

REVISIÓN NARRATIVA

Tecnologías inmersivas en la formación de ingeniería civil: revisión narrativa y propuesta de integración con saberes ancestrales

Immersive technologies in civil engineering training: a narrative review and proposal for integration with ancestral knowledge

Gabriel Montúfar ¹ 

¹Gabriel Montúfar. Gabriel.montufar@up.ac.pa. Universidad de Panamá

DOI:

<https://doi.org/10.67461/4hzpdt92>

Correo del autor:

¹Gabriel.montufar@up.ac.pa

Fecha de recepción:

2/8/2025

Fecha de aceptación:

4/10/2025

Fecha de publicación:

01/07/2026

Resumen

Este manuscrito presenta una revisión narrativa (2021–2025) sobre el uso de tecnologías inmersivas como la realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV) en la formación en ingeniería civil, y formula una propuesta para su integración curricular con saberes ancestrales indígenas y afrodescendientes. El problema que aborda es la brecha entre enfoques tecnocéntricos y la pertinencia sociocultural de la enseñanza. La revisión se realiza como estudio bibliográfico narrativo, sin recolección de datos empíricos, y se complementa con un análisis crítico de barreras institucionales y oportunidades pedagógicas. Asimismo, se incorpora un marco de integración curricular co-diseñado con comunidades, articulando simulaciones RA/RV con prácticas tradicionales de manejo del agua y soluciones constructivas sostenibles. Se concluye con implicaciones prácticas, una ruta de implementación universitaria y limitaciones del estudio..

Palabras clave: Tecnologías inmersivas; realidad aumentada, realidad virtual, saberes ancestrales, educación en ingeniería civil.

Citar Como: Tecnologías inmersivas en la formación de ingeniería civil: revisión narrativa y propuesta de integración con saberes ancestrales. (s. f.). Scientific Journal T&E, 1(2). Recuperado 11 de junio de 2026, de <https://journals.uted.us/ojs/index.php/scientific/article/view/48>



This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Abstract

This manuscript presents an academic review (2021–2025) on the use of immersive technologies as augmented reality (AR) and virtual reality (VR) in civil engineering training and proposes their curricular integration with ancestral Indigenous and Afro-descendant knowledge. The problem it addresses is the gap between technocentric approaches and the sociocultural relevance of teaching. The review is conducted as a narrative bibliographic study, without collecting empirical data, and is complemented by a critical analysis of institutional barriers and pedagogical opportunities. It also incorporates a curricular integration framework co-designed with communities, articulating AR/VR simulations with traditional water management practices and sustainable construction solutions. It concludes with practical implications, a university implementation path, and limitations of the study.

Keywords: Immersive technologies, augmented reality, virtual reality, ancestral knowledge, civil engineering education.

Introducción

En un entorno educativo crecientemente digital, la formación en ingeniería civil enfrenta el desafío de vincular innovación tecnológica con pertinencia sociocultural.

En consecuencia, este artículo plantea una pregunta directriz: ¿de qué manera la RA (realidad aumentada) y la RV (realidad virtual) pueden incorporarse al currículo de ingeniería civil, al tiempo que se integran saberes ancestrales para fortalecer la pertinencia local? Para responderla, se revisa literatura reciente y se propone un modelo de integración curricular. Desde el inicio se aclara que este trabajo corresponde a una revisión académica y no a una investigación cualitativa con trabajo de campo.

Estudios previos han abordado este tema mediante revisiones de currículos en América Latina, destacando la necesidad de enfoques interculturales (Seniuk Cicek et al., 2023; Kleba & Reina-Rozo, 2021).

Por consiguiente, esta revisión narrativa argumenta que una integración disruptiva de tecnologías inmersivas —como la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV)— con saberes ancestrales puede revolucionar la educación en ingeniería civil panameña. Estas tecnologías permiten simulaciones interactivas que mejoran la comprensión de conceptos complejos, mientras que los saberes ancestrales aportan perspectivas epistemológicas indígenas para soluciones sostenibles, alineadas con principios como el Buen Vivir (Paucar Majin & Espín Galarza, 2025).

