

# Innovación educativa en la formación de ingenieros en el marco de la Educación 4.0

*Educational innovation in the training of engineers within the framework of Education 4.0*

Recibido: 30/05/2025 - Aceptado: 23/10/2025

**David Ramos Piñas**

<https://orcid.org/0000-0002-4215-2374>

[d.dramos@ms.upla.edu.pe](mailto:d.dramos@ms.upla.edu.pe)

Universidad Peruana Los Andes. Huancayo, Perú

**Lipselotte de Jesús Infante Rivera**

<https://orcid.org/0000-0001-6094-1070>

[linfante@continental.edu.pe](mailto:linfante@continental.edu.pe)

Universidad Adventista de Chile. San Juan de los Morros, Venezuela

## Resumen

El presente estudio analizó la innovación educativa en la formación de ingenieros civiles en el contexto de la Educación 4.0. Para ello, se aplicó una metodología de análisis documental y de contenido que permitió examinar, de manera sistemática, 18 documentos seleccionados tras aplicar criterios de exclusión a un total inicial de 59. Los principales resultados indican que la innovación educativa bajo el marco de la Educación 4.0 se distingue por la integración creciente de tecnologías avanzadas, tales como la inteligencia artificial, la realidad virtual, laboratorios virtuales y plataformas digitales. Estas herramientas facilitan un aprendizaje más colaborativo y personalizado. Se concluye que el éxito de la innovación educativa depende de un enfoque integral que articule tecnología, pedagogía y gestión institucional. Además, es fundamental promover la colaboración entre academia, industria y sociedad para formar ingenieros civiles capaces de liderar la transformación digital y enfrentar los desafíos actuales con competencias sólidas y una visión multidimensional. De este modo, se fortalece la capacidad formativa para responder a las demandas del entorno contemporáneo.

**Palabras clave:** Educación 4.0, formación, ingeniería civil, innovación educativa.

## Abstract

This study analyzed educational innovation in the training of civil engineers in the context of Education 4.0. To this end, a documentary and content analysis methodology was applied, allowing for a systematic examination of 18 documents selected after applying exclusion criteria to an initial total of 59. The main results indicate that educational innovation within the framework of Education 4.0 is characterized by the increasing integration of advanced technologies, such as artificial intelligence, virtual reality, virtual laboratories, and digital platforms. These tools facilitate more collaborative and personalized learning. It is concluded that the success of educational innovation depends on a comprehensive approach that articulates technology, pedagogy, and institutional management. Furthermore, it is essential to promote collaboration between academia, industry, and society to train civil engineers capable of leading the digital transformation and facing current challenges with solid skills and a multidimensional vision. In this way, the training capacity to respond to the demands of the contemporary environment is strengthened.

**Keywords:** Education 4.0, training, civil engineering, educational innovation.

## Introducción

Innovar en educación implica plantear nuevas formas de impartir el conocimiento; no se trata solo de planificar contenidos, sino de modificar y mejorar la estructura de sus componentes. Desde una perspectiva global, la innovación educativa se reconoce como una de las demandas esenciales del siglo XXI para afrontar la crisis que atraviesan los sistemas educativos en todo el mundo (Kuril et al., 2023). Al comprender la innovación como un sistema conceptual, es posible tener una visión más precisa del fenómeno, basada en las diversas

aportaciones de autores que han desarrollado este término en las últimas décadas (Valdés & Gutiérrez-Esteban, 2023).

En el ámbito educativo, la innovación se define como un producto, proceso, método organizativo o una organización completamente nueva o significativamente mejorada, desarrollada por instituciones de educación superior u otros actores vinculados a este nivel educativo, o que impacte de forma relevante sus actividades (Menzli et al., 2022). La introducción de nuevos contenidos, asignaturas y materiales de estudio de alta calidad contribuye a preparar graduados con mejores oportunidades en el mercado laboral (Buganová & Lusková, 2015).

