


Engineering Education 4.0: How Digital Tools Boost Entrepreneurial Spirit-A Systematic Review

Lucerito Katherine Ortiz García¹ 

¹Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c25072@utp.edu.pe

Abstract– This systematic mapping evaluated the impact of digital technologies on the development of entrepreneurial competencies within engineering education from 2020 to 2025. Following PRISMA protocols, 752 Scopus records were screened and 48 studies that met the specified criteria were ultimately selected. The findings confirm that technologies such as artificial intelligence, augmented/virtual reality, educational platforms (Moodle, Coursera), industrial simulators, 3-D software (AutoCAD, SolidWorks) and project-management tools (Trello, Asana) strengthen key skills—decision-making, creativity and leadership—by creating immersive environments aligned with Industry 4.0. The most effective instructional approaches were Project-Based Learning, collaborative learning and the flipped classroom. Adoption is most advanced in the United States, the United Kingdom and Singapore, whereas Latin America shows only initial developments. The main barriers include limited infrastructure and faculty resistance. The study concludes that the strategic integration of these tools improves academic performance and accelerates the development of entrepreneurial skills, recommending regional empirical studies and institutional policies to facilitate access and faculty training.

Keywords-- Digital tools, engineering education, entrepreneurial competencies, Industry 4.0, Project-Based Learning.

Educación en Ingeniería 4.0: cómo las herramientas digitales potencian el espíritu emprendedor-Una revisión sistemática

Lucerito Katherine Ortiz García¹

¹Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c25072@utp.edu.pe

Resumen— Este mapeo sistemático evaluó el impacto de tecnologías digitales en el desarrollo de competencias emprendedoras dentro de la educación en ingeniería durante 2020-2025. Siguiendo protocolos PRISMA, se analizaron 752 registros de Scopus, seleccionando finalmente 48 estudios que cumplieran criterios específicos. Los resultados confirman que tecnologías como inteligencia artificial, realidad aumentada/virtual, plataformas educativas (Moodle, Coursera), simuladores industriales, software 3D (AutoCAD, SolidWorks) y herramientas de gestión (Trello, Asana) fortalecen habilidades clave: toma de decisiones, creatividad y liderazgo, creando entornos inmersivos alineados con la Industria 4.0. Las metodologías más efectivas fueron Aprendizaje Basado en Proyectos, aprendizaje colaborativo y enseñanza invertida. La adopción es más avanzada en Estados Unidos, Reino Unido y Singapur, mientras Latinoamérica muestra desarrollos iniciales. Las barreras principales incluyen infraestructura limitada y resistencia docente. Se concluye que la integración estratégica de estas herramientas mejora el rendimiento académico y acelera el desarrollo de habilidades emprendedoras, recomendando estudios regionales y políticas institucionales para facilitar acceso y capacitación docente.

Palabras clave-- Herramientas digitales, educación en ingeniería, competencias emprendedoras, Industria 4.0, Aprendizaje Basado en Proyectos.

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual, la educación en ingeniería está viviendo una evolución significativa debido a la incorporación de herramientas digitales avanzadas, las cuales están cambiando las metodologías de enseñanza y aprendizaje. Las tecnologías como la inteligencia artificial (IA), la realidad aumentada (RA) y el Internet de las Cosas (IoT) están creando nuevas oportunidades para personalizar el aprendizaje y fomentar la novedad en la enseñanza de los futuros ingenieros. Estas herramientas no solo facilitan la enseñanza técnica, sino que también impulsan el desarrollo de habilidades esenciales como la imaginación, la resolución de problemas y, especialmente, las competencias emprendedoras [1], [2]. Así como también, la integración de tecnologías digitales en el currículo de ingeniería se está posicionando como una estrategia clave para cultivar una mentalidad emprendedora en los estudiantes, preparándolos para afrontar los distintos retos por los que se enfrenta el mercado laboral que está cada vez más competitivo y tecnológico [3], [4].

Teniendo en cuenta que un curso de emprendimiento en ingeniería es realmente crucial para su futuro profesional, ya

que los vuelve capaces de innovar, de transformar ideas innovadoras en soluciones prácticas y poco convencionales, que sean capaces de responder a las diversas capacidades globales. Sin embargo, la actual educación, en este caso la tradicional en ingeniería ha llegado a tener muchísimas dificultades para incorporar lo que sería las competencias emprendedoras de manera efectiva dentro de los currículos académicos. Es por ello, que las herramientas digitales van a jugar un papel esencial, permitiendo que los estudiantes puedan utilizarlo para diversas actividades cómo interactuar con escenarios virtuales y reales, de este modo pudiendo desarrollar proyectos que simulen condiciones del mercado y alentando el desarrollo de habilidades de innovación [5], [6]. Es por ello que a través de plataformas que ofrezcan simuladores de red de realidad aumentada y la guía de uso de sistemas avanzados de inteligencia artificial, los estudiantes van a tener un apoyo esencial para la experimentación de un proceso completo de desarrollo de productos y servicios, lo que les permitirá reforzar su capacidad para identificar oportunidades emprendedoras y generar soluciones creativas [7], [8].

La gran ventaja de una educación personalizada puede habilitar tecnologías como la inteligencia artificial, que tiene un alto porcentaje de adaptabilidad en el aprendizaje diverso de los estudiantes de ingeniería. Estas tecnologías nos han permitido adaptar tanto el contenido y las actividades de aprendizaje según el tipo de rendimiento y necesidades específicas por cada alumno, lo que demuestra un gran incremento tanto en su motivación como en su eficiencia en el aprendizaje.

De ese modo, se demuestra que los estudiantes no sólo van a adquirir habilidades técnicas sino que también habilidades blandas necesarias para poder gestionar diversos tipos de proyectos emprendedores, desde la importancia de la toma de decisiones con justificaciones hasta gestiones de equipos [9], [10]. Asimismo, abre un mundo de posibilidades de poder integrar estas diversas herramientas avanzadas de tecnología como las IoT's y diversos tipos de sistemas avanzados en Big data, que permitirían a los estudiantes simular y gestionar estos tipos de diversos procesos complejos, dándoles tanto una visión práctica como una holística de lo que serían los desafíos del mundo real [11], [12].