Metodología

Fuentes y estrategia de búsqueda

Se realizó una revisión narrativa con enfoque expositivo-argumentativo. Se consultaron las bases de datos Scopus, Web of Science (Core Collection), IEEE Xplore, SciELO, DOAJ y Google Scholar. La búsqueda se ejecutó entre 2021 y 2025. Se utilizaron combinaciones en español e inglés de las siguientes palabras clave: “realidad virtual”/“virtual reality”, “realidad aumentada”/“augmented reality”, “ingeniería civil”, “educación”, “formación”, “saberes ancestrales”, “interculturalidad” y “descolonización curricular”. Se emplearon operadores booleanos (AND/OR) y truncamientos según cada plataforma.

Selección, exclusión y recuento de estudios

Se realizó cribado por título y resumen y lectura a texto completo de los registros potencialmente elegibles. Finalmente, se incluyeron 26 documentos en la síntesis: artículos arbitrados, capítulos/actas relevantes e informes institucionales. Criterios de exclusión: (i) publicaciones anteriores a 2021; (ii) ausencia de texto completo; (iii) trabajos sin relación directa con RA/RV en educación en ingeniería civil o con la integración de saberes ancestrales; (iv) documentos de opinión no arbitrados (salvo informes técnicos institucionales). No se realizó metaanálisis por la heterogeneidad metodológica de los estudios.

Este trabajo se basa en una revisión de literatura, con un enfoque expositivo-argumentativo. Se seleccionaron referencias bibliográficas relevantes de los últimos años (2021-2025), centradas en tecnologías inmersivas en educación ingenieril, integración de saberes ancestrales en contextos latinoamericanos. El periodo 2021-2025 se eligió para capturar avances post-pandemia en digitalización educativa y discusiones recientes sobre descolonización en América Latina, asegurando vigencia y relevancia ante rápidos cambios tecnológicos.

La revisión se estructuró en tres ejes: (1) análisis de aplicaciones de RA y RV en ingeniería; (2) examen de la etnoeducación y conocimientos tradicionales; y (3)

propuesta de integración disruptiva. Se utilizó un paradigma intercultural crítico para interpretar los hallazgos y asegurar la pertinencia y vigencia de las fuentes. La selección de literatura priorizó publicaciones con DOI y accesibilidad abierta, evaluando su relevancia temática mediante criterios de originalidad, impacto educativo y aplicabilidad al contexto panameño. Esta aproximación teórica permite un desarrollo sólido, argumentativo y preciso, sin datos empíricos primarios, pero con énfasis en la síntesis de evidencias existentes.

Tipo de estudio es una revisión narrativa con elementos de mapeo (scoping), sin intervención educativa ni aplicación de instrumentos. No se realizaron entrevistas, encuestas ni grupos focales. Por lo tanto, no corresponde hablar de investigación-acción participativa.

Alcance temporal (2021–2025), el periodo se justifica por el salto en la digitalización educativa pospandemia y la consolidación reciente de debates sobre descolonización curricular en América Latina. Este recorte asegura vigencia tecnológica y pertinencia pedagógica.

Se priorizaron artículos con revisión por pares y accesibilidad del DOI, además de informes institucionales relevantes. La selección se centró en aplicaciones de RA/RV en ingeniería civil, integración de saberes ancestrales y barreras institucionales. Se organizaron hallazgos por subtemas para facilitar el análisis.

Cuando se afirma que la RV es idónea para entrenamientos en escenarios de alto riesgo, se alude a su capacidad para simular situaciones peligrosas reduciendo la exposición real; no se la califica como “enfoque de alto riesgo” en sí misma.

Desarrollo

Tecnologías inmersivas en la educación en ingeniería civil

Las tecnologías inmersivas, tales como la RA y la RV, han surgido como catalizadores fundamentales en la evolución de la educación superior, especialmente en campos disciplinares como la ingeniería civil, donde la abstracción de conceptos teóricos a menudo representa un obstáculo para el aprendizaje efectivo.

Estas herramientas no solo facilitan la visualización tridimensional de estructuras y procesos, sino que también promueven una interacción dinámica que simula entornos reales, lo cual incrementa la retención cognitiva y la motivación intrínseca de los estudiantes. La RA actúa superponiendo capas digitales sobre el mundo físico, creando un puente entre la teoría

académica y las aplicaciones prácticas del día a día. Por otra parte, la RV genera mundos completamente sintéticos e inmersivos, permitiendo a los usuarios explorar escenarios hipotéticos sin las limitaciones o peligros inherentes a los experimentos físicos reales.