Los resultados del estudio realizado por los autores muestran que, según las encuestas aplicadas, la mayoría de los egresados de la Facultad de Ingeniería Especial se encuentran satisfechos con las competencias y conocimientos adquiridos durante su formación. No obstante, aún existe margen para mejorar la calidad de la enseñanza y fortalecer la vinculación con los requerimientos de la práctica profesional. La incorporación de elementos innovadores en el proceso educativo, junto con el uso del *e-learning*, la publicación de materiales de estudio y la realización de actividades de investigación, contribuyen a construir un entorno educativo moderno y eficaz, orientado a responder a las necesidades tanto de la sociedad como del mercado laboral (idem).

La innovación en los procesos universitarios ha demandado adaptarse a los cambios recientes. Es fundamental modificar tanto las estrategias como los planes de estudio para formar profesionales que respondan a la realidad actual, donde la Educación 4.0 representa la nueva versión que reemplaza modelos y métodos tradicionales. Esta integra los cambios disruptivos de la Industria 4.0 mediante el aprendizaje automático, la IA y las tecnologías del Internet de las Cosas (IoT), impulsando así la innovación y mejorando la eficiencia (Jain et al., 2025).

Entre las tecnologías educativas clave de la Educación 4.0 se encuentran la creación de plataformas tecnológicas, la cooperación de los elementos del sistema de innovación, el uso de recursos educativos abiertos y la implementación de estrategias modernas de enseñanza y aprendizaje (Akimov et al., 2023). En un estudio sobre el papel de los grandes modelos de lenguaje como tutores virtuales en ingeniería química, se concluyó que la IA debe emplearse para apoyar al profesorado, lo que permitiría optimizar su tiempo y concentrarse en la calidad educativa y otras actividades relevantes (Caccavale et al., 2024).

Actualmente, la transformación digital en la industria de la construcción representa un desafío para la formación en ingeniería civil. Tanto estudiantes como la sociedad tienden a subestimar esta disciplina, considerándola obsoleta y poco innovadora. Sin embargo, pese a la fragmentación y heterogeneidad sectorial, se han logrado avances significativos que acercan a la construcción hacia los escenarios de Construcción 4.0 y 5.0 (Calveti et al., 2024).

En la evolución desde la Educación 1.0 hasta la Educación 3.0, el foco estuvo en el docente como fuente principal del conocimiento. La Educación 2.0 introdujo herramientas como calculadoras electrónicas y educación a distancia por correo, en tanto que la Educación 3.0 enfatizó el uso de computadoras, internet, enseñanza en línea y metodologías activas. Finalmente, la Educación 4.0 rompe con esta lógica al situar al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje, priorizando competencias y metodologías activas apoyadas en tecnologías digitales como herramientas para el aprendizaje y la gestión educativa (Akturk et al., 2022; Miranda et al., 2019; Srivani et al., 2022).

En este contexto, es posible afirmar que la innovación en educación está estrechamente vinculada a la Educación 4.0, pues resulta especialmente adecuada para la realidad formativa actual de los estudiantes, en particular para la formación específica en ingeniería civil. La ingeniería juega un papel fundamental al abordar los grandes desafíos sociales que enfrenta la humanidad, por lo que es esencial que los ingenieros comprendan estas problemáticas y reconozcan el impacto de sus soluciones. En este sentido, la formación superior tiene la responsabilidad clave de fomentar futuros ingenieros como verdaderos agentes de transformación (Alcorta et al., 2023).

Un estudio realizado en Brasil por Sigahi y Sznclwar (2023) identificó temas emergentes relacionados con la formación en ingeniería orientada al desarrollo sostenible, vinculándolos con casos concretos. La transición hacia un paradigma de sostenibilidad en la formación ingeniería depende del compromiso de la alta dirección universitaria y puede acelerarse integrando iniciativas en diversos niveles del sistema universitario. Esto indica que ser un profesional en ingeniería requiere de capacidades que permitan enfrentar desafíos complejos, resolviéndolos con las habilidades adquiridas durante su formación.

