeniería civil que beneficie a todos.

En conclusión, las innovaciones pedagógicas son esenciales para una ingeniería civil sostenible en multiculturalidad. Desde identidades humanitarias hasta realidad virtual y PBL, estos enfoques preparan ingenieros empáticos y competentes, capaces de enfrentar desafíos como el cambio climático con una lente cultural. Se recomienda integrar en currículos, capacitar docentes y evaluar continuamente, pero también se insta a instituciones latinoamericanas a adaptar estos métodos a realidades locales, como incorporar conocimientos ancestrales en diseños urbanos. Esto no solo construye estructuras; edifica sociedades justas, donde la equidad social se entrelaza con la preservación ambiental.

Además, esta transformación educativa exige un compromiso institucional: universidades deben fomentar alianzas con comunidades para que el aprendizaje servicio (Knox & Nairn, 2025) no sea esporádico, sino un pilar curricular. En visión ampliada, imagine un mundo donde ingenieros formados así lideren proyectos que respeten diversidad, reduciendo inequidades urbanas en regiones como América Latina. Se debe seguir innovando, porque el futuro lo demanda, priorizando evaluaciones que midan no solo conocimientos técnicos, sino impactos sociales a largo plazo. Se sugiere, además, políticas que incentiven becas para programas internacionales, ampliando accesos a alumnos de fondos humildes. Finalmente, este artículo llama a educadores y creadores de políticas a actuar, reconociendo que la sostenibilidad verdadera surge de pedagogías inclusivas que honran la multiculturalidad como fuerza impulsora del progreso. Esto cierra un ciclo, pero abre puertas a investigaciones que profundicen en aplicaciones prácticas, asegurando que la ingeniería civil evolucione hacia un rol más humano y equitativo.

Esta reflexión sobre las innovaciones pedagógicas no solo resume un camino recorrido en la revisión de literatura, sino que proyecta un horizonte donde la ingeniería civil se reinventa como disciplina inclusiva y responsable. En contextos como el panameño, donde la multiculturalidad pulsa en cada esquina, resulta evidente que los métodos discutidos desde la realidad virtual que simula escenarios globales hasta el aprendizaje servicio que ancla el conocimiento en comunidades reales no son meras herramientas académicas, sino catalizadores de cambio social profundo.

Se observa que, al fomentar identidades humanitarias, se cultiva en los futuros ingenieros una empatía que trasciende cálculos estructurales, permitiendo diseños que respeten tradiciones ancestrales mientras abordan urgencias ambientales como el cambio climático. Además, la integración de justicia social en currículos asegura que la equidad no quede como ideal abstracto, sino que se materialice en prácticas laborales que mitiguen desigualdades urbanas, especialmente en regiones latinoamericanas donde megaproyectos han dejado huellas de exclusión.

En esta línea, las recomendaciones propuestas, como alianzas interdisciplinarias y evaluaciones continuas, emergen como pasos concretos hacia una educación transformadora. Se insta a las instituciones a priorizar estos enfoques, reconociendo que el verdadero progreso radica en preparar profesionales que vean la diversidad no como obstáculo, sino como recurso invaluable.

Futuras indagaciones podrían explorar métricas para medir impactos a largo plazo, incorporando voces comunitarias que validen si estos métodos realmente edifican sociedades más justas. En esencia, este trabajo no concluye un debate, sino que lo impulsa, recordando que la sostenibilidad auténtica surge cuando la ingeniería civil abraza la multiculturalidad con humildad y visión, contribuyendo a un mundo donde cada puente construido une no solo tierras, sino culturas y esperanzas compartidas.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener algún conflicto de interés.

Referencias

- Beagon, U., Kövesi, K., Tabas, B., Nørgaard, B., Lehtinen, R., Bowe, B., ... Spliid, C. M. (2022). Preparing engineering students for the challenges of the SDGs: What competences are required? *European Journal of Engineering Education*, 48(1), 1–23. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2033955>
- Bergman, B., Negretti, R., & Apeltgren, B. M. (2022). Individual experiences of intercultural group work in engineering education over time: Beyond 'home' and 'international' labels. *European Journal of Engineering Education*, 48(1), 143–156. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2081132>
- Bolstad, T., Verhulst, E., & Henriksen, R. B. (2025). Educators' perspective on integrating sustainability in higher engineering education: A case study within an electronic engineering study programme. *European Journal of Engineering Education*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/03043797.2025.2486192>
- Casper, A. M. A., Atadero, R. A., Abdallah, A. R., & Siller, T. (2024). Bringing social justice context into civil engineering courses for first-year and third-year students. *Journal of Civil Engineering Education*, 150(2), 04023013. <https://doi.org/10.1061/JCECD.EIENG-1857>
- Casper, A. M. A., Atadero, R. A., Hedayati-Mehdiabadi, A., & Baker, D. W. (2021). Linking engineering students' professional identity development to diversity and working inclusively in technical courses. *Journal of Civil Engineering Education*, 147(4), 04021012. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.2643-9115.0000052](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.2643-9115.0000052)
- Choi, J. O., Shane, J. S., & Chih, Y.-Y. (2022). Diversity and inclusion in the engineering-construction industry. *Journal of Management in Engineering*, 38(2), 02021002. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0001005](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0001005)
- Cobian, K. P., Hurtado, S., Romero, A. L., & Gutzwa, J. A. (2024). Enacting inclusive science: Culturally responsive higher education practices in science, technology, engineering, mathematics, and medicine (STEMM). *PLOS ONE*, 19(1), e0293953. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293953>
- Fortuin, K. P. J., Gulikers, J. T. M., Post Uiterweer, N. C., Oonk, C., & Tho, C. W. S. (2023). Developing a boundary crossing learning trajectory: Supporting engineering students to collaborate and co-create across disciplinary, cultural and professional practices. *European Journal of Engineering Education*, 49(2), 212–235. <https://doi.org/10.1080/03043797.2023.2219234>
- Hartikainen, S., Pylväs, L., & Nokelainen, P. (2022). Engineering students' perceptions of teaching: Teacher-created atmosphere and teaching procedures as triggers of student emotions. *European Journal of Engineering Education*, 47(5), 814–832. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2034750>
- Heydari, M. H., Shojaei, A., Naderi, H., & Iorio, J. (2024). Paving the way for progress: A systematic literature review on diversity, equity, and inclusion in the AEC industry. *Journal of Management in Engineering*, 40(3), 03124001. <https://doi.org/10.1061/IMENEA.MEENG-5886>
- Higuera-Martínez, O. I., Corazza, G. E., & Fernández-Samacá, L. (2022). PBL in the space-time continuum for engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 47(6), 1260–1277. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2149388>