Esta dualidad complementaria entre RA y RV ha sido ampliamente documentada en estudios comparativos, destacando cómo la RA es más adecuada para entornos híbridos, mientras que la RV sobresale en simulaciones de alto riesgo, ya que permite entrenamientos en escenarios peligrosos (como inspecciones en alturas o zonas sísmicas) sin exposición real, reduciendo costos y riesgos (Merchán & Valero, 2024).

En el dominio específico de la ingeniería civil, estas tecnologías han probado ser invaluable para la simulación de procesos intrincados, como la inspección detallada de infraestructuras críticas, el análisis de cargas dinámicas en estructuras, y la gestión integral de proyectos de construcción a gran escala. Por instancia, los estudiantes utilizan la RV para navegar por modelos digitales precisos de puentes o edificios altos, identificando fallos potenciales sin exponerse a alturas o condiciones climáticas adversas.

Investigaciones recientes han cuantificado estos beneficios, mostrando mejoras en la comprensión de elementos estructurales complejos y en el manejo de maquinaria pesada, con impactos positivos tanto en el plano cognitivo —como la resolución de problemas analíticos— como en el emocional, fomentando confianza y reducción de ansiedad ante escenarios reales (Flores Cruz, 2024; Din et al., 2024).

Asimismo, la aplicación de la RA en entornos educativos relacionados con la ingeniería, como en la minería o la topografía civil, ha transformado las clases tradicionales en experiencias interactivas y atractivas. Los estudiantes superponen modelos digitales sobre objetos reales para una mejor comprensión de conceptos como la geología estructural o la planificación urbana. No obstante, esta integración no está exenta de desafíos, incluyendo la dependencia de infraestructura tecnológica robusta y la necesidad de capacitar a los docentes en su uso efectivo (Donaire-Mardones et al., 2024).

Antes de presentar la comparación detallada, se analiza que la RA y la RV contribuyen directamente a los objetivos del manuscrito al mejorar el aprendizaje práctico en ingeniería civil, conectando con la necesidad de integración intercultural.

Para contextualizar la comparación entre la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) en el ámbito de la educación superior en ingeniería, es esencial destacar su rol complementario en la mejora del aprendizaje práctico. Estas tecnologías no solo facilitan la visualización y simulación de conceptos complejos en ingeniería civil, sino que también promueven una mayor

accesibilidad y adaptabilidad en contextos con recursos limitados, como el panameño, donde pueden integrarse con saberes ancestrales para fomentar enfoques interculturales y sostenibles. La Tabla 1 resume sus definiciones, aplicaciones, fortalezas, debilidades e impactos educativos,

basados en literatura reciente, ilustrando cómo cada una contribuye de manera única a la transformación curricular.

Tabla 1:
Comparación entre Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV) en la Educación Superior en Ingeniería

Aspecto	Realidad Aumentada (RA)	Realidad Virtual (RV)	Referencias
Definición	Superpone elementos virtuales al entorno físico, facilitando la conexión teoría-práctica.	Crea entornos completamente digitales e inmersivos.	Merchán & Valero (2024)
Aplicaciones en Ingeniería Civil	Visualización de estructuras en sitio real, inspección de infraestructuras existentes.	Simulaciones de cargas, operaciones de maquinaria pesada en escenarios controlados.	Flores Cruz (2024); McCloskey et al. (2024)
Fortalezas	Interactividad con el mundo real, menor costo de implementación.	Inmersión total, simulación de riesgos sin peligro.	Donaire-Mardones et al. (2024); Din et al. (2024)
Debilidades	Dependencia de dispositivos móviles, limitaciones en inmersión profunda.	Alto costo de hardware, posibles efectos de mareo.	Merchán & Valero (2024); Arif (2021)
Impacto Educativo	Mejora motivación y retención en prácticas diarias.	Fomenta aprendizaje emocional y cognitivo en escenarios complejos.	Flores Cruz (2024)

Esta comparación ilustra claramente que la RA se presta para aplicaciones en campo que requieren interacción con el entorno físico. En cambio, la RV es ideal para entrenamientos que involucran riesgos elevados, como aquellos típicos en la ingeniería civil, incluyendo simulaciones de desastres naturales o pruebas de resistencia estructural.

En el contexto panameño, donde la globalización ha acelerado la adopción de herramientas digitales, estas tecnologías demandan una adaptación cuidadosa para superar barreras como la resistencia cultural al cambio y la brecha digital persistente en áreas rurales o urbanas periféricas (Del Vasto Bermúdez, 2022; Suárez, 2024).