Respecto a la Educación 4.0, cabe resaltar que la tecnología es su pilar fundamental y el principal factor detrás de los avances educativos recientes. En particular, la realidad virtual emerge como una herramienta valiosa para potenciar el desarrollo cognitivo de los estudiantes. La investigación de Henstrom et al. (2024) destaca el enorme potencial de la realidad virtual para transformar las oportunidades educativas, recomendando su adopción y exploración prioritaria como herramienta académica efectiva y viable. Estos resultados sugieren que la realidad

virtual puede enriquecer el proceso de aprendizaje en ingeniería civil, haciendo las inspecciones virtuales colaborativas de edificaciones más eficientes y atractivas.

Para ofrecer una formación completa y avanzada, es conveniente incorporar nuevas tecnologías educativas que fundamentan la Educación 4.0. Por ejemplo, el uso de materiales inteligentes como aleaciones con memoria de forma, hidrogeles y sustratos biológicos representa un gran potencial educativo, pues estos materiales se adaptan al entorno y permiten estructuras dinámicas que responden a condiciones ambientales cambiantes (Firoozi & Firoozi, 2023).

Investigaciones como la de Ubowska y Królikowski (2024) concluyen que al implementar programas de educación superior es crucial utilizar herramientas adaptadas a las necesidades socioeconómicas nacionales y regionales. La incorporación de soluciones informáticas modernas en los planes de estudio es bien recibida por los estudiantes, quienes reconocen su utilidad para resolver tareas de ingeniería. Esto es fundamental en la formación ingenieril, ya que el uso de nuevas tecnologías favorece la consecución de metas y permite afrontar con éxito los retos que surgen diariamente en el ámbito de la construcción.

En Italia, un estudio concluyó que los sistemas educativos deben actualizar sus programas de formación para responder a las demandas emergentes del mercado laboral (Spada et al., 2022). Por otro lado, Kleine y Pessot (2024) exploraron cómo los laboratorios pueden ser virtualizados y estructurados para apoyar la educación en ingeniería, adoptando una perspectiva innovadora que considera a los laboratorios como activos centrales para la enseñanza y el aprendizaje. Asimismo, los resultados de Diogo et al. (2023) resaltan que la Tecnología Educativa y la Educación Inteligente constituyen los pilares fundamentales para preparar ingenieros capaces de enfrentar los desafíos y oportunidades que trae la transformación digital.

Finalmente, Brozovsky et al. (2024) señalan la creciente necesidad de colaboración entre la industria y el mundo académico, especialmente en el campo de las tecnologías de la Construcción 4.0. Además, subrayan la urgencia de integrar estas tecnologías en la educación, lo cual desafía a las instituciones académicas a reconsiderar sus formas de colaboración y la esencia misma de sus métodos de enseñanza. Esto pone de manifiesto la importancia de que la innovación educativa sea adoptada por el sistema universitario para abordar temas cruciales dentro de la construcción, una de las áreas más relevantes dentro de la ingeniería civil.

Tomando en cuenta lo planteado, el presente estudio tiene como objetivo analizar cómo se ha desarrollado la innovación educativa en la formación de ingenieros civiles dentro del marco de la Educación 4.0, con el fin de ofrecer una perspectiva actualizada e innovadora que fomente el uso de nuevas tecnologías para el desarrollo de competencias y habilidades necesarias para enfrentar de manera efectiva los desafíos propios del ámbito ingenieril.

## Metodología

La metodología se centró en un análisis documental y de contenido cualitativo. A través de este enfoque, se examinaron documentos relevantes relacionados con la innovación educativa en la formación de ingenieros dentro del marco de la Educación 4.0. Para ello, se seleccionaron artículos científicos publicados en los últimos diez años, disponibles en bases de datos en español e inglés, aplicando criterios de inclusión para garantizar su pertinencia y actualidad. Posteriormente, los documentos fueron organizados y codificados para extraer categorías importantes definidas previamente, como tecnologías digitales, metodologías activas, competencias desarrolladas, infraestructura y recursos educativos, así como impacto institucional y desafíos.