A pesar de los diversos avances de la integración de tecnologías en la actualidad y en diferentes ámbitos de la vida diaria, aún existen diversos desafíos para una implementación

efectiva en el sistema avanzado de educación en ingeniería. Muchos de estos programas educativos aún continúan deteniendo dificultades para integrar de manera coherente diversas tecnologías con los tradicionales enfoques pedagógicos ya establecidos. Es por ello que a pesar de su potencial para mejorar la enseñanza, hay cierta resistencia al cambio por parte de algunos educadores tradicionalistas, junto con una falta de infraestructura adecuada y desigual en cuanto al acceso de las tecnologías, siendo un punto de obstáculo en su significativa adopción generalizada [13], [14], [15]. Asimismo, Aunque existe un amplio y extenso consenso sobre los beneficios del uso de estas herramientas para una educación emprendedora, hay una amplia brecha importante entre la práctica y la teoría, especialmente a lo que respecta a la implementación real a las tecnologías avanzadas en las aulas de la carrera de ingeniería [16], [17], [18].

Este estudio tiene como propósito, llevar a cabo una revisión sistemática y exhaustiva de la literatura todo con el fin de analizar cómo es que estas implementaciones de las actuales herramientas digitales han afectado el desarrollo de habilidades esenciales emprendedoras en los estudiantes de esta generación. Se explorarán las diversas tecnologías utilizadas actualmente, el tipo de metodologías que fueron aplicadas y los resultados en las diversas investigaciones recientes. Asimismo, se identificará los vacíos de conocimiento y se sugerirán diversas áreas de investigación todo con el fin de maximizar el impacto de estas tecnologías en el ámbito emprendedor.

II. METODOLOGÍA

En el presente trabajo de investigación se focaliza en realizar una revisión sistemática de literatura con el fin de analizar como la implementación de herramientas digitales puede fomentar el emprendimiento. La pregunta principal de la investigación se estableció usando el enfoque PICO, que favoreció en la identificación de palabras claves para asegurar la adecuada búsqueda de artículos. Para llevar a cabo la revisión sistemática, se implementó la metodología PRISMA, que, haciéndolo adecuadamente, podremos establecer los criterios adecuados y de este modo filtrar los artículos y descartar aquellos duplicados. Seguido a ello, se evalúan los artículos basados en sus títulos y resúmenes, además, se realizó un análisis completo de los artículos con el fin de que se alineen con los objetivos establecidos para esta revisión sistemática. Este tipo de enfoque aseguraría que los artículos seleccionados proporcionen una visión sobre el impacto de las herramientas digitales en la formación emprendedora de los estudiantes de ingeniería.

A. Planificación de la revisión bibliográfica

Para evaluar las técnicas de implementación de herramientas digitales en la educación en ingeniería para el

fomento del emprendimiento, se formularon las siguientes preguntas de investigación:

QP: ¿Cuál es el impacto de la integración de herramientas digitales en la educación en ingeniería sobre el fomento del emprendimiento, basado en una revisión sistemática de la literatura existente?

A continuación, las preguntas complementarias:

Q1: ¿Cuáles serían las herramientas digitales más usuales en la educación de emprendimiento?

Q2: ¿De qué manera estas herramientas digitales podrían contribuir al desarrollo de habilidades emprendedoras esenciales en estudiantes?

Q3: ¿Qué tipo de metodologías educativas se aplicarían para poder implementar de manera correcta las herramientas digitales en la enseñanza del emprendimiento?

Q4: ¿En qué países ya se implementaron exitosamente estas herramientas para la formación de emprendimiento?

Se empleó la metodología PICO donde cada punto pueda establecer sus palabras claves en inglés (Tabla I). Se utilizó la base de datos scopus.

TABLA I
Metodología pico

	Identificación	Fórmula
P (Problema)	Programas educativos en la ingeniería	"engineering education" OR "engineering training" OR "technical education" OR "STEM education"
I (Intervención)	Herramientas digitales	"digital tools" OR "digital technology" OR "e-tools" OR "online resources"
O (Resultado)	Fomento del emprendimiento	"entrepreneurship" OR "startup" OR "business development" OR "innovation"
C (Contexto)	Aplicación con métodos convencionales sin herramientas	"integration" OR "implementation" OR "adoption" OR "application"

Fórmula de búsqueda completa

("digital tools" OR "digital technology" OR "e-tools" OR "online resources") AND ("engineering education" OR "engineering training" OR "technical education" OR "STEM education") AND ("entrepreneurship" OR "startup" OR "business development" OR "innovation") AND ("integration" OR "implementation" OR "adoption" OR "application")

A continuación, se presentan los criterios de inclusión establecidos para tener una búsqueda de fuentes apropiadas:

Criterios de Inclusión (CI):

Presentamos los siguientes criterios de inclusión establecidos para la búsqueda apropiada de fuentes:

- **CI1:** Los artículos deberían abordar la integración de estas herramientas digitales en educación de ingeniería.
- **CI2:** Los artículos deberían tratar sobre la fomentación del emprendimiento en programas educativos.
- **CI3:** Los artículos deberían focalizarse en la relación entre herramientas digitales aplicadas y el desarrollo de habilidades emprendedoras.
- **CI4:** Los artículos deben ser considerados según su metodología educativa para la integración de este tipo de herramientas digitales.

Con el fin de tener una adecuada búsqueda, con mayor precisión se establecieron los siguientes criterios de exclusión:

- Tener en cuenta el uso de publicaciones con fecha de publicación entre los años 2020 al 2025, limitándose en la revisión a artículos recientes debido al alto pico de artículos publicados a partir de este periodo.
- Identificar el tipo de documento que será aceptada en esta selección y restringirlo a artículos de investigación originales.
- Las áreas temáticas aceptadas tienen que estar implicada con la relación de la educación en ingeniería, emprendimiento y tecnología educativa.