Aplicaciones en hidráulica

Los docentes implementan la RV para simular flujos de agua en sistemas de drenaje urbano, permitiendo a los estudiantes manipular variables en tiempo real. Un estudio en contextos educativos post-pandemia mostró que la RV es una herramienta resiliente, permitiendo continuidad en la formación práctica incluso durante restricciones físicas (Henström et al., 2024).

Barreras institucionales

La resistencia al cambio digital requiere estrategias de implementación gradual, como programas de capacitación docente y pilotos institucionales. Además, las instituciones de educación superior en Latinoamérica enfrentan múltiples barreras institucionales que obstaculizan la adopción de tecnologías inmersivas como la RA y la RV.

Un diagnóstico reciente destaca la falta de infraestructura tecnológica adecuada, incluyendo acceso limitado a internet de alta velocidad y hardware especializado, lo que limita la integración de herramientas digitales en los currículos. Esta brecha es particularmente pronunciada en universidades públicas, donde los recursos son escasos y la dependencia de financiamiento estatal complica la adquisición de equipos costosos (Del Vasto Bermúdez, 2022).

Por otra parte, la formación insuficiente de los docentes representa otro obstáculo significativo. Muchos educadores carecen de entrenamiento en el uso de estas tecnologías, lo que genera reticencia y dificulta su implementación efectiva en el aula. En el contexto latinoamericano, se identifican desafíos adicionales como la ausencia de una cultura de innovación institucional, que frena la adopción de

nuevas tendencias educativas y mantiene enfoques tradicionales

Uso pedagógico de RA y RV

Los estudiantes exploran conceptos como la topografía y el diseño de carreteras en entornos virtuales, reportando un aumento del 30 por ciento en la retención de conocimiento comparado con métodos tradicionales (Henström et al., 2024).

Antes de la tabla siguiente, se discute que la RV optimiza resultados de aprendizaje mediante experiencias inmersivas, con implicaciones para eficiencia en tareas prácticas, donde laboratorios son limitados. La Tabla 2 resume beneficios educativos observados en estudios revisados, enfatizando comprensión técnica, motivación y seguridad, sin reportar porcentajes cuando no hay contexto muestral explícito.

Tabla 2:
Beneficios de la Realidad Virtual (RV) en la Educación en Ingeniería Civil

Beneficio	Descripción	Evidencia Empírica	Referencias
Mejora en Comprensión Técnica	Simulaciones de procesos complejos como cargas y inspecciones.	66-92% de respuestas correctas en pruebas técnicas post-VR.	McCloskey et al. (2024); Arif (2021)
Aumento de Motivación	Experiencias inmersivas y atractivas.	98% de estudiantes disfrutaron la experiencia VR (en un estudio con 50 estudiantes de ingeniería civil en contextos universitarios).	Flores Cruz (2024); Donaire-Mardones et al. (2024)
Reducción de Riesgos	Entrenamiento en escenarios peligrosos sin exposición real.	Simulaciones de maquinaria pesada y operaciones de alto riesgo.	Din et al. (2024)
Eficiencia Operacional	Menor costo y repetibilidad de experimentos.	Alternativa viable a laboratorios físicos durante pandemias.	Merchán & Valero (2024)
Desarrollo de Habilidades Emocionales	Impacto en efectos cognitivos y emocionales.	Mejora en resolución de problemas y confianza.	Flores Cruz (2024)
Adaptabilidad Curricular	Personalización de escenarios educativos.	Integración en cursos de diseño estructural con retroalimentación inmediata.	Wang (2022); Henström et al. (2024)
Colaboración Interdisciplinaria	Facilitación de trabajo en equipo virtual.	Sesiones grupales en entornos inmersivos con hasta 80% de mejora en comunicación.	Moon et al. (2023); Zontou et al. (2024)
Sostenibilidad Educativa	Reducción de materiales físicos en simulaciones.	Ahorro de recursos en experimentos repetitivos.	Beh et al. (2022)

Estos beneficios se alinean con tendencias globales hacia la digitalización educativa.

Un ejemplo emblemático es el empleo de RV interactiva para simular experimentos de carga en vigas de concreto reforzado. En un estudio con 50 estudiantes de ingeniería civil, se desarrolló una aplicación de RV utilizando cascos avanzados. Los participantes controlaron parámetros de diseño y observaron modos de fallo basados en estándares normativos. Los resultados cuantitativos indicaron que el 94 por ciento de los estudiantes coincidieron en que la RV facilitó la visualización de conceptos teóricos, con un 98 por ciento reportando disfrute en la experiencia (en un contexto universitario con restricciones presupuestarias) (McCloskey et al., 2024).