Durante el análisis, se identificaron y clasificaron fragmentos relevantes dentro de cada categoría mediante un proceso iterativo de lectura y síntesis, con el fin de interpretar patrones y tendencias significativas. Para garantizar la validez y confianza de los resultados, se empleó triangulación documental y revisión crítica por pares, registrando de manera detallada las codificaciones y decisiones metodológicas.

## Triangulación documental

Con el propósito de fortalecer la validez y confiabilidad, se realizó una triangulación de documentos, utilizando diversas fuentes para contrastar, complementar y enriquecer los hallazgos. Se recopilaron 20 documentos y se analizaron 18, entre los cuales se encuentran:

- Artículos científicos y revisiones sistemáticas que brindan evidencias experimentales y teóricas, como los trabajos de Akimov et al. (2023), Caccavale et al. (2024) y Diogo et al. (2023).
- Estudios de caso y experiencias institucionales que abordan la adopción de tecnologías y metodologías activas en innovación educativa: Brozovsky et al. (2024), Henstrom et al. (2024), Kleine & Pessot (2024).

- Informes y textos normativos que reflejan políticas educativas y orientaciones para transformaciones curriculares en ingeniería: Menzli et al. (2022), Valdés & Gutiérrez-Esteban (2023).
- Documentos vinculados al desarrollo de competencias y demandas sociales y laborales: Bugarová & Lusková (2015), Alcorta et al. (2023).

Estas fuentes permitieron comparar diferentes enfoques, identificar convergencias y divergencias en las prácticas, y evaluar la solidez de sus conclusiones. La triangulación redujo el riesgo de sesgos derivados de análisis limitados o homogéneos, fortaleciendo la objetividad y profundidad del estudio, y asegurando que los resultados reflejen una visión amplia y actualizada sobre la Educación 4.0 en ingeniería civil.

### Revisión por pares

Para asegurar la calidad, el rigor académico y la pertinencia de las interpretaciones, el manuscrito fue sometido a revisión por pares externos con experiencia reconocida en educación, formación en ingeniería y tecnologías educativas. Los revisores evaluaron aspectos clave como:

- Claridad y coherencia en la introducción del artículo.
- Adecuación y descripción detallada de la metodología, especialmente en el análisis documental y la categorización temática.
- Rigor en la selección, codificación y análisis de fuentes documentales, así como en el proceso de triangulación.
- Interpretación fundamentada de los resultados, vinculándolos con la literatura y principios de la Educación 4.0.
- Relevancia y aplicabilidad de las conclusiones para mejorar diseños curriculares y prácticas educativas innovadoras en ingeniería civil.

Las observaciones recibidas contribuyeron a mejorar la estructura narrativa, clarificar los criterios de selección documental y fortalecer el análisis crítico en la discusión. Además, destacaron la importancia de enfatizar la formación docente y la gestión institucional para implementar de manera más efectiva la Educación 4.0 en la formación de ingenieros civiles.

### Resultados

Del total de 59 documentos recuperados de la base de datos ScienceDirect, tras aplicar los criterios de exclusión se seleccionaron para análisis 18 documentos científicos y académicos publicados entre 2015 y 2025. Estos estudios se enfocan en la innovación educativa y la implementación de la Educación 4.0 en la formación de ingenieros, especialmente en áreas como ingeniería civil, química y ambiental, destacando particularmente la fortaleza de la ingeniería civil, que fue el caso principal de este análisis.