Criterios de Exclusión (CE):

Presentamos los siguientes criterios de exclusión establecidos para la búsqueda apropiada de fuentes:

- **CE1:** Artículos que no describan ningún tipo de integración de estas herramientas digitales en la educación.
- **CE2:** Artículos que no estén correctamente relacionados con el fomento del emprendimiento o el desarrollo de habilidades emprendedoras.
- **CE3:** Publicaciones que no fueron centrados en el contexto educativo o la formación de estudiantes de ingeniería.
- **CE4:** Artículos que sean anteriores al año 2020

B. Transcurso de la búsqueda de fuentes

Posterior al establecimiento y aplicación de estos criterios de inclusión y exclusión en el transcurso de selección de búsqueda de fuentes, se tomó como base de metodología el uso del diagrama PRISMA como una guía primordial y esencial para revisiones sistemáticas detalladas. De acuerdo con SCOPUS, la página de base de datos que fue usada, se

identificaron registros una variedad de bases de datos y archivos. Después de ello, en total, se identificaron alrededor de 752 registros, de los cuales no se encontraron duplicados. En la siguiente fase, la del cribado, aquí se examinaron la variedad de los títulos y los resúmenes de los registros teniendo en cuenta las que tenían relación con las que no, finalmente evaluando un total de 752 artículos. De estos, 567 fueron excluidos, debido a que no respondían a las preguntas clave de la revisión, específicamente en cuanto al título y el resumen. Esto dejó un total de 185 publicaciones que fueron recuperadas para su evaluación. En la siguiente etapa, se evaluaron 185 publicaciones para verificar su elegibilidad, y finalmente, 142 artículos pasaron a la fase final de revisión completa. Después de este proceso, se excluyeron 80 artículos por no cumplir con los requisitos de elegibilidad, reduciendo el número de fuentes a 63 artículos para la revisión final. Finalmente, después de realizar un análisis más detallado y

ajustar los criterios de selección, se incluyeron 48 fuentes definitivas para la revisión sistemática, que fueron cuidadosamente evaluadas por su relevancia y calidad en relación con los objetivos de la investigación. La Figura 1 se refiere a la fase de selección de una revisión sistemática.

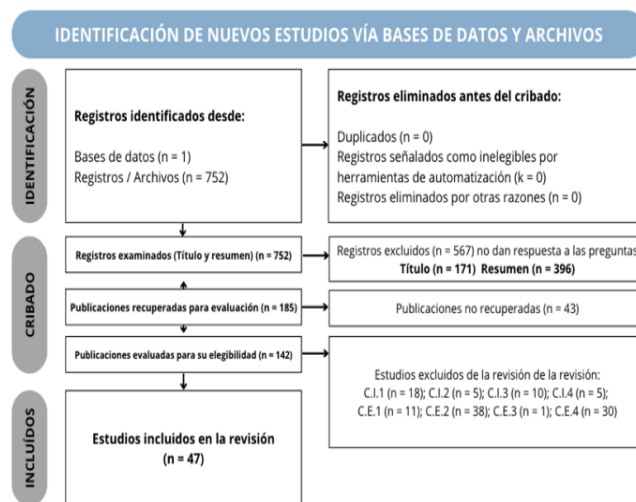


Fig. 1 Diagrama prisma.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la exploración de los resultados de fuentes que van a hacer revisión sistemática, lograron identificar un total de 47 artículos que corresponderían a un periodo entre el 2020 al 2025. Y para ofrecer una visión más clara de los resultados se elaboró un gráfico de barra expresando la cantidad de artículos seleccionados por año.

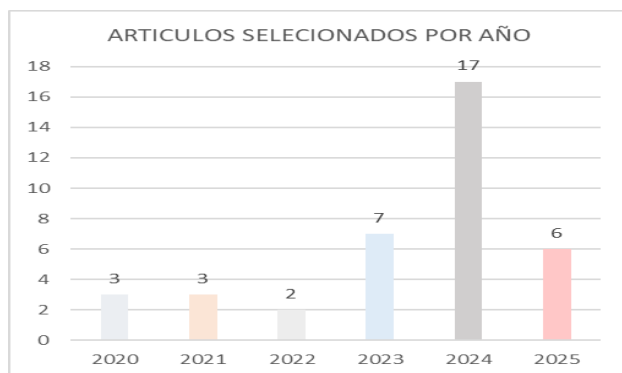


Fig. 2 Artículos seleccionados por año

A. Resultados de la revisión sistemática

A continuación, se presentarán los documentos seleccionados para la elaboración de la revisión sistemática. En la Tabla II, se incluyeron los nombres de los autores y los títulos de los documentos seleccionados, ya que se pretende realizar un análisis detallado de las publicaciones relacionadas con este tema.

TABLA II
INVESTIGACIONES SELECCIONADAS PARA LA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Autor	Título
M. Lucas, P. Bem-haja, Y. Zhang, C. Llorente-Cejudo, y A. Palacios-Rodríguez	“A evaluations of pre-service teachers’ readiness for adoption on AI” [14]
M. P. Rojas y A. Chiappe	“A review of artificial Intelligence and Digital Ecosystems in Education” [1]
S. Alhebaishi y R. Stone	“The use of augmented Reality in Education: Transforming Teaching and Learning Practices – State-of-the-Art” [7]
C. Valbuena-Bermúdez, N. E. Lozano-Ramírez, A. Serrano-Sierra, y C. Granados-León	“CAMPUS: Enhancing construction processes learning and teaching in higher education through a mobile” [2]
A. Thomas, H. K. Duggal, P. Khatri, y V. Corvello	“Adoptiong ChatGPT as a catalyst for creative performance, innovation orientation, and agile leadership” [19]
X. Qu, X. Qin, y X. Wang	“Building of Frugal Innovation Path in the Context of Digital shifts to a Study Based on NCA and QCA” [20]
A. Bounou, N. Tselios, G. Kaliampas, K. Lavidas, y S. Papadakis	“Evaluation Digital Technology for inquiry driven Computational Thinking via Inquiry Learning—A case of two educational Software Applications for Mathematics and Physics” [16]
S. R. Velu	“Applying desing thinking Approach for Increasing Innovative: ICT’s Mediating Effect as a mediator” [21]
M. A. Hazrat, N. M. S. Hassan, A. A. Chowdhury, M. G. Rasul, y B. A. Taylor	“The preparing future-ready engineers, Train a workforce: Exploring digital twin approaches” [17]
Y. Zhao, M. C. Sánchez Gómez, A. M. Pinto Llorente, y L. Zhao	“Digital literaly of Competence in Higher Education: How personal characteristics shape Students’ Perception