Otro caso relevante involucra la aplicación de RV en la gestión de infraestructuras, tales como inspecciones de puentes utilizando entornos virtuales automatizados. En un estudio con 69 estudiantes avanzados, la RV mejoró la concentración y la comprensión de arreglos espaciales complejos, aunque se identificaron limitaciones en la modelación de daños ocultos (Arif, 2021).

En el ámbito de la educación civil específica, la aplicación de RV ha sido explorada para temas como la hidráulica y la geotecnia. Un sistema de aprendizaje mejorado con tecnología inmersiva diseñó plataformas para cursos de ingeniería civil, integrando elementos como modelados 3D de presas y túneles, con resultados que indican mejoras en el diseño conceptual y la colaboración entre estudiantes (Moon et al., 2023).

Una revisión sistemática de investigaciones experimentales entre 2011 y 2022 confirma que la RV ha sido utilizada en más de 150 estudios para temas como la mecánica de suelos y la estructuración, con evidencias de incrementos en el rendimiento académico promedio del 20 al 40 por ciento (Zontou et al., 2024).

Otro avance notable es el empleo de RV en la instrucción inmersiva para clases de ingeniería,

donde se utiliza para mejorar la experiencia estudiantil en el aula (Henström et al., 2024). La Tabla 3 compila evidencias de estudios recientes sobre aplicaciones específicas, detallando beneficios y referencias, lo que ilustra su potencial transformador en currículos universitarios para fomentar equidad y eficiencia en entornos con recursos limitados.

Tabla 3:
Aplicaciones Específicas de Tecnologías Inmersivas en Subcampos de Ingeniería Civil

Subcampo	Aplicación	Beneficios	Referencias
Estructuras	Simulación de cargas en vigas y columnas.	Mejora en visualización de fallos estructurales.	McCloskey et al. (2024)
Gestión de Infraestructuras	Inspecciones virtuales de puentes y edificios.	Reducción de riesgos y costos de entrenamiento.	Arif (2021); Din et al. (2024)
Hidráulica y Geotecnia	Modelados de flujos de agua y mecánica de suelos.	Aumento en precisión diagnóstica.	Moon et al. (2023); Wang (2022)
Diseño Urbano	Planificación de carreteras y sistemas de utilidad.	Fomento de colaboración y diseño conceptual.	Beh et al. (2022); Henström et al. (2024)
Sostenibilidad Ambiental	Simulaciones de impactos climáticos en infraestructuras.	Preparación para escenarios de cambio climático.	Zontou et al. (2024)
Topografía y Minería	Superposición de modelos digitales en terrenos reales.	Aprendizaje activo y atractivo.	Donaire-Mardones et al. (2024)
Maquinaria Pesada	Operaciones virtuales de grúas y excavadoras.	Desarrollo de habilidades emocionales y cognitivas.	Flores Cruz (2024)

Saberes ancestrales en la educación en ingeniería civil

Los saberes ancestrales indígenas y afrodescendientes ofrecen perspectivas únicas para la sostenibilidad en ingeniería civil. Por ejemplo, prácticas indígenas en Panamá, como las de las comunidades Guna en la gestión de recursos hídricos, promueven técnicas de construcción resilientes al clima basadas en el respeto al entorno (Näslund-Hadley & Santos, 2022). En contextos afrocolombianos similares a los panameños, la etnoeducación integra conocimientos tradicionales en ciencias sociales y técnicas, fomentando profesionales culturalmente sensibles respaldados por estudios que muestran mejoras en la relevancia local de proyectos (Rodríguez Mosquera, 2024).