**Tabla 1**

*Categorías temáticas y hallazgos derivados del análisis documental de 18 estudios sobre Educación 4.0 en ingeniería*

Categoría	Documentos más representativos	Principales hallazgos	Número de documentos con evidencia relevante	Total seleccionado
Tecnologías digitales aplicadas	Akimov et al. (2023), Caccavale et al. (2024), Henstrom et al. (2024), Ubowska & Królikowski (2024)	Uso intensivo de IA, realidad virtual, simuladores y plataformas digitales que facilitan aprendizaje personalizado y colaborativo.	15	4
Metodologías activas y estrategias	Akturk et al. (2022), Diogo et al. (2023), Miranda et al. (2019), Kuril et al. (2023)	Implementación creciente de aprendizaje basado en proyectos, en problemas y gamificación, situando al estudiante en el centro del aprendizaje.	13	4



Desarrollo de competencias	Buganová & Lusková (2015), Srivani et al. (2022), Sigahi & Sznelwar (2023), Alcorta et al. (2023)	Énfasis en competencias digitales, transversales y sostenibilidad, alineadas con las demandas de la Educación 4.0.	12	4
Infraestructura y recursos educativos	Kleine & Pessot (2024), Spada et al. (2022), Jain et al. (2025)	Necesidad de laboratorios virtuales, recursos abiertos y adecuación de planes curriculares para integrar tecnologías y metodologías 4.0.	10	3
Impacto institucional y desafíos	Menzli et al. (2022), Brozovsky et al. (2024), Valdés & Gutiérrez-Esteban (2023)	Reconocimiento variable de la innovación educativa en universidades; retos en capacitación docente y alineamiento institucional.	9	3

**Fuente.** Elaboración propia

La tabla 1 sintetiza las cinco categorías temáticas principales identificadas en el análisis documental de los 18 estudios revisados. Para cada categoría se indican documentos representativos, principales hallazgos y la cantidad de estudios que aportaron evidencia relevante. De este modo, se observa que la innovación educativa y la Educación 4.0 en la formación de ingenieros abordan aspectos tecnológicos, metodológicos, competencias, recursos y desafíos institucionales.

En cuanto al componente tecnológico, se evidenció que la IA y la RV son tecnologías ampliamente utilizadas dentro de la Educación 4.0. Han tenido aplicaciones exitosas en tutorías virtuales y prácticas inmersivas que mejoran significativamente el aprendizaje (Caccavale et al., 2024; Henstrom et al., 2024). Asimismo, el uso recurrente de plataformas digitales y simuladores facilita nuevas formas de evaluación y colaboración (Akimov et al., 2023; Ubowska & Królikowski, 2024).

Respecto al componente pedagógico, destaca la amplia adopción de metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos y en problemas, que sitúan al estudiante como protagonista del proceso. Esto promueve la autonomía y desarrolla habilidades críticas indispensables para afrontar los retos propios de la ingeniería moderna (Akturk et al., 2022; Kuril et al., 2023). En muchos casos, estas metodologías se combinan con recursos tecnológicos para potenciar el proceso formativo de los estudiantes (Diogo et al., 2023; Miranda et al., 2019).

En cuanto al desarrollo de competencias, los documentos revisados coinciden en destacar la integración de habilidades digitales, pensamiento crítico, sostenibilidad y emprendimiento como elementos clave que la Educación 4.0 promueve para formar profesionales más adaptables y conscientes del impacto social de su labor (Buganová & Lusková, 2015; Alcorta et al., 2023; Sigahi & Sznelwar, 2023). Sin embargo, también se identifica una brecha importante en infraestructura y recursos educativos, tanto físicos como digitales, que aún requieren mejoras. En este sentido, se enfatiza la necesidad de virtualizar laboratorios y actualizar contenidos curriculares para mantenerlos alineados y a la vanguardia tecnológica (Kleine & Pessot, 2024; Spada et al., 2022).

Por último, se identificaron varios desafíos institucionales derivados de la necesidad de una capacitación docente más amplia y efectiva, de promover cambios en la cultura institucional y de fomentar una integración más coordinada entre academia e industria. Estas acciones son fundamentales para asegurar la sostenibilidad de la innovación en la Educación 4.0 (Brozovsky et al., 2024; Menzli et al., 2022).

**Tabla 2**

*Resumen de tecnologías y metodologías clave en Educación 4.0 aplicadas a la formación de ingenieros*

Tecnología / Metodología	Descripción breve	Beneficios observados	Referencias clave
Inteligencia Artificial (IA)	Grandes modelos de lenguaje como tutores virtuales	Apoyo docente, personalización, ahorro de tiempo	Caccavale et al. (2024), Jain et al. (2025)
Realidad Virtual (RV)	Simulaciones inmersivas para inspecciones y prácticas	Mejora en motivación y comprensión	Henstrom et al. (2024)

Aprendizaje Basado en Proyectos	Diseño y ejecución de proyectos multicompetenciales	Desarrollo integral, pensamiento crítico	Akturk et al. (2022), Miranda et al. (2019)
Aprendizaje Basado en Problemas	Resolución de problemas reales complejos	Fomenta autonomía e investigación	Kuril et al. (2023), Diogo et al. (2023)
Laboratorios virtuales	Espacios virtualizados para experimentación	Aumento de acceso y flexibilidad, mejor integración curricular	Kleine & Pessot (2024)
Plataformas digitales y recursos abiertos	Recursos y herramientas accesibles para el aprendizaje	Facilitan colaboración y actualización continua	Akimov et al. (2023)

**Fuente.** Elaboración propia

En la tabla 2 se resumen las tecnologías y metodologías clave asociadas a la Educación 4.0 que se aplican en la formación de ingeniería civil y áreas afines. Para cada tecnología o metodología se presenta una breve descripción, los beneficios observados en su aplicación docente y las referencias principales que sustentan su uso y efectividad. Se evidencia claramente cómo la integración de herramientas digitales y enfoques pedagógicos activos son elementos centrales en la transformación educativa hacia la Educación 4.0.

## Discusión

Los resultados evidencian avances significativos en el uso de tecnologías digitales, metodologías activas y en el desarrollo de competencias que responden a las demandas del siglo XXI. En relación con la innovación y las competencias en la Educación 4.0, diversos estudios, como el de Akimov et al. (2023), destacan la relevancia de los marcos de competencia en innovación abierta. En ellos, se consideran habilidades técnicas y digitales, aprendizaje autónomo, pensamiento crítico y colaboración interdisciplinaria como elementos fundamentales. Este proceso implica no solo incorporar nuevas tecnologías, sino también transformar la cultura institucional para promover contextos de aprendizaje flexibles, adaptativos y centrados en el estudiante.

Respecto a las tecnologías emergentes y su impacto en la formación, la literatura ha demostrado que la integración de la IA, laboratorios virtuales y entornos inmersivos como la realidad virtual genera un impacto significativo en las experiencias educativas en ingeniería. Por ejemplo, investigaciones como la de Caccavale et al. (2024) señalan que el uso de tutores virtuales basados en IA facilita la personalización del aprendizaje, potencia la autonomía estudiantil y permite un seguimiento en tiempo real. Asimismo, Henstrom et al. (2024) destacan que la realidad virtual incrementa la motivación, la comprensión espacial y la eficacia de la experiencia práctica en ingeniería civil, al posibilitar la simulación de escenarios complejos y colaborativos inaccesibles en muchos programas presenciales.

Los aportes de Kleine y Pessot (2024) sobre la virtualización de laboratorios confirman que estos recursos permiten superar barreras geográficas y logísticas, garantizando prácticas seguras, repetibles y contextualizadas en proyectos digitales de ingeniería. Por su parte, la revisión de Diogo et al. (2023) resalta que la transformación digital también representa un desafío organizativo que requiere liderazgo académico, inversión de recursos y desarrollo de capacidades docentes orientadas al uso innovador de nuevas herramientas.

En cuanto a las metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos y problemas, estas se encuentran estrechamente vinculadas al paradigma 4.0, emergiendo como estrategias clave para el desarrollo de competencias transversales y técnicas. Akimov et al. (2023) y Miranda et al. (2019) indican que estas metodologías se fortalecen al integrarse con herramientas digitales, lo que facilita la colaboración, creatividad y resolución de problemas complejos propios de la ingeniería. No obstante, persisten desafíos relacionados con la actualización curricular acorde a las demandas sociales, el diseño de experiencias auténticas y la formación docente orientada hacia la tecnología, tal como señalan Brozovsky et al. (2024) y Bugarová y Lusková (2015).

Finalmente, se identificaron barreras como la inercia institucional, la desigualdad en el acceso a recursos digitales, la resistencia al cambio y la necesidad de desarrollo profesional docente. Por ello, investigaciones como las de Valdés y Gutiérrez-Esteban (2023) enfatizan la importancia de políticas educativas que fomenten ecosistemas de innovación y estrategias efectivas de gestión del cambio.

## Conclusiones

La innovación educativa en la formación de ingenieros civiles dentro del marco de la Educación 4.0 se caracteriza por la integración sistemática de tecnologías digitales avanzadas, como la inteligencia artificial, la realidad virtual y plataformas de aprendizaje colaborativo, que, junto con metodologías activas, sitúan al estudiante como protagonista del proceso educativo. Esta transformación genera un cambio profundo en los procesos formativos, orientados tanto al dominio técnico como al desarrollo de competencias transversales, la capacidad para resolver problemas reales y la adaptación a contextos dinámicos y multitecnológicos.

La revisión documental y el análisis de contenido revelaron un avance considerable en la adopción de estas tecnologías y métodos innovadores. Sin embargo, persisten desafíos importantes relacionados con la actualización curricular, la formación continua del profesorado y la infraestructura tecnológica institucional, aspectos indispensables para consolidar un modelo educativo efectivo y transformador.

Los datos recogidos evidencian que la innovación educativa bajo la Educación 4.0 fomenta la motivación y el compromiso estudiantil mediante el uso de simulaciones virtuales, laboratorios remotos y proyectos basados en retos reales que integran la teoría con la práctica profesional. Adicionalmente, la vinculación con la demanda social, la sostenibilidad y la digitalización en el sector de la construcción impulsan una formación más contextualizada y pertinente para el ingeniero civil contemporáneo.

Finalmente, es crucial resaltar que el éxito de la innovación educativa depende de un enfoque integral que articule tecnología, pedagogía y gestión institucional, promoviendo la colaboración entre academia, industria y sociedad. Solo así será posible formar ingenieros civiles capaces de liderar la transformación digital y afrontar los retos actuales con competencias sólidas y una visión multidimensional.

## Referencias

- Akimov, N., Kurmanov, N., Uskelenova, A., Aidargaliyeva, N., Mukhiyayeva, D., Rakhimova, S., Raimbekov, B., & Utegenova, Z. (2023). Components of education 4.0 in open innovation competence frameworks: Systematic review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(2), 100037. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100037>
- Akturk, C., Talan, T., & Cubukcu Cerasi, C. (2022). Education 4.0 and university 4.0 from Society 5.0 perspective. In *Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)* (pp. 577–582). <https://doi.org/10.1109/ACIT54803.2022.9913099>
- Alcorta de Bronstein, A., Lampe, S., & Halberstadt, J. (2023). Fostering future engineers as transformational agents: Integrating sustainability and entrepreneurship in engineering education. *Procedia Computer Science*, 219, 957–962. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.372>
- Brozovsky, J., Labonnote, N., & Vigren, O. (2024). Digital technologies in architecture, engineering, and construction. *Automation in Construction*, 158, 105212. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105212>
- Buganová, K., & Lusková, M. (2015). Innovation of educational content and study materials with respect to knowledge society needs and labour market at the University of Zilina, Faculty of Special Engineering. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 3587–3594. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.1076>
- Caccavale, F., Gargalo, C. L., Gernaey, K. V., & Krühne, U. (2024). Towards education 4.0: The role of large language models as virtual tutors in chemical engineering. *Education for Chemical Engineers*, 49, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2024.07.002>
- Calvetti, D., Mêda, P., de Sousa, H., Gonçalves, M. C., Faria, J. M. A., & da Costa, J. M. (2024). Experiencing Education 5.0 for civil engineering. *Procedia Computer Science*, 232, 2416–2425. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.060>
- Diogo, R. A., dos Santos, N., & Loures, E. F. R. (2023). Digital transformation of engineering education for smart education: A systematic literature review. *Reliability Modeling in Industry 4.0*, 407–438. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99204-6.00002-9>
- Firoozi, A. A., & Firoozi, A. A. (2023). A systematic review of the role of 4D printing in sustainable civil engineering solutions. *Heliyon*, 9(10), e20982. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20982>
- Henstrom, J., De Amicis, R., Sanchez, 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>
- Jain, A., Naik, K. R., Kakade, K., Bhanot, S., & Kulkarni, S. C. (2025). Reimagining management education: Navigating the shift to education 4.0 in the digital era. *The International Journal of Management Education*, 23(2), 101182. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2025.101182>