	and Personal Factors” [18]
J. Aliu, A. E. Oke, O. T. Jesudaju, P. O. Akanni, T. Ehbohimen, y O. S. Dosumu	“Digital transformation in Nigerian Heavy-Engineering Projects: Examing into digital adoption for competitive advantage” [22]
M. S. Satar, S. Alharthi, F. Omeish, S. M. Alshibani, y N. Saqib	“Sustaining entrepreneurial Competence through blended learning and graduate teh influence of digital learning mindsets” [23]
A. Boltsi, K. Kalovrektis, A. Xenakis, P. Chatzimisios, y C. Chaikalis	“Education 4.0 in STEM: Surveying digital methods and technologies oriented Survey” [9]
A. Deroncele-Acosta, M. L. Palacios-Núñez, y A. Toribio-López	“Post-COVID advances Transformation and Technological Innovation on Higher Education” [24]
K. Lesinski, I. Mavlutova, A. Spilbergs, y J. Hermanis	“Transforming Entrepreneurship Education: KABADA’s role and Gen Z’s motivation” [25]
L. N. Laursen y T. Ryberg	“Engineering design education in digital age: Flipped Learning, hybridity models, and transparency open practices” [26]
H. A. Guerrero-Osuna, J. A. Nava-Pintor, C. A. Olvera-Olvera, T. Ibarra	“Training mobile Robot Skills based in Mechatronics Systems Using Computer Vision” [27]
A. M. Khaddar, A. Dehbi, A. Alali, A. Bakhoui, y M. Talea	“Exploring Through Technologies in Learning: Adata-driven Integrations of Emerging Educational Tools used cases” [12]
D. Fernandez Rivas y S. Husein	“How Soft skills and knowledge fostering innovations in Engineering and Business Education and Entrepreneurship” [28]
T. Tran et al.	“Enhancing Robot Training Blending Kinesthetic Learning and Digital Twins for integration in Human-Focused Industries” [29]
R. Al Sharif, S. Pokharel, M. A. Ayari, M. Essam, y S. Aqee	“Enabling Open Innovation in Digital Startups through the Incubation Program—A Case of Qatar” [30]
L. Gumaelius, I.-B. Skogh, Á. Matthíasdóttir, y P. Pantzos	“Fostering Programs as a Drivers Open Insights from a Qatari Incubation Tech Starup Ecosystem” [13]
L. Naamati-Schneider	“Enhancing Digital Tnasformation Engineerind Education: How a case Study Shapes Curriculum and Theaching Practices” [31]
S. Amador Nelke et al.	“Teaching IoT in STEMM Education and Integrating Remote Laboratories Through Hands-On Digital Tools” [11]
D. Corrales-Garay, E.-M. Mora-Valentín, y M. Ortiz-de-Urbina-Criado	“Open Data as Catalyst for Entrepreneurship in Opportunity for Sustainable Development” [32]
Y. Wu, L. Xu, y S. P. Philbin	“Evaluating the Communications Competence of Skills in Engineering Students’ on Their Employability as Per the Outcome-Based Education Theory” [4]
M. Albeedan, H. Kolivand, y R. Hammady	“Evaluating the effectiveness of mixed reality in CSI Education: A study task-technology fit and technology acceptance” [3]
Y. Qi, T. Liang, y Y. Chang	“Measuring assesing innovation Ability for the Science and Technology Service Industry” [33]
V. Izquierdo-Álvarez y A. M. Pinto-Llorente	“Pre-Service Teachers’ Perceptions of the Educational Value and Benefits of

	Computational Thinking and Programming” [34]
S. Chookaew, P. Kitcharoen, S. Howimanporn, y P. Panjaburee	“Fostering developing learner student competencies through artificial intelligence of things via an AioT-Based educational platform” [35]
M. Vičič Krabonja, S. Kustec, V. Skrbinek, B. Aberšek, y A. Flogie	“Digital Professional Learning Communities and Long-Term Sustainable Education Practices through Digital Transformation” [36]
A. S. Abdelmagid <i>et al.</i>	“Using Digital Tools an AI Develop Technological Innovation Skills among Saudi University Students” [37]
P. Galvin, N. Burton, y R. Nyuur	“DIY laboratories and Cross-Industry Collaboration Fostering Entrepreneurship and innovation in the global bicycle industry” [38]
C. Rus-Casas, M. D. La Rubia, D. Eliche-Quesada, G. Jiménez-Castillo, y J. D. Aguilar-Peña	“Utilizing Online Tools for the Creation of Learning Ecosystems in Engineering Studies for Sustainable Learning” [5]
M. Qamhieh, H. Sammaneh, y M. N. Demaidi	“PCRS: Tailored Career-Path Recommendation System for Futere Engineering Students” [39]
A. M. Al-Abdullatif y A. A. Gamei	“Integrating Digital Technologies to Students’ Academic Performance Enhace Academic Outcomes via Project-Based” [6]
J. Zhang <i>et al.</i>	“Using Digital Twin Learning System to support Engineering Courses: A Case of Landscape Architecture” [40]
I. C. Raveica <i>et al.</i>	“Evaluating of Digitalization on Industrial Engineering Students’ Training in Industrial Engineering Education: Labor Market and Sustainability Insights” [41]

RQ1: ¿Cuáles serían las herramientas digitales más usuales en la educación de emprendimiento?

En la enseñanza del emprendimiento en ingeniería se pueden identificar las herramientas digitales más frecuentemente utilizadas, comenzando por las plataformas de aprendizaje online como Moodle y Coursera, pasando por simuladores de procesos industriales y software de modelado 3D, hasta llegar a recursos que permiten a los estudiantes poder definir y diseñar productos y procesos en entornos virtuales, ayudando a entender los problemas técnicos habituales en las actividades emprendedoras e industriales, además de aplicaciones de gestión de proyectos como Trello y Asana que ayudan a los estudiantes a gestionar equipos, tiempos y recursos además de ir monitorizando la progresión de los trabajos a realizar [17].

TABLA III
HERRAMIENTAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN DE
EMPREDIMIENTO

Tecnología / Herramienta	Descripción
Plataformas de aprendizaje	Moodle, Coursera: Plataformas en línea para la formación, que permiten aprender de manera interactiva y flexible [14], [16].

Simuladores de procesos	Simuladores industriales: Herramientas que permiten a los estudiantes experimentar con el diseño y optimización de productos en un entorno virtual [5], [42]
Software de modelado 3D	AutoCAD, SolidWorks: Programas de modelado en 3D que permiten a los estudiantes crear prototipos y diseños virtuales [2], [33]
Aplicaciones de gestión de proyectos	Trello, Asana: Herramientas para organizar y coordinar equipos, gestionar tiempos y recursos, y realizar seguimiento de proyectos [21], [43]
Realidad Aumentada (RA)	Microsoft HoloLens, ARKit: Herramientas para crear experiencias inmersivas, facilitando la interacción con modelos 3D y escenarios industriales [18], [40].
Realidad Virtual (RV)	Oculus Rift, HTC Vive: Tecnología inmersiva que simula entornos industriales y permite explorar procesos productivos [41], [42].