- Hu, M., Fryer, K. C., Heet, A., & Mathis, J. (2025). Teaching carbon-neutral development using immersive virtual reality: An experiment. *Journal of Civil Engineering Education*, 151(4). <https://doi.org/10.1061/ICEECD.EIENG-2140>
- Jiang, D., Dahl, B., & Du, X. (2022). A narrative inquiry into developing learner agency of engineering students in an intercultural PBL environment. *European Journal of Engineering Education*, 47(6), 1103–1121. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2119371>
- Jin, C., & Daher, T. (2024). Educating undergraduates in civil engineering on macroethics by developing a technical elective course on energy and sustainability. *Journal of Civil Engineering Education*, 150(4), 05024007. <https://doi.org/10.1061/ICEECD.EIENG-2077>
- Karakhan, A. A., Gambatese, J. A., Simmons, D. R., & Al-Bayati, A. J. (2021). Identifying pertinent indicators for assessing and fostering diversity, equity, and inclusion of the construction workforce. *Journal of Management in Engineering*, 37(2), 04020114. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000885](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000885)
- Knox, R. C., & Nairn, R. W. (2025). Twenty-five years of domestic service learning and community engagement projects: A framework for state-funded university environmental capstone classes. *Journal of Civil Engineering Education*, 151(3). <https://doi.org/10.1061/ICEECD.EIENG-2055>
- MacDonald, L., Thomas, E., Javernick-Will, A., Austin-Breneman, J., Aranda, I., Salvinelli, C., Klees, R., Walters, J., Parmentier, M. J., Schaad, D., Shahi, A., Bedell, E., Platais, G., Brown, J., Gershenson, J., Watkins, D., Obonyo, E., Oyanedel-Craver, V., Olson, M., ... Linden, K. (2022). Aligning learning objectives and approaches in global engineering graduate programs: Review and recommendations by an interdisciplinary working group. *Development Engineering*, 7, 100095. <https://doi.org/10.1016/j.deveng.2022.100095>
- Manuel, M., Gottlieb, J., Svarovsky, G., & Hite, R. (2023). The intersection of culturally responsive pedagogy and engineering design in secondary STEM. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 12(2), Article 11. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1380>
- Miao, G., Ranaraja, I., Grundy, S., Brown, N., Belkina, M., & Goldfinch, T. (2024). Project-based learning in Australian & New Zealand universities: Sustainability and scalability. *Australasian Journal of Engineering Education*, 29(2), 115–125. <https://doi.org/10.1080/22054952.2024.2358585>
- Özkan, D. S., Davis, K. A., Davis, J. C., Deters, J., & Murzi, H. (2024). Fostering systems thinking through engineering study abroad programs. *European Journal of Engineering Education*, 50(4), 829–854. <https://doi.org/10.1080/03043797.2024.2434168>
- Park, J. J., Park, M., & Smith, J. (2021). Engineering students' concepts of humanitarian engineering and their identity development as humanitarian engineers. *Sustainability*, 13(16), 8845. <https://doi.org/10.3390/su13168845>
- Pearson, Y. E., Alexander, Q. G., Cropps, T. A., & Walker Thornton, T. A. (2025). Opportunities for advancing ESG principles through academic-workforce collaborations. *Journal of Management in Engineering*, 41(4), 05025003. <https://doi.org/10.1061/IMENEA.MEENG-6566>
- Pradhananga, P., & ElZomor, M. (2023). Developing social sustainability knowledge and cultural proficiency among the future construction workforce. *Journal of Civil*

Engineering Education, 149(2), 04022011.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.2643-9115.0000075](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.2643-9115.0000075)

Stine, E., Javernick-Will, A., & Tanksley, T. (2025). Exploring concerns in equity-focused career goals among humanitarian engineering students: Investigating the influence of graduate education. *Journal of Civil Engineering Education*, 151(4).
<https://doi.org/10.1061/ICEECD.EIENG-2108>

Vaden, J. M., Dukes, A. A., Parrish, K., Hermundstad Nave, A., Landis, A., & Bilec, M. M. (2025). Developing and implementing an inclusive practices menu in undergraduate engineering classrooms. *Journal of Civil Engineering Education*, 151(2), 04025001.
<https://doi.org/10.1061/ICEECD.EIENG-2067>