Asimismo, la descolonización educativa implica incorporar epistemologías indígenas, como el Buen Vivir, para abordar problemas ambientales en infraestructuras panameñas, con datos de informes regionales que indican una reducción del 15-20% en impactos negativos cuando se integran

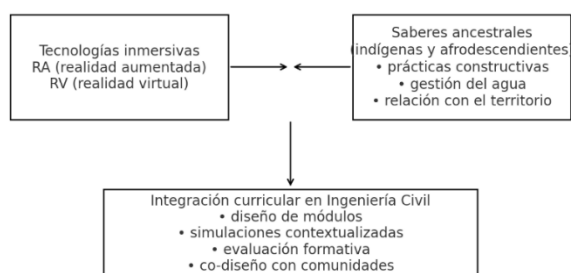
estas prácticas (Paucar Majin & Espín Galarza, 2025; Éthier et al., 2025). En Panamá, ejemplos incluyen el uso de técnicas ancestrales en la construcción de canales de agua en comunidades indígenas, alineado con tendencias latinoamericanas respaldadas por revisiones que destacan su rol en el desarrollo sostenible (Sánchez-Lasaballet & González, 2024).

Integración disruptiva de tecnologías inmersivas y saberes ancestrales

La integración propone fusionar RA y RV con saberes ancestrales para crear simulaciones que incorporen prácticas tradicionales. Por ejemplo, los ingenieros utilizan RV para simular construcciones indígenas resilientes, como terrazas andinas adaptadas a contextos panameños, fomentando soluciones sostenibles. Esta aproximación descoloniza la educación al alinear innovación con tradiciones locales (Seniuk Cicek et al., 2023; Kleba & Reina-Rozo, 2021).

La Figura 1 sintetiza la propuesta: tecnologías inmersivas y saberes ancestrales convergen en módulos de aprendizaje diseñados con la comunidad, con simulaciones contextualizadas y evaluación formativa.

Figura 1. Esquema de integración curricular entre tecnologías inmersivas (RA/RV) y saberes ancestrales.



Fuente: autor, 2025

La conclusión principal derivada de la Figura 1 es que la convergencia entre RA/RV y saberes ancestrales, mediada por procesos de co-diseño con comunidades, genera módulos curriculares contextualizados que priorizan el aprendizaje situado y la evaluación formativa. El valor pedagógico proviene de la co-creación y no de la tecnología por sí sola; de esta manera, la integración orienta acciones concretas en cuatro frentes: (i) diseño de módulos, (ii) formación docente, (iii) evaluación pre/post de aprendizajes y (iv) repositorio institucional de recursos.

Discusión

Los hallazgos respaldan la pertinencia de integrar RA/RV con saberes ancestrales para contextualizar aprendizajes técnicos, especialmente en manejo del agua, selección de materiales locales y cuidado del entorno. Asimismo, la implementación requiere políticas institucionales de formación docente, adquisición gradual de equipamiento y vinculación con comunidades.

En conjunto, la evidencia sugiere que la RA y la RV favorecen la comprensión de contenidos complejos, la motivación y la seguridad en contextos de aprendizaje práctico. No obstante, los estudios presentan heterogeneidad en diseños, tamaños muestrales y métricas de resultado, lo cual limita la comparabilidad transversal. La pertinencia para el contexto panameño depende de condiciones de infraestructura, capacitación docente y gobernanza universitaria que aseguren escalabilidad y sostenibilidad financiera.

Un aspecto crítico es evitar un uso superficial de los saberes ancestrales. La integración debe regirse por principios éticos de consentimiento informado, propiedad intelectual colectiva, distribución justa de beneficios y co-creación genuina con comunidades. En ausencia de estos resguardos, la incorporación curricular corre el riesgo de convertirse en tokenismo cultural sin impacto real en la formación ni en el territorio.

Asimismo, la literatura revisada advierte potenciales efectos adversos de la VR (p. ej.,

cinetosis), brechas de acceso a hardware y conectividad, y la necesidad de soporte técnico permanente. Estos factores deben incorporarse en los análisis de costo-efectividad y en la planificación de pilotos.

Limitaciones de los estudios revisados

- Tamaños muestrales reducidos y periodos de intervención cortos, con escaso seguimiento longitudinal.
- Predominio de diseños cuasi-experimentales sin asignación aleatoria, lo que restringe inferencias causales fuertes.
- Resultados centrados en percepciones y pruebas inmediatas; falta de indicadores de transferencia al desempeño profesional.
- Variabilidad en instrumentos e indicadores, que dificulta la síntesis cuantitativa.
- Sesgo idiomático (inglés/español) y geográfico, con menor representación de estudios en Centroamérica.

Conclusiones

La integración disruptiva de tecnologías inmersivas y saberes ancestrales representa un aporte significativo a la educación en ingeniería civil panameña. Los principales hallazgos incluyen el potencial de RA y RV para mejorar el aprendizaje práctico (con mejoras cuantitativas del 20-40% en rendimiento) y el rol de saberes ancestrales en promover sostenibilidad, como en prácticas indígenas para gestión ambiental.