Las herramientas digitales más utilizadas para fomentar el emprendimiento en ingeniería, según la literatura revisada, pueden incluir plataformas de aprendizaje en la red (como Moodle o Coursera), simuladores de procesos industriales y software de modelado 3D. Estas herramientas dejan que el alumnado ponga en práctica el diseño y optimización de productos y procesos virtualmente, de manera que les aporten conocimientos sobre los problemas técnicos que afrontan los emprendedores en la industria, incluyendo apps de gestión de proyectos como Trello o Asana, para que el alumnado aprenda cómo organizar y coordinar equipos de trabajo, gestionar el tiempo y recursos, y poder llevar un seguimiento de los avances de la gestión de proyectos [6], [38].

RQ2: ¿De qué manera estas herramientas digitales podrían contribuir al desarrollo de habilidades emprendedoras esenciales en estudiantes?

La ventaja que ofrecen los recursos digitales facilitados, las herramientas digitales a saber, las estrategias interactivas y colaborativas por las que optamos, en el sentido de que éstas favorecen la competencia emprendedora en los estudiantes de ingeniería, puesto que les promueven un contexto que invoca la experimentación, la iteración y la optimización de las distintas soluciones tecnológicas. A título de ejemplo, Miro y Google Workspace para la colaboración permiten trabajar de forma cooperativa, planificación, ejecución y evaluación de los proyectos de empresa [1], [44].

TABLA IV
CONTRIBUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DIGITALES

Tecnología / Herramienta	Contribución
Plataformas de aprendizaje	Moodle, Coursera: Fomentan la autonomía y el pensamiento crítico, esenciales para la resolución de problemas en el emprendimiento [1], [40]

Simuladores de procesos	Simuladores industriales: Desarrollan la creatividad y la capacidad de innovar, enfrentando problemas reales de diseño y optimización de productos [7], [10].
Software de modelado 3D	AutoCAD, SolidWorks: Mejoran habilidades técnicas y creativas, esenciales para materializar ideas innovadoras [35], [39].
Aplicaciones de gestión de proyectos	Trello, Asana: Ayudan a organizar equipos, gestionar recursos y hacer seguimiento de proyectos, clave para el emprendimiento [24], [36]
Realidad Aumentada (RA)	Microsoft HoloLens, ARKit: Estimulan la innovación y la resolución de problemas en un entorno inmersivo [38], [41].
Realidad Virtual (RV)	Oculus Rift, HTC Vive: Desarrollan habilidades de liderazgo y toma de decisiones bajo presión en escenarios complejos [1], [40].

Las herramientas digitales son imprescindibles para lograr adquirir habilidades propias del emprendimiento. Herramientas de aprendizaje como Moodle y Coursera desarrollan la autonomía y el pensamiento crítico [22], [37]; los simuladores de procesos industriales estimulan la creatividad y la innovación a la hora de diseñar productos [1], [44]; las herramientas de modelado 3D potencian las habilidades técnicas y creativas [1], [44]; las herramientas de gestión de proyectos como Trello y Asana favorecen la organización de equipos y la gestión de recursos [4], [33]; la realidad aumentada y la realidad virtual son habilidades que favorecen la innovación en los procesos de toma de decisiones bajo presión [41], [42].

RQ3: ¿Qué tipo de metodologías educativas se aplicarían para poder implementar de manera correcta las herramientas digitales en la enseñanza del emprendimiento?

Entre las metodologías más usuales para la integración de herramientas digitales en el ámbito de la enseñanza del emprendimiento sería el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje invertido (flipped learning) [3], [34]. En el ABP, los estudiantes tienen como objetivo trabajar en equipo para resolver problemas de ingeniería implementando el uso de herramientas digitales de este modo promoviendo la creatividad, la gestión de proyectos y la innovación [45], [46].

TABLA V
METODOLOGÍAS EDUCATIVAS APLICADAS

Metodología	Descripción
Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)	Los estudiantes trabajan en proyectos reales usando herramientas digitales para resolver problemas, desarrollando habilidades de resolución de

problemas, creatividad e innovación [1], [40].

Aprendizaje Colaborativo	Utiliza plataformas como Trello o Microsoft Teams para fomentar el trabajo en equipo, la comunicación y la cooperación en proyectos de emprendimiento [3], [34].
Gamificación	Integración de elementos de juego en el aprendizaje, usando simuladores y plataformas interactivas para motivar y enseñar habilidades emprendedoras en un entorno controlado [45], [46].
Enseñanza Basada en Simulación	Uso de simuladores para recrear escenarios de negocio e industriales, permitiendo a los estudiantes experimentar con decisiones empresariales sin riesgos reales [12], [28].

Las metodologías de enseñanza sostenida para la inclusión de las herramientas digitales en la enseñanza del emprendimiento tales como el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje invertido son indispensables porque, con el ABP, los estudiantes abordan problemas de verdad y que emplean para ello las tecnologías digitales que les permite trabajar habilidades como la innovación y la gestión de los proyectos; la propuesta del aprendizaje colaborativo fomenta el trabajo en equipo; y el aprendizaje invertido fomenta todavía más el aprendizaje en la práctica. Características que preparan al alumnado para poder abordar los problemas que presenta el emprendimiento [27], [31].

RQ4: ¿En qué países ya se implementaron exitosamente estas herramientas para la formación de emprendimiento?

Diferentes países han desarrollado con éxito recursos digitales para facilitar el emprendimiento en la educación de ingeniería. En Estados Unidos, por ejemplo, con MIT OpenCourseWare y Simulink, se enseñan procesos industriales y gestión de proyectos de ingeniería desde el diseño hasta la comercialización [19], [47]. Las universidades del Reino Unido utilizan metodologías como el aprendizaje basado en proyectos (PBL) y herramientas colaborativas para desarrollar el emprendimiento en la educación, especialmente en Ingeniería de Software y Gestión de Tecnología [2].