- Kleine, K., & Pessot, E. (2024). Virtualising labs in engineering education: A typology for structure and development. *Higher Education Research & Development*, 43(1), 119–133. <https://doi.org/10.1080/07294360.2023.2228227>
- Kuril, S., Maun, D., & Chand, V. S. (2023). Measuring teacher innovative behavior: A validated multidimensional inventory for use with public school teachers. *International Journal of Educational Management*, 37(2), 393–416. <https://doi.org/10.1108/IJEM-03-2022-0095>
- Menzli, L. J., Smirani, L. K., Boulahia, J. A., & Hadjouni, M. (2022). Investigation of open educational resources adoption in higher education using Rogers' diffusion of innovation theory. *Heliyon*, 8(7), e09885. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09885>
- Miranda, J., Lopez, C. S., Navarro, S., Bustamante, M. R., Molina, J. M., & Molina, A. (2019). Open innovation laboratories as enabling resources to reach the vision of education 4.0. In *Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*. <https://doi.org/10.1109/ICE.2019.8792595>
- Sigahi, T. F. A. C., & Sznclwar, L. I. (2023). From isolated actions to systemic transformations: Exploring innovative initiatives on engineering education for sustainable development in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 384, 135659. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135659>
- Spada, I., Chiarello, F., Barandoni, S., Ruggi, G., Martini, A., & Fantoni, G. (2022). Are universities ready to deliver digital skills and competences? A text mining-based case study of marketing courses in Italy. *Technological Forecasting and Social Change*, 182, 121869. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121869>
- Srivani, V., Hariharasudan, A., Nawaz, N., & Ratajczak, S. (2022). Impact of education 4.0 among engineering students for learning English language. *PLOS ONE*, 17(2), e0261717. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261717>
- Ubowska, A., & Królikowski, T. (2024). New technologies in the educational process on the example of FlexSim® software – the digital twin solution. *Procedia Computer Science*, 246(C), 4751–4758. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.09.340>
- Valdés Sánchez, V., & Gutiérrez-Esteban, P. (2023). Challenges and enablers in the advancement of educational innovation. The forces at work in the transformation of education. *Teaching and Teacher Education*, 135, 104359. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104359>

## CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA

1. Conceptualización: Lipselotte de Jesús Infante Rivera
2. Curación de datos: David Ramos Piñas
3. Análisis formal: David Ramos Piñas
4. Adquisición de fondos: David Ramos Piñas
5. Investigación: David Ramos Piñas
6. Metodología: Lipselotte de Jesús Infante Rivera
7. Dirección del proyecto: David Ramos Piñas
8. Recursos: David Ramos Piñas
9. Software: David Ramos Piñas
10. Supervisión: Lipselotte de Jesús Infante Rivera
11. Validación: David Ramos Piñas
12. Visualización: Lipselotte de Jesús Infante Rivera
13. Redacción - borrador original: Lipselotte de Jesús Infante Rivera
14. Redacción - corrección de pruebas y edición: Lipselotte de Jesús Infante Rivera