

Innovación y adaptación en la educación superior en Colombia: transformaciones metodológicas Postpandemia

Innovation and Adaptation in Higher Education in Colombia: Post-Pandemic Methodological Transformations

David Bermeo¹ , Johanna Mildred Méndez Sayago¹ , Juan Carlos Acosta Quevedo¹ , Gina Vera Rizzo¹ 

¹Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá, Colombia

Cómo citar

D. Bermeo, J. M. Méndez Sayago, J. C. Acosta Quevedo, and G. Vera Rizzo, "Innovación y adaptación en la educación superior en Colombia: transformaciones metodológicas Postpandemia," *Ingeniería: ciencia, tecnología e innovación*, vol. 13, 2026. <https://doi.org/10.26495/1h3qgb97>

RESUMEN: La pandemia del COVID-19 provocó cambios significativos en el sistema de educación superior de Colombia, impulsando el uso de la tecnología digital y de las metodologías de aprendizaje activo. El objetivo de esta investigación fue analizar dichos cambios metodológicos y tecnológicos, identificar los desafíos y las oportunidades, y explorar los enfoques innovadores aplicados en distintas disciplinas. Para ello, se empleó un enfoque cualitativo de tipo descriptivo y exploratorio basado en una revisión sistemática de 55 artículos académicos de la base de datos científica Scopus y tesis universitarias colombianas. El análisis de la información se llevó a cabo con los programas VOSviewer y Bibliometrix, que permitieron visualizar de las redes de colaboración, los clústeres temáticos y la evolución de las tendencias. Los estudios mostraron un aumento en el uso de modelos híbridos y de metodologías de aprendizaje como las aulas invertidas y el aprendizaje basado en retos, así como de tecnologías como la inteligencia artificial, la realidad virtual y los laboratorios virtuales, especialmente en programas de ingeniería, salud y educación. No obstante, siguen existiendo desafíos en las áreas de infraestructura, formación pedagógica y equidad digital. Por lo tanto, se puede concluir que la consolidación de un modelo educativo global y resiliente requiere inversiones sostenibles, políticas innovadoras y estrategias que apoyen una pedagogía adaptable y centrada en el estudiante.

Palabras clave: Aprendizaje activo, digitalización, educación superior, innovación educativa, pandemia.

ABSTRACT: The COVID-19 pandemic caused significant changes in Colombia's higher education system, promoting the use of digital technology and active learning methodologies. The objective of this research was to analyze these methodological and technological changes, identify challenges and opportunities, and explore innovative approaches applied in different disciplines. To this end, a descriptive and exploratory qualitative approach was used, based on a systematic review of 55 academic articles from the Scopus scientific database and Colombian university theses. The information was analyzed using the VOSviewer and Bibliometrix programs, which allowed for the visualization of collaboration networks, thematic clusters, and the evolution of trends. The studies showed an increase in the use of hybrid models and learning methodologies such as flipped classrooms and challenge-based learning, as well as technologies such as artificial intelligence, virtual reality, and virtual laboratories, especially in engineering, health, and education programs. However, challenges remain in the areas of infrastructure, teacher training, and digital equity. Therefore, it can be concluded that the consolidation of a global and resilient educational model requires sustainable investments, innovative policies, and strategies that support adaptable, student-centered pedagogy.

Keywords: Active learning, digitalization, educational innovation, higher education, pandemic.

Autor correspondencia

Johanna Mildred
Méndez Sayago
jmendez97@areandina.edu.co

Este artículo es de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la Licencia Creative Commons Attribution



1. INTRODUCCIÓN

La pandemia global causada por la COVID-19 provocó una transformación sin precedentes en los sistemas educativos, impulsando proyectos de digitalización que anteriormente se habían programado durante un periodo de largo plazo. Las instituciones de educación superior (IES) tuvieron que reconfigurar sus métodos pedagógicos convencionales para adaptarse a entornos virtuales e híbridos, lo que derivó en una transformación estructural de la forma en que se imparte, se adquiere y se administra el conocimiento [1], [2].

Así, la transición puso de manifiesto las desigualdades en el acceso a la infraestructura tecnológica e institucional, lo que causó dificultades a docentes y estudiantes, sobre todo en países con mayores brechas digitales [3]. No obstante, este proceso también ha permitido incorporar metodologías activas y tecnologías innovadoras que fomentan el aprendizaje autónomo y colaborativo, como el aprendizaje basado en retos, la gamificación, la realidad virtual, la inteligencia artificial y los laboratorios virtuales, cuya eficacia se ha demostrado en experiencias recientes en educación superior [4].

El artículo buscó identificar los cambios metodológicos y tecnológicos llevados a cabo en la educación universitaria colombiana durante el periodo de la pospandemia. Se hizo especial hincapié en la identificación de tendencias, la propuesta de soluciones innovadoras y el análisis de enfoques vanguardistas que contribuyan a la transformación educativa del país.