TABLA VI
IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DIGITALES EN EDUCACIÓN EMPRENDEDORA POR PAÍS

País	Herramientas digitales	Descripción
Estados Unidos	Moodle, Simuladores industriales, plataformas de diseño 3D (AutoCAD, SolidWorks)	Uso de plataformas en línea y simuladores para enseñar habilidades técnicas y fomentar la innovación en ingeniería [39], [43].

Reino Unido	Plataformas de colaboración en línea, herramientas de gestión de proyectos (Trello, Asana)	Implementación de herramientas digitales en el aprendizaje basado en proyectos y gestión de equipos. [31], [45].
Singapur	Realidad aumentada (RA), Realidad virtual (RV), simuladores de procesos industriales	Integración de RA y RV para entrenar a estudiantes de ingeniería en situaciones industriales realistas. [19], [47].
Australia	Plataformas de aprendizaje en línea, herramientas de simulación de procesos industriales	Uso de plataformas digitales para fomentar el aprendizaje práctico y el desarrollo de competencias emprendedoras [8], [41].
México	Simuladores, herramientas de modelado 3D, plataformas de colaboración en línea	Implementación de tecnologías digitales para enseñar y gestionar proyectos de ingeniería de manera práctica [16], [37].

Diversos países han aplicado herramientas digitales para el emprendimiento de la educación en ingeniería. Por parte de Estados Unidos se consideran como parte del mismo los MIT OpenCourseWare y Simulink para la enseñanza de los procesos en los que se ejecuta la industria y la gestión de proyectos de ingeniería desde el diseño hasta su producción [19], [47]. El Reino Unido agrupa a universidades que están utilizando metodologías como el aprendizaje basado en proyectos y la utilización de herramientas de colaboración a fin de aumentar el emprendimiento, especialmente en Ingeniería de Software, así como Gestión de Tecnología [8], [41]. También, países como Singapur y Australia han incorporado tecnologías como la realidad aumentada y plataformas de simulación para el desarrollo de la enseñanza práctica en ingeniería [16], [37].

V. CONCLUSIONES

Este estudio de revisión sistemática analizó la literatura científica del periodo 2020-2025 para examinar cómo las tecnologías digitales impactan el desarrollo de competencias emprendedoras en la formación de ingenieros. Siguiendo los lineamientos PRISMA, se procesaron 752 registros de la base de datos Scopus, realizando un filtrado inicial por títulos y resúmenes, posteriormente evaluando 185 documentos completos hasta llegar a una muestra final de 48 investigaciones que cumplían los requisitos establecidos (incorporación de tecnologías digitales, enfoque en educación emprendedora y ámbito de ingeniería).

Los resultados demuestran que las tecnologías innovadoras como inteligencia artificial, realidad aumentada y virtual, entornos virtuales de aprendizaje (Moodle, Coursera),

simuladores para la industria, herramientas de diseño 3D (AutoCAD, SolidWorks) y plataformas de gestión de proyectos (Trello, Asana) fortalecen habilidades fundamentales del emprendimiento —capacidad de decisión, pensamiento creativo y liderazgo— mediante la creación de espacios inmersivos y colaborativos acordes con los principios de la Industria 4.0. Las estrategias pedagógicas más efectivas identificadas fueron el Aprendizaje Basado en Proyectos, metodologías colaborativas y el modelo de aula invertida, que conectan desafíos del mundo real con la experimentación tecnológica.

El grado de implementación es más avanzado en Estados Unidos, Reino Unido y Singapur, en contraste con Latinoamérica donde se observan desarrollos iniciales; los obstáculos más frecuentes comprenden limitaciones de infraestructura y reticencia del profesorado hacia las innovaciones pedagógicas.

El estudio concluye que la incorporación planificada de estas tecnologías digitales no solamente mejora el desempeño estudiantil, sino que acelera la formación de capacidades emprendedoras en los futuros profesionales de ingeniería, sugiriendo la necesidad de investigaciones empíricas a nivel regional y el desarrollo de políticas institucionales que promuevan el acceso, la formación docente y la expansión de las experiencias exitosas.

REFERENCIAS

- [1] M. P. Rojas y A. Chiappe, «Artificial Intelligence and Digital Ecosystems in Education: A Review», *Technol. Knowl. Learn.*, vol. 29, n.º 4, pp. 2153-2170, dic. 2024, doi: 10.1007/s10758-024-09732-7.
- [2] C. Valbuena-Bermúdez, N. E. Lozano-Ramírez, A. Serrano-Sierra, y C. Granados-León, «CAMPUS: A mobile app for construction processes learning and teaching in higher education», *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 32, n.º 4, p. e22739, jul. 2024, doi: 10.1002/cae.22739.
- [3] M. Albeedan, H. Kolivand, y R. Hammady, «Evaluating the Use of Mixed Reality in CSI Training Through the Integration of the Task-Technology Fit and Technology Acceptance Model», *IEEE Access*, vol. 11, pp. 114732-114752, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3323949.
- [4] H. S. AlSagri y S. S. Sohail, «Evaluating the role of Artificial Intelligence in sustainable development goals with an emphasis on “quality education”», *Discov. Sustain.*, vol. 5, n.º 1, p. 458, dic. 2024, doi: 10.1007/s43621-024-00682-9.
- [5] C. Rus-Casas, M. D. La Rubia, D. Eliche-Quesada, G. Jiménez-Castillo, y J. D. Aguilar-Peña, «Online Tools for the Creation of Personal Learning Environments in Engineering Studies for Sustainable Learning», *Sustainability*, vol. 13, n.º 3, p. 1179, ene. 2021, doi: 10.3390/su13031179.
- [6] A. M. Al-Abdullatif y A. A. Gameil, «The Effect of Digital Technology Integration on Students’ Academic Performance through Project-Based Learning in an E-learning Environment», *Int. J. Emerg. Technol. Learn. IJET*, vol. 16, n.º 11, p. 189, jun. 2021, doi: 10.3991/ijet.v16i11.19421.
- [7] S. Alhebaishi y R. Stone, «Augmented Reality in Education: Revolutionizing Teaching and Learning Practices – State-of-the-Art», *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 15, n.º 11, 2024, doi: 10.14569/IJACSA.2024.0151103.
- [8] Y. Qi, T. Liang, y Y. Chang, «Evaluation of College Students’ Innovation and Entrepreneurial Ability for the Science and Technology Service Industry», *Int. J. Emerg. Technol. Learn. IJET*, vol. 16, n.º 05, p. 228, mar. 2021, doi: 10.3991/ijet.v16i05.21079.