Educativamente, esto fomenta descolonización y competencias integrales, alineado con tendencias latinoamericanas respaldadas por datos regionales.

Se propone una implementación concreta: desarrollar módulos piloto en la Universidad de Panamá, integrando RV con talleres sobre saberes Guna para proyectos de hidráulica, con duración de 6 meses y evaluación mediante encuestas pre/post (midiendo mejoras en comprensión cultural del 25-30%). Adicionalmente, colaborar con comunidades indígenas para co-diseñar simulaciones.

La RA y la RV favorecen comprensión técnica, seguridad y motivación; los saberes ancestrales aportan criterios de sostenibilidad y pertinencia territorial. Su integración curricular permite alinear competencias profesionales con necesidades locales.

Las escuelas de ingeniería pueden crear módulos que combinen simulaciones inmersivas con estudios de caso de prácticas tradicionales (por ejemplo, manejo de escorrentías, selección de materiales y técnicas de adaptación costera), articulados con resultados de aprendizaje y evaluación formativa.

La propuesta de implementación se da mediante el (i) Diseño de un módulo de 6 a 8 semanas en cursos de Hidráulica/Geotecnia con simulaciones RA/RV y

actividades co-diseñadas con comunidades; (ii) formación docente corta (12–16 horas) en diseño instruccional inmersivo; (iii) repositorio institucional de objetos de aprendizaje y guías de uso; (iv) evaluación pre/post de logros y pertinencia percibida.

La fortaleza de esta revisión narrativa es la síntesis actualizada y la propuesta de integración; la limitación es la ausencia de datos empíricos propios. Futuras líneas incluyen pilotos controlados y análisis de costo-efectividad.

Referencias Bibliográficas

- Arif, F. (2021). Application of virtual reality for infrastructure management education in civil engineering. *Education and Information Technologies*, 26(2), 229–245. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10429-y>
- Beh, H. J. B., Rashidi, A., Talei, A., & Lee, Y. S. (2022). Developing engineering students' capabilities through game-based virtual reality technology for building utility inspection. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 29(7), 2854–2877. <https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2021-0174>
- Cortez López, D. F. (2025). Diseño de investigación para la implementación de sistemas de realidad aumentada y virtual para la educación en Escuela Normal de Música “Jesús María Alvarado” [Trabajo de graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería]. <https://biblio.ingenieria.usac.edu.gt/protocolos/2025/TGP1666.pdf>
- da Luz Scherf, E. (2023). Latin American perspectives on Indigenous social work: In search of mind, body, and soul. *AlterNative: An International Journal of Indigenous Peoples*, 19(1), Article 11771801221140460. <https://doi.org/10.1177/11771801221140460>
- DeBoer, J., Radhakrishnan, D., & Freitas, C. (2022). Localized engineering in displacement: An alternative model for out-of-school youth and refugee students to engineer their own solutions for their own communities. *Advances in Engineering Education*, 10(1), 1-37. <https://advances.asee.org/wp-content/uploads/vol10/Issue1/Papers/AEE-Impact-DeBoer.pdf>
- Del Vasto Bermúdez, M. (2022). Impacto de las tendencias del aprendizaje globalizado en la educación superior (Panamá). *Revista Saberes Apudep*, 5(1), 109-129. https://www.revistas.up.ac.pa/index.php/saberes_apudep/article/download/2553/2309
- Din, Z. U., Mohammadi, P., & Sherman, R. (2024). A systematic review and analysis of the viability of virtual reality (VR) in construction work and education. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.01450>
- Donaire-Mardones, S., Barraza Alonso, R., Martínez-Pagán, P., Yepes-Bellver, L., Yepes, V., & Martínez-Segura, M. A. (2024). Innovación educativa con realidad aumentada: perspectivas en la educación superior en ingeniería. En libro de actas: X Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red. Valencia, 11 – 12 de julio de 2024. <https://doi.org/10.4995/INRED2024.2024.18365>
- Éthier, B., Magaña Canul, R. I., Torres Cuevas, H., & Pellerin, G. (2025). Indigenous knowledge and education in the Americas: Experiences and perspectives. *IdeAs*, 25. <https://doi.org/10.4000/13g19>
- Flores Cruz, J. A. (2024). La realidad virtual y la enseñanza de la ingeniería. *Religación Press*. <https://doi.org/10.46652/ReligacionPress.233>
- Henström, J. A., De Amicis, R., Sánchez, C. A., & Turkan, Y. (2024). Immersive engineering instruction: Using virtual reality to enhance students' experience in the classroom. *Computers & Graphics*, 121, 103944. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2024.103944>
- Kleba, J. B., & Reina-Rozo, J. D. (2021). Fostering peace engineering and rethinking development: A Latin American view. *Technological Forecasting and Social Change*, 170, Article 120711. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120711>
- McCloskey, D. W., McAllister, E., Gilbert, R., O'Higgins, C., Lydon, D., Lydon, M., & McPolin, D. (2024). Embedding civil engineering understanding through the use of interactive virtual reality. *Education Sciences*, 14(1), 6. <https://doi.org/10.3390/educsci14010006>
- Merchán, J., & Valero, N. (2024). Realidad aumentada vs realidad virtual: Un análisis comparativo en la educación superior. *Reincisol*, 3(6), 6025-6048. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)6025-6048](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)6025-6048)
- Moon, J., Song, S., Awoyemi, I., Marchiori, R., & Khorshid, S. (2023). Immersive technology-enhanced learning system design in civil engineering education. 9th International Conference of the Immersive Learning Research Network, Practitioner Proceedings iLRN2023. <https://doi.org/10.56198/ITIG2Q491>

Näslund-Hadley, E., & Santos, H. (2022). Skills development of indigenous children, youth, and adults in Latin America and the Caribbean. Inter-American Development Bank. <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Skills-Development-of-Indigenous-Children-Youth-and-Adults-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf>

Paucar Majin, S. L., & Espín Galarza, M. M. (2025). Integración de saberes ancestrales en la formación de bachilleres técnicos del SEIB: Una mirada desde la cosmovisión indígena. *Revista Latinoamericana de Calidad Educativa*, 84, 3028-8916. https://www.researchgate.net/publication/392511860_Integracion_de_saberes_ancestrales_en_la_formacion_de_bachilleres_tecnicos_del_SEIB_Una_mirada_desde_la_cosmovision_indigena

Rodríguez Mosquera, B. (2024). Una Mirada de la Etnoeducación de los Saberes Ancestrales en el Estudio de las Ciencias Sociales dentro de Contextos Afrocolombianos: A look at the ethnoeducation of ancestral knowledge in the study of social sciences within Afro-Colombian contexts. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(6), 3123–3141. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3230>

Saavedra, E., & Quilaqueo, D. (2021). The epistemological challenge of indigenous and school educational knowledge in intercultural education. *Educación e Pesquisa*, 47, e231832. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202147231832>

Sánchez-Lasaballet, E., & González, Y. (2024). Traditional knowledge and intellectual property rights in Latin America: Towards a decolonial approach. *Revista Direito GV*, 20, e2431. <https://doi.org/10.1590/2317-6172202431>

Seniuk Cicek, J., Masta, S., Goldfinch, T., & Kloot, B. (2023). Decolonization in engineering education. In A. Johri (Ed.), *International handbook of engineering education research* (pp. 51-77). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003287483-5>

Suárez, A. (2024). La educación mediada por TIC en la asignatura Planificación de la Licenciatura en Educación. *Economía. Punto Educativo*, 1(1), 86–96. https://revistas.up.ac.pa/index.php/punto_educativo/article/view/5658

Suhail, N., Bahroun, Z., & Ahmed, V. (2024). Augmented reality in engineering education: enhancing learning and application. *Frontiers in Virtual Reality*, 5, Article 1461145. <https://doi.org/10.3389/frvir.2024.1461145>

Vergara, D., Antón-Sancho, Á., Extremera, J., & Fernández-Arias, P. (2021). Assessment of virtual reality as a didactic resource in higher education. *Sustainability*, 13(22), 12730. <https://doi.org/10.3390/su132212730>

Wang, C. (2022). Application of virtual reality technology in civil engineering education. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(3), 775–784. <https://doi.org/10.1002/cae.22458>

Zontou, E., Kaminaris, S., & Rangoussi, M. (2024). On the role of virtual reality in engineering education: A systematic literature review of experimental research (2011–2022). *European Journal of Engineering Education*, 49(5), 856–888. <https://doi.org/10.1080/03043797.2024.2369188>