El análisis de los artículos revisados muestra que los modelos híbridos son cada vez más importantes, ya que combinan recursos presenciales y virtuales. Esto coincide con investigaciones que resaltan su función en la digitalización educativa [5]. Se identificó además el uso de plataformas digitales y herramientas como Arena, Flexsim, Anylogic, Power BI, Python, Simio, SQL, R Studio, Solidworks, SketchUp, Odoo, Minitab, Bizagi Modeler, Microsoft Project, MATLAB, Simulink, Virtual Plant, AutoCAD, Labster, Smart Sparrow y ChatGPT. Estas tecnologías facilitan la simulación y el aprendizaje apoyado en inteligencia artificial [6], [7]. Por último, se identificó la importancia de métodos centrados en el estudiante, como el aula invertida, el aprendizaje adaptativo y la colaboración internacional, que mejoran las competencias globales y sostenibles en la educación superior [8].

El aprendizaje obtenido durante este proceso de transición ofrece la posibilidad de crear un paradigma educativo más resistente, justo y adaptado a las demandas de la sociedad digital y del conocimiento. El objetivo de esta investigación es contribuir al desarrollo de estrategias educativas inclusivas y sostenibles que prioricen la innovación en la enseñanza y respondan a los desafíos emergentes del sistema de educación superior colombiano.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se ha llevado a cabo desde un enfoque cualitativo, con el objetivo de comprender los cambios metodológicos y tecnológicos producidos en la educación superior colombiana durante y después de la pandemia de la COVID-19. Este enfoque busca interpretar fenómenos complejos y, para ello, examina la experiencia institucional y académica, priorizando el análisis contextualizado de las estrategias implementadas por las instituciones de educación superior (IES).

El estudio es descriptivo, ya que permite caracterizar las metodologías activas, los recursos digitales y las tecnologías empleadas en diversos programas educativos. Al mismo tiempo, es de tipo exploratorio, ya que investiga en las nuevas tendencias y enfoques surgidos o fortalecidos como respuesta a la crisis sanitaria en un contexto en constante cambio.

La selección del corpus documental se llevó a cabo mediante una búsqueda sistemática en la base de datos científica Scopus, utilizando la ecuación booleana diseñada orientada para identificar literatura sobre educación superior, metodologías innovadoras y tecnologías aplicadas al proceso de enseñanza-aprendizaje: (TITLE-ABS-KEY("higher education") OR TITLE-ABS-KEY("university education") AND TITLE-ABS-KEY("teaching methodologies") OR TITLE-ABS-KEY("innovative education") OR TITLE-ABS-KEY("active learning") OR TITLE-ABS-KEY("project-based learning") OR TITLE-ABS-KEY("problem-based learning") OR TITLE-ABS-KEY("flipped classroom") OR TITLE-ABS-KEY("challenge-based learning") OR TITLE-ABS-KEY("experiential learning") AND TITLE-ABS-KEY("educational technologies") OR TITLE-ABS-KEY("digital tools") OR TITLE-ABS-KEY("simulation software") OR TITLE-ABS-KEY("virtual laboratories") OR TITLE-ABS-KEY("MATLAB") OR TITLE-ABS-KEY("AutoCAD") OR TITLE-ABS-KEY("ANSYS") OR TITLE-ABS-KEY("Labster") OR TITLE-ABS-KEY("virtual reality") OR TITLE-ABS-KEY("augmented reality") OR TITLE-ABS-KEY("AI in education") OR TITLE-ABS-KEY("learning analytics") OR TITLE-ABS-KEY("blockchain in education")) AND PUBYEAR > 2014 AND PUBYEAR < 2026 AND (LIMIT-TO(DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO(SUBJAREA, "ENGI")).

La búsqueda se limitó al tipo de documento (artículos académicos), área temática (ingeniería y educación), idioma (inglés y español), y periodo de publicación (2015–2025). Como resultado del análisis, se seleccionaron 55 documentos que cumplían los criterios de inclusión y rigor académico.

El tratamiento de la información se llevó a cabo mediante la utilización de los instrumentos de análisis bibliométrico VOSviewer y Bibliometrix, que facilitaron el estudio de la estructura y las relaciones del conocimiento presentes en los documentos recopilados. El análisis se realizó en dos niveles principales. En primer lugar, se llevó a cabo un estudio de coautoría para identificar redes de colaboración entre autores, instituciones académicas y países, así como de determinar la densidad y la dispersión de la producción científica en torno al tema en cuestión. En segundo lugar, se llevó a cabo un análisis de coocurrencia de términos, lo que dio como resultado la creación de visualizaciones que organizaron los conceptos básicos en grupos temáticos. Así, fue posible identificar temas emergentes, metodologías pedagógicas predominantes y tecnologías educativas recurrentes.

Los análisis se realizaron utilizando archivos exportados desde Scopus en un formato compatible con VOSviewer (RIS), tras depurar y normalizar los metadatos. Posteriormente, los datos se procesaron para crear visualizaciones de redes de entre autores, palabras clave y publicaciones. La metodología no solo cuantificó la producción científica, sino que también permitió examinar la articulación entre conceptos y actores, e identificar conexiones existentes entre metodologías activas y tecnologías en educación superior. Este proceso permitió organizar un estudio en función de los objetivos propuestos para comprender las nuevas estrategias metodológicas y tecnológicas en la educación superior de Colombia.

3. RESULTADOS

Con el objetivo de profundizar en las tendencias predominantes de la innovación educativa y de las tecnologías aplicadas a la educación superior en el periodo pospandemia, se presentan los resultados del análisis cualitativo realizado con los programas informáticos VOSviewer y Bibliometrix. Estas herramientas permitieron identificar autores relevantes, mapas de coocurrencia de palabras clave, patrones temáticos, tendencias investigativas a lo largo del tiempo, producción científica por país y redes de colaboración, los que ha facilitado la interpretación de las dinámicas de investigación y la detección de enfoques emergentes en este campo.

El análisis de la Figura 1 permite identificar las redes de colaboración académica entre los autores que más han investigado sobre esta temática. Se detectaron 16 nodos interrelacionados por un gran volumen de producción académica, donde se destacan [4], [8]-[9] los cuales concentran una importante parte de las publicaciones más relevantes en torno a metodologías más recientes, sobre el aprendizaje activo y al uso de tecnologías en el entorno de la educación superior. Entonces, el análisis evidencia la existencia de comunidades académicas sólidas y colaborativas que lideran las discusiones científicas actuales en el ámbito educativo y de la innovación educativa.

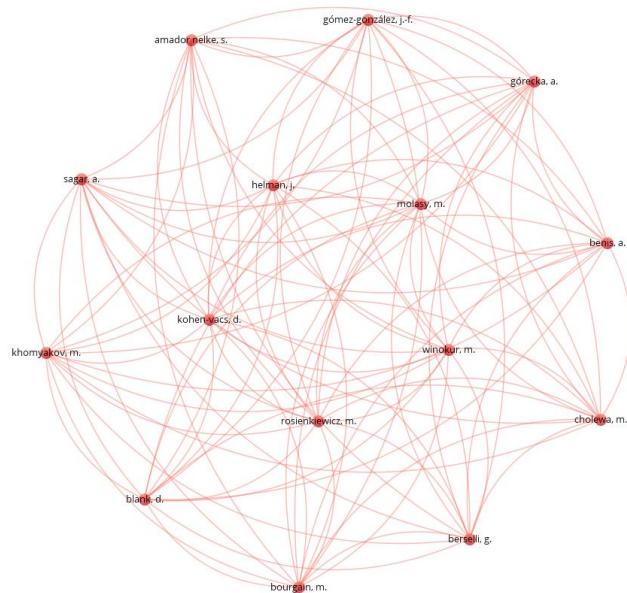


Figura 1. Visualización de la coautoría de autores en investigaciones acerca de las metodologías y tecnologías educativas de la educación superior (VOSviewer).
Fuente: elaboración propia.

En sus publicaciones, los autores más relevantes indicaron que la transformación educativa se basa en la integración de metodologías activas y tecnologías emergentes. En [4] se hizo hincapié en el aprendizaje combinado apoyado en sistemas de gestión del aprendizaje (LMS), cursos masivos en línea abiertos (MOOC) y analítica del aprendizaje; en [8] se presentó el modelo COIL, entendido como un esquema de colaboración internacional en línea que conecta aulas de diferentes países y que se complementa con el aprendizaje basado en retos y el uso de Zoom, Padlet, Kahoot y insignias digitales; en [10] se abordó el aprendizaje adaptativo con herramientas de la Industria 4.0 y 5.0, como la realidad virtual, la realidad aumentada, la inteligencia artificial y blockchain; y en [9] se enfatizó en la implementación de aulas híbridas con pizarras interactivas, videoconferencias y capacitación docente. En conjunto, estas experiencias ponen de manifiesto que la convergencia entre modelos pedagógicos innovadores y tecnologías avanzadas potencia aprendizajes más inclusivos, personalizados y globales.

El análisis de coocurrencia de términos clave, representado en las Figuras 2 y 3 mediante el uso del programa informático VOSviewer, permitió visualizar los conceptos más frecuentes y sus relaciones dentro del corpus de los 55 artículos analizados. El proceso generó una red de 22 clústeres en función de los temas destacados, que contienen términos que comparten una alta tasa de frecuencia de aparición conjunta. Así, cada agrupación revela la estructura del conocimiento sobre innovación educativa y su papel en la transformación de la enseñanza universitaria.

Los términos con mayor frecuencia y centralidad fueron: higher education, engineering education, active learning, project-based learning, virtual reality, AI in education, flipped classroom, educational technologies y digital tools. Estos términos presentaron los vínculos más fuertes con otros conceptos, lo que evidencia su importancia en la literatura

reciente. Cabe destacar que el clúster más denso fue el que correspondió a higher education, que se relacionó con metodologías como active learning, blended learning, flipped classroom y challenge-based learning. Este grupo muestra el interés por repensar los modelos de enseñanza habituales en las universidades e integrar estrategias centradas en el estudiante, que fomenten la colaboración y la aplicación práctica de lo aprendido. Estas prácticas han demostrado que mejoran el compromiso y la motivación estudiantil en escenarios híbridos, siempre que cuenten con el apoyo de plataformas digitales sólidas [9], [11].