- [9] A. Boltsi, K. Kalovrektis, A. Xenakis, P. Chatzimisios, y C. Chaikalas, «Digital Tools, Technologies, and Learning Methodologies for Education 4.0 Frameworks: A STEM Oriented Survey», *IEEE Access*, vol. 12, pp. 12883-12901, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3355282.
- [10] C. M. Himang *et al.*, «Modelling the Utilization of Digital Technology in Education During the COVID-19 Pandemic Through an Expert-Based Analytic Tool», *Int. J. Inf. Commun. Technol. Educ.*, vol. 19, n.º 1, pp. 1-23, oct. 2023, doi: 10.4018/IJICTE.332863.
- [11] S. Amador Nelke *et al.*, «Enhancing Lessons on the Internet of Things in Science, Technology, Engineering, and Medical Education with a Remote Lab», *Sensors*, vol. 24, n.º 19, p. 6424, oct. 2024, doi: 10.3390/s24196424.
- [12] A. M. Khaddar, A. Dehbi, A. Alali, A. Bakhoui, y M. Talea, «Emerging Technologies in Learning: A Bibliometric Analysis of Technology Integration and Applications», *Int. J. Interact. Mob. Technol. IJIM*, vol. 19, n.º 05, pp. 60-78, mar. 2025, doi: 10.3991/ijim.v19i05.51267.
- [13] L. Gumaelius, I.-B. Skogh, Á. Matthíasdóttir, y P. Pantzos, «Engineering education in change. A case study on the impact of digital transformation on content and teaching methods in different engineering disciplines», *Eur. J. Eng. Educ.*, vol. 49, n.º 1, pp. 70-93, ene. 2024, doi: 10.1080/03043797.2023.2285794.
- [14] M. Lucas, P. Bem-haja, Y. Zhang, C. Llorente-Cejudo, y A. Palacios-Rodríguez, «A comparative analysis of pre-service teachers' readiness for AI integration», *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 8, p. 100396, jun. 2025, doi: 10.1016/j.caeai.2025.100396.
- [15] R. Boluda-Ruiz, P. Salcedo-Serrano, B. Castillo-Vázquez, y A. García-Zambrana, «Revolutionizing Electrical Engineering Education: A New Active Learning Method Based on Student-Generated Multimedia Content», *IEEE Access*, vol. 12, pp. 92931-92944, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3423334.
- [16] A. Bounou, N. Tselios, G. Kaliampas, K. Lavidas, y S. Papadakis, «Criteria for Evaluating Digital Technology Used to Support Computational Thinking via Inquiry Learning—The Case of Two Educational Software Applications for Mathematics and Physics», *Computers*, vol. 14, n.º 3, p. 90, mar. 2025, doi: 10.3390/computers14030090.
- [17] M. A. Hazrat, N. M. S. Hassan, A. A. Chowdhury, M. G. Rasul, y B. A. Taylor, «Developing a Skilled Workforce for Future Industry Demand: The Potential of Digital Twin-Based Teaching and Learning Practices in Engineering Education», *Sustainability*, vol. 15, n.º 23, p. 16433, nov. 2023, doi: 10.3390/su152316433.
- [18] Y. Zhao, M. C. Sánchez Gómez, A. M. Pinto Llorente, y L. Zhao, «Digital Competence in Higher Education: Students' Perception and Personal Factors», *Sustainability*, vol. 13, n.º 21, p. 12184, nov. 2021, doi: 10.3390/su132112184.
- [19] A. Thomas, H. K. Duggal, P. Khatri, y V. Corvello, «ChatGPT appropriation: A catalyst for creative performance, innovation orientation, and agile leadership», *Technol. Soc.*, vol. 78, p. 102619, sep. 2024, doi: 10.1016/j.techsoc.2024.102619.
- [20] X. Qu, X. Qin, y X. Wang, «Construction of Frugal Innovation Path in the Context of Digital Transformation: A Study Based on NCA and QCA», *Sustainability*, vol. 15, n.º 3, p. 2158, ene. 2023, doi: 10.3390/su15032158.
- [21] S. R. Velu, «Design Thinking Approach for Increasing Innovative Action in Universities: ICT's Mediating Effects», *Sustainability*, vol. 15, n.º 1, p. 24, dic. 2022, doi: 10.3390/su15010024.
- [22] J. Aliu, A. E. Oke, O. T. Jesudaju, P. O. Akanni, T. Ehböhmen, y O. S. Dosumu, «Digital Evolution in Nigerian Heavy-Engineering Projects: A Comprehensive Analysis of Technology Adoption for Competitive Edge», *Buildings*, vol. 15, n.º 3, p. 380, ene. 2025, doi: 10.3390/buildings15030380.
- [23] M. S. Satar, S. Alharthi, F. Omeish, S. M. Alshibani, y N. Saqib, «Digital Learning Orientation and Entrepreneurial Competencies in Graduates: Is Blended Learning Sustainable?», *Sustainability*, vol. 16, n.º 17, p. 7794, sep. 2024, doi: 10.3390/su16177794.
- [24] A. Deroncel-Acosta, M. L. Palacios-Núñez, y A. Toribio-López, «Digital Transformation and Technological Innovation on Higher Education Post-COVID-19», *Sustainability*, vol. 15, n.º 3, p. 2466, ene. 2023, doi: 10.3390/su15032466.
- [25] K. Lesinskas, I. Mavlutova, A. Spilbergs, y J. Hermanis, «Digital Transformation in Entrepreneurship Education: The Use of a Digital Tool KABADA and Entrepreneurial Intention of Generation Z», *Sustainability*, vol. 15, n.º 13, p. 10135, jun. 2023, doi: 10.3390/su151310135.
- [26] L. N. Laursen y T. Ryberg, «Digitalisation of engineering design education: structured freedom, flipped engagement, hybridity, and transparency», *Eur. J. Eng. Educ.*, pp. 1-20, mar. 2024, doi: 10.1080/03043797.2024.2331257.
- [27] H. A. Guerrero-Osuna, J. A. Nava-Pintor, C. A. Olvera-Olvera, T. Ibarra-Pérez, R. Carrasco-Navarro, y L. F. Luque-Vega, «Educational Mechatronics Training System Based on Computer Vision for Mobile Robots», *Sustainability*, vol. 15, n.º 2, p. 1386, ene. 2023, doi: 10.3390/su15021386.
- [28] D. Fernandez Rivas y S. Husein, «Empathy, persuasiveness and knowledge promote innovative engineering and entrepreneurial skills», *Educ. Chem. Eng.*, vol. 40, pp. 45-55, jul. 2022, doi: 10.1016/j.ece.2022.05.002.
- [29] T. Tran *et al.*, «Empowering robotic training with kinesthetic learning and digital twins in human-centric industrial systems», *J. Ind. Inf. Integr.*, vol. 43, p. 100743, ene. 2025, doi: 10.1016/j.jii.2024.100743.
- [30] R. Al Sharif, S. Pokharell, M. A. Ayari, M. Essam, y S. Aqeel, «Enabling Open Innovation in Digital Startups through the Incubation Program—A Case of Qatar», *Sustainability*, vol. 14, n.º 11, p. 6557, may 2022, doi: 10.3390/su14116557.
- [31] L. Naamati-Schneider, «Enhancing AI competence in health management: students' experiences with ChatGPT as a learning Tool», *BMC Med. Educ.*, vol. 24, n.º 1, p. 598, may 2024, doi: 10.1186/s12909-024-05595-9.
- [32] D. Corrales-Garay, E.-M. Mora-Valentín, y M. Ortiz-de-Urbina-Criado, «Entrepreneurship Through Open Data: An Opportunity for Sustainable Development», *Sustainability*, vol. 12, n.º 12, p. 5148, jun. 2020, doi: 10.3390/su12125148.
- [33] Y. Qi, T. Liang, y Y. Chang, «Evaluation of College Students' Innovation and Entrepreneurial Ability for the Science and Technology Service Industry», *Int. J. Emerg. Technol. Learn. IJET*, vol. 16, n.º 05, p. 228, mar. 2021, doi: 10.3991/ijet.v16i05.21079.
- [34] V. Izquierdo-Álvarez y A. M. Pinto-Llorente, «Exploring Pre-Service Teachers' Perceptions of the Educational Value and Benefits of Computational Thinking and Programming», *Sustainability*, vol. 17, n.º 5, p. 2164, mar. 2025, doi: 10.3390/su17052164.
- [35] S. Chookaew, P. Kitcharoen, S. Howimanporn, y P. Panjaburee, «Fostering student competencies and perceptions through artificial intelligence of things educational platform», *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 7, p. 100308, dic. 2024, doi: 10.1016/j.caeai.2024.100308.
- [36] M. Vičić Krabonja, S. Kustec, V. Skrbinjek, B. Aberšek, y A. Flogie, «Innovative Professional Learning Communities and Sustainable Education Practices through Digital Transformation», *Sustainability*, vol. 16, n.º 14, p. 6250, jul. 2024, doi: 10.3390/su16146250.
- [37] A. S. Abdelmagid *et al.*, «Interactive Digital Platforms and Artificial Intelligence Applications to Develop Technological Innovation Skills among Saudi University Students», *Int. J. Interact. Mob. Technol. IJIM*, vol. 18, n.º 11, pp. 64-79, jun. 2024, doi: 10.3991/ijim.v18i11.48877.
- [38] P. Galvin, N. Burton, y R. Nyuur, «Leveraging inter-industry spillovers through DIY laboratories: Entrepreneurship and innovation in the global bicycle industry», *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 160, p. 120235, nov. 2020, doi: 10.1016/j.techfore.2020.120235.
- [39] M. Qamhie, H. Sammaneh, y M. N. Demaidi, «PCRS: Personalized Career-Path Recommender System for Engineering Students», *IEEE Access*, vol. 8, pp. 214039-214049, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3040338.
- [40] J. Zhang *et al.*, «The Effectiveness of a Digital Twin Learning System in Assisting Engineering Education Courses: A Case of Landscape Architecture», *Appl. Sci.*, vol. 14, n.º 15, p. 6484, jul. 2024, doi: 10.3390/app14156484.
- [41] I. C. Raveica *et al.*, «The Impact of Digitalization on Industrial Engineering Students' Training from the Perspective of Their

- Insertion in the Labor Market in a Sustainable Economy: A Students' Opinions Survey», *Sustainability*, vol. 16, n.º 17, p. 7499, ago. 2024, doi: 10.3390/su16177499.
- [42] C. Osorio, N. Fuster, W. Chen, Y. Men, y A. A. Juan, «Enhancing Accessibility to Analytics Courses in Higher Education through AI, Simulation, and e-Collaborative Tools», *Information*, vol. 15, n.º 8, p. 430, jul. 2024, doi: 10.3390/info15080430.
- [43] A. Bounou, N. Tselios, G. Kaliampou, K. Lavidas, y S. Papadakis, «Criteria for Evaluating Digital Technology Used to Support Computational Thinking via Inquiry Learning—The Case of Two Educational Software Applications for Mathematics and Physics», *Computers*, vol. 14, n.º 3, p. 90, mar. 2025, doi: 10.3390/computers14030090.
- [44] C. Rus-Casas, M. D. La Rubia, D. Eliche-Quesada, G. Jiménez-Castillo, y J. D. Aguilar-Peña, «Online Tools for the Creation of Personal Learning Environments in Engineering Studies for Sustainable Learning», *Sustainability*, vol. 13, n.º 3, p. 1179, ene. 2021, doi: 10.3390/su13031179.
- [45] S. Amador Nelke *et al.*, «Enhancing Lessons on the Internet of Things in Science, Technology, Engineering, and Medical Education with a Remote Lab», *Sensors*, vol. 24, n.º 19, p. 6424, oct. 2024, doi: 10.3390/s24196424.
- [46] D. Corrales-Garay, E.-M. Mora-Valentín, y M. Ortiz-de-Urbina-Criado, «Entrepreneurship Through Open Data: An Opportunity for Sustainable Development», *Sustainability*, vol. 12, n.º 12, p. 5148, jun. 2020, doi: 10.3390/su12125148.
- [47] V. K. Quy, B. T. Thanh, A. Chehri, D. M. Linh, y D. A. Tuan, «AI and Digital Transformation in Higher Education: Vision and Approach of a Specific University in Vietnam», *Sustainability*, vol. 15, n.º 14, p. 11093, jul. 2023, doi: 10.3390/su151411093.