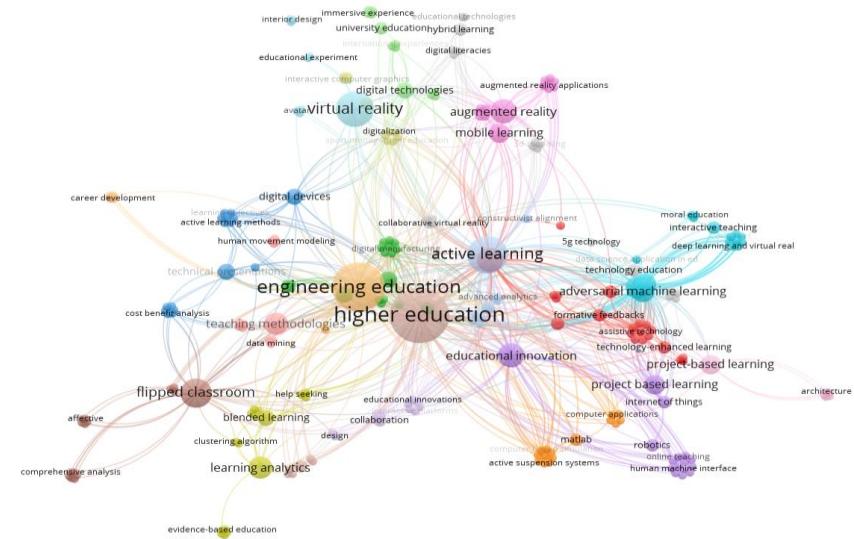


Figura 2. Visualización de la coocurrencia de términos clave en publicaciones sobre educación superior y metodologías innovadoras. Fuente: elaboración propia a través del software VOSviewer.

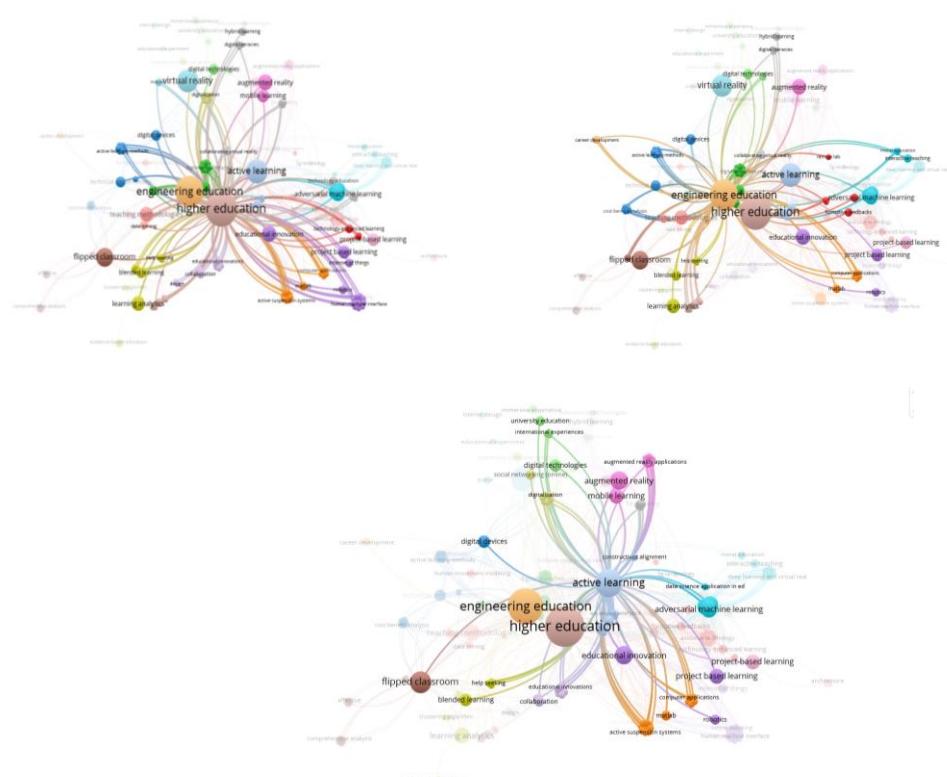


Figura 3. Mapa de redes de coocurrencia centradas en nodos temáticos principales: higher education, engineering education y active learning. Fuente: elaboración propia.

Es importante mencionar el clúster engineering education, que agrupa términos relacionados con las herramientas MATLAB, AutoCAD, simulation software y virtual laboratories. Esta agrupación destaca la importancia de la digitalización en la implementación de programas de ingeniería y en la utilización de técnicas y laboratorios. Esto ha sido una respuesta a las limitaciones de las actividades presenciales y a la necesidad de adoptar esquemas virtuales. En este sentido, se ha comprobado que los simuladores permiten recrear procesos complejos y desarrollar competencias críticas sin necesidad de infraestructuras físicas costosas [12]. Además, los recursos digitales en ingeniería se han valorado como estrategias que potencian la creatividad, el pensamiento crítico y el aprendizaje autónomo [13].

El clúster conformado por virtual reality, augmented reality y Labster configura una tendencia en aumento con relación a la implementación de tecnologías basadas en la inmersión dentro de la enseñanza de disciplinas médicas, ciencias aplicadas e ingenierías. Aunque son términos más recientes, muestran vínculos sólidos con otros conceptos, como el experiential learning, que refuerza su papel de apoyo a las metodologías activas que buscan replicar la experiencia práctica en entornos virtuales. De hecho, la literatura confirma que la VR y la AR han favorecido aprendizajes más significativos al mejorar la comprensión de contenidos abstractos y aumentar la motivación de los estudiantes [7], [14]. La incorporación de la tecnología 5G ha ampliado estas posibilidades al reducir la latencia y hacer posibles experiencias inmersivas más realistas [15].

Son de interés los temas relacionados con AI in education y learning analytics, que se vinculan con personalized learning y adaptive learning. Estos vínculos evidencian el paso hacia enfoques de enseñanza con más automatizados y personalizados. Investigaciones recientes confirman que la integración de tecnologías 4.0 en la educación superior, como la inteligencia artificial y los laboratorios virtuales, ha favorecido la adaptación del aprendizaje a las competencias profesionales [16]. Del mismo modo, se ha demostrado que los modelos de aula invertida basados en la gamificación aumentan la motivación y facilitan los procesos adaptativos [17]. Además, el uso de analíticas de aprendizaje permite anticipar dificultades y ofrecer retroalimentación inmediata, consolidando su papel como una de las líneas más prometedoras en la educación universitaria [11], [18].

Por último, los términos agrupados alrededor de project-based learning y problem-based learning se asociaron con palabras como collaborative learning, engineering education, digital assessment y skill development. Estas palabras permiten conceptualizar un enfoque pedagógico centrado en competencias, alineado con las necesidades cambiantes del mercado laboral y la formación profesional integral. La evidencia reciente confirma que la integración de proyectos interdisciplinares y la evaluación digital fortalecen la preparación profesional y potencian la creatividad y la innovación de los estudiantes de ingeniería [12], [19].

El análisis con Overlay Visualization de la Figura 4 permitió observar cómo han cambiado con el tiempo los conceptos clave en la literatura académica sobre educación superior y nuevas metodologías. En el mapa, los colores indican el año promedio de aparición de cada término, lo que evidencia una transición progresiva hacia las tecnologías emergentes a partir de 2021. Los conceptos augmented reality, blockchain in education, adaptive learning y AI in education poseen tonos amarillos, lo que señala su reciente inclusión en las publicaciones científicas. Esta transición evidencia que las herramientas digitales avanzadas fortalecen el aprendizaje al permitir una mayor personalización y retroalimentación mediante la minería de datos y las microcompetencias [20], el uso de metodologías activas, como challenge-based learning que integran tecnologías 4.0 en entornos de ingeniería [16], y la incorporación de simuladores y entornos inmersivos que reproducen procesos complejos y mejoran la comprensión práctica en espacios seguros [21]. Además, experiencias como la tutoría entre compañeros y el uso de plataformas digitales muestran que estas innovaciones ayudan a mantener el conocimiento y a aplicar lo aprendido en las universidades [22]. Esto respalda un modelo educativo digital e híbrido que combina la enseñanza en presencial con la automatizada.

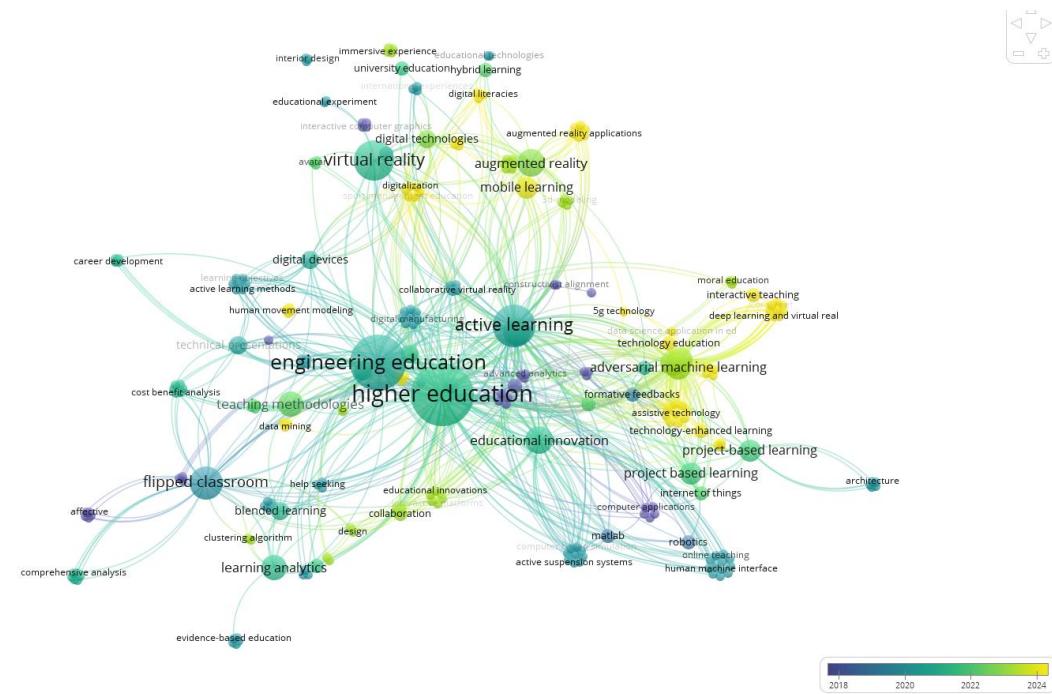


Figura 4. Visualización de superposición temporal (Overlay Visualization) de palabras clave en investigaciones sobre educación superior y metodologías innovadoras.

Fuente: elaboración propia.

El análisis de la producción científica por país (Figura 5 y Tabla 1) muestra que España lidera la lista con 24 publicaciones sobre metodologías innovadoras y tecnologías aplicadas a la educación superior, seguida de China y México (11 cada uno), Estados Unidos (9), India (7) e Israel (6). También destacan Portugal (4) y, con tres aportaciones, Australia, Colombia e Indonesia. Aunque la participación de Colombia aún es incipiente, se observa un interés creciente por fortalecer la transformación digital y metodológica en la educación superior en el contexto pospandémico.

Country Scientific Production

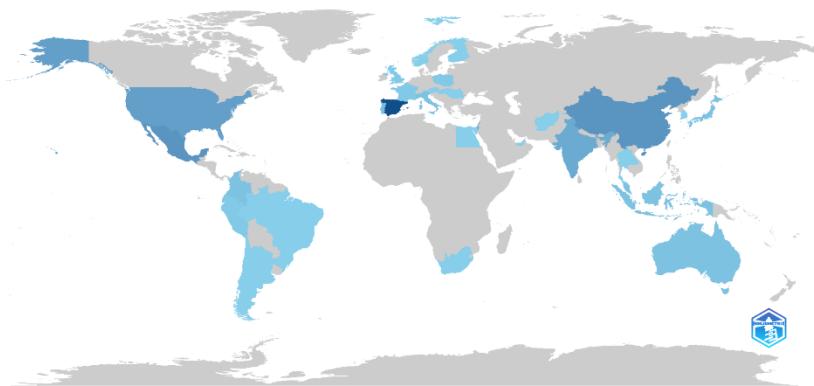


Figura 5. La producción científica por país en las investigaciones sobre educación superior y metodologías innovadoras. Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. La Frecuencia de publicaciones por país en el área de educación superior y metodologías innovadoras (2015–2025). Fuente: elaboración propia con base en datos exportados de la base de datos Scopus y analizados mediante el software Bibliometrix (2025).

País	Frecuencia
España	24
China	11
México	11
Usa	9
India	7
Israel	6
Portugal	4
Australia	3
Colombia	3
Indonesia	3

Según el Country Collaboration Map (Figura 6 y Tabla 2), elaborado con Bibliometrix, se observa la conformación de una red internacional de cooperación científica que vincula a autores e instituciones de diferentes regiones. China destaca como eje articulador al establecer publicaciones conjuntas con India y con otros países asiáticos como Malasia, Singapur y Hong Kong, lo que denota un liderazgo regional en la producción académica. En Europa, Francia aparece como un nodo relevante al consolidar lazos con Finlandia y Polonia, mientras que, en América Latina, Argentina se identifica como un país con capacidad de conexión, particularmente en su relación con Finlandia. Aunque el número de colaboraciones es todavía pequeño, la forma en que se están estableciendo estos vínculos muestra la aparición de alianzas estratégicas que sustentan redes de conocimiento centradas en la innovación educativa, el uso de nuevas tecnologías y la aplicación de métodos activos en la educación superior.

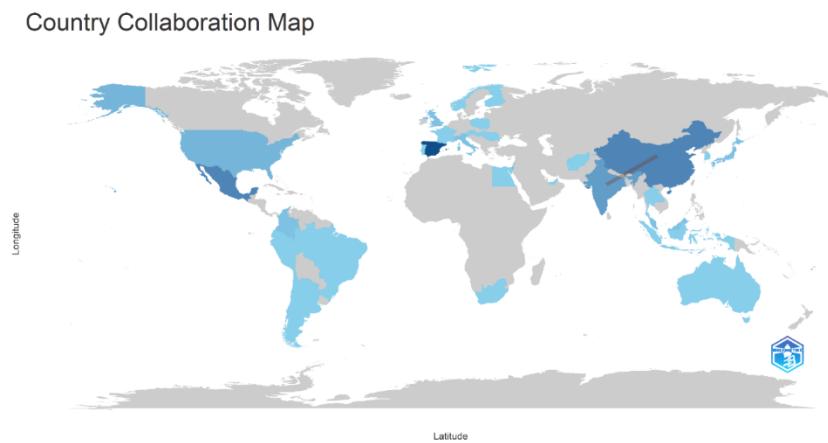


Figura 6. Mapa de colaboración científica internacional entre países en investigaciones sobre educación superior e innovación metodológica. Fuente: elaboración propia.

La Figura 7 muestra un mapa de coocurrencia en el que *students* y *teaching* aparecen como los nodos de mayor tamaño y centralidad. Esto indica que la literatura sobre educación superior sigue centrándose en el estudiante como eje del proceso de enseñanza y en las metodologías docentes que median la experiencia de aprendizaje. Los vínculos que conectan estos nodos con *learning systems*, *higher education* y *educational technology* ponen de manifiesto que la investigación reciente integra el análisis pedagógico con el uso de plataformas digitales y sistemas de gestión del aprendizaje [23], [24]. Este hallazgo coincide con estudios que indican que metodologías como *project-based learning* y *flipped classroom* se posicionan como enfoques predominantes en

ingeniería y ciencias aplicadas, debido a su capacidad para combinar el trabajo autónomo con entornos colaborativos mediados por tecnología [25].

Tabla 2. Frecuencia de colaboración científica entre países según coautorías en documentos indexados en Scopus. Fuente: elaboración propia con datos exportados de la base Scopus (2024) y procesados mediante Bibliometrix en RStudio.

De	a	Frecuencia
Argentina	Finlandia	1
China	Hong Kong	1
China	India	2
China	Malaysia	1
China	Singapur	1
France	Argentina	1
France	Finlandia	1
France	Polonia	1
Hong Kong	Malaysia	1
Hong Kong	Singapur	1

La Figura 7 muestra un mapa de coocurrencia en el que students y teaching aparecen como los nodos de mayor tamaño y centralidad. Esto indica que la literatura sobre educación superior sigue centrándose en el estudiante como eje del proceso de enseñanza y en las metodologías docentes que median la experiencia de aprendizaje. Los vínculos que conectan estos nodos con learning systems, higher education y educational technology ponen de manifiesto que la investigación reciente integra el análisis pedagógico con el uso de plataformas digitales y sistemas de gestión del aprendizaje [23], [24]. Este hallazgo coincide con estudios que indican que metodologías como project-based learning y flipped classroom se posicionan como enfoques predominantes en ingeniería y ciencias aplicadas, debido a su capacidad para combinar el trabajo autónomo con entornos colaborativos mediados por tecnología [25].

En la periferia del mapa se observan términos asociados a tecnologías emergentes como virtual reality, augmented reality, blockchain e internet of things. Su menor centralidad no implica irrelevancia, sino que se trata de campos en consolidación que amplían las posibilidades de enseñanza y práctica en entornos universitarios [24], [26]. Por ejemplo, la realidad virtual y los laboratorios digitales pueden sustituir a las prácticas presenciales y mejorar la visualización de fenómenos complejos en ingeniería [27], mientras que los gemelos digitales y el internet de las cosas (IoT) permiten crear escenarios simulados para diseñar prototipos, gestionar infraestructuras y experimentar con un coste reducido [26]. La estructura de clústeres de la figura, donde los conceptos se agrupan por afinidad, refleja que el discurso académico post-pandemia se orienta hacia tres grandes ejes: metodologías activas centradas en el estudiante, integración de tecnologías inmersivas, e incorporación de inteligencia artificial y analítica de datos para personalizar el aprendizaje [28].

El Thematic Map (Figura 8), generado con Bibliometrix, clasifica los términos clave de la literatura según dos niveles: la centralidad, que mide la conexión con otros temas, y la densidad, que indica el grado de desarrollo. En el cuadrante superior derecho aparecen los temas motores, consolidados y estratégicos, entre los que se encuentran active learning, educational technology, project-based learning e internet of things. Estos reflejan un aprendizaje activo apoyado en la tecnología, en el que el project-based learning se aplica a la ingeniería para resolver problemas mediante prototipos y simulaciones [23], mientras que el internet of things se vincula con proyectos de ciudades inteligentes y la integración de sensores en áreas como la ingeniería civil, mecánica y ambiental [26]. En el cuadrante inferior derecho se ubican temas básicos, como la educación en ingeniería y la enseñanza, que son transversales, pero tienen un menor desarrollo específico [24]. En el cuadrante superior izquierdo se agrupan temas que han sido objeto de estudio, pero que están

menos conectados entre sí, como MATLAB, robótica y sistemas hombre-máquina, que se aplican en la formación técnica en programación, control y simulación [28]. Finalmente, en el cuadrante inferior izquierdo se encuentran los temas emergentes o en declive, como mobile learning, virtual learning environments y la innovative education. Estos han demostrado ser útiles para continuar la educación y fomentar el aprendizaje independiente mediante el uso de dispositivos móviles y entornos virtuales colaborativos [25], [29].

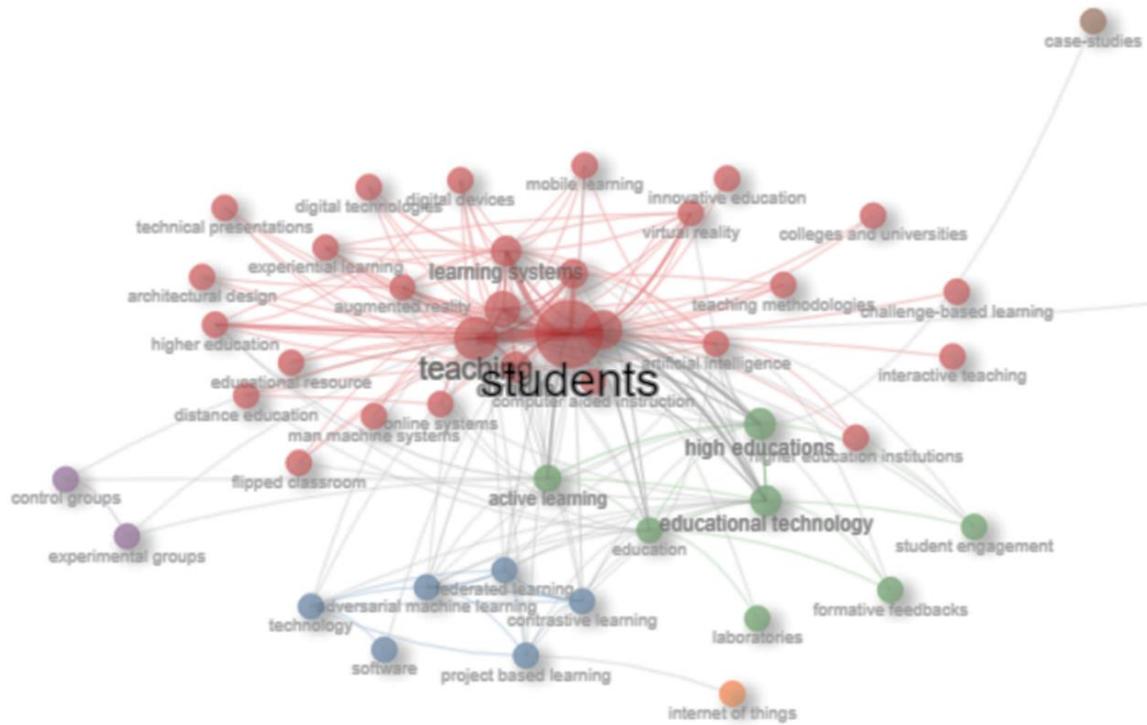


Figura 7. Mapa de coocurrencia de palabras clave en la literatura científica sobre la educación superior post-pandemia. Fuente: elaboración propia.

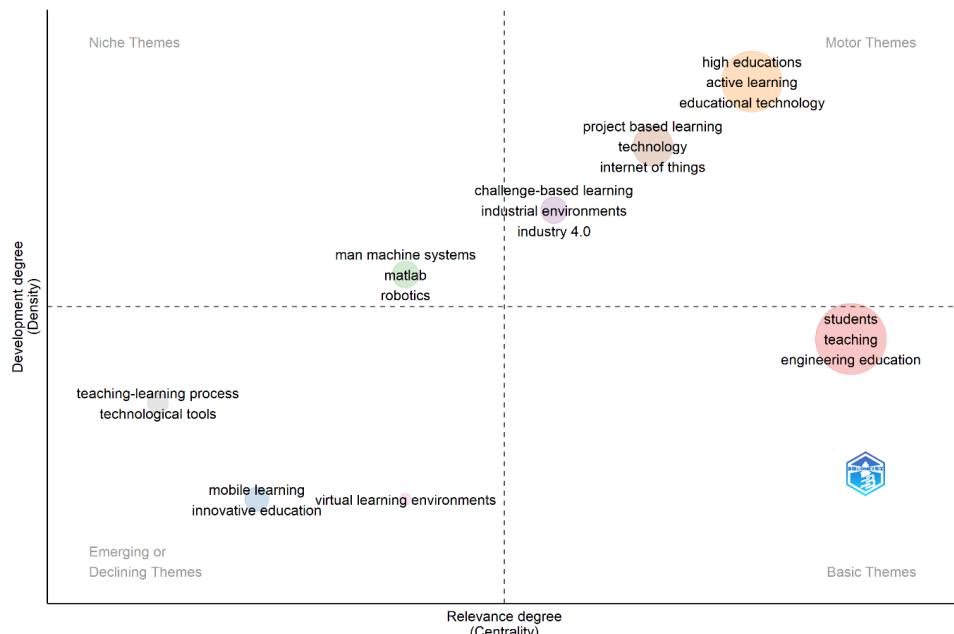


Figura 8. Mapa temático de la literatura sobre innovación metodológica y tecnológica en la educación superior según centralidad y densidad. Fuente: elaboración propia.

Las tendencias mundiales en literatura impactan en Colombia, donde la innovación digital en educación superior se ha destacado por combinar metodologías activas y nuevas tecnologías, lo que ha transformado la forma de enseñar. Plataformas como Moodle, Blackboard y Google Classroom se han utilizado ampliamente para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje, fomentando la transición hacia modelos híbridos y a distancia. Sin embargo, también se han puesto de manifiesto las desigualdades en cuanto a accesibilidad a internet, acceso y formación docente, especialmente en las regiones rurales [4], [30].

Las metodologías centradas en la colaboración, como el Global Shared Learning Classroom (GSLC), con bases orientadas por el modelo Collaborative Online International Learning (COIL), han permitido que estudiantes de diversas culturas y disciplinas trabajen de forma conjunta y sincrónica en desafíos globales, fomentando así las habilidades interculturales y sostenibles. El uso de plataformas como Zoom, Microsoft Teams y Padlet ha sido fundamental en la estrategia [8].

Entre las metodologías activas más destacadas se encuentran el aprendizaje basado en problemas, el aula de forma invertida y la gamificación. ¡Herramientas como Kahoot!, Classcraft y Quizizz se han utilizado para aumentar la motivación estudiantil y fomentar su participación activa, con resultados positivos en la retención de conocimientos, aunque su adopción sigue siendo limitada debido a la falta de formación docente [7], [31], [32].

El uso de tecnologías emergentes como la IA y el aprendizaje adaptativo dinámico, ha cobrado gran relevancia en el ámbito universitario. Portales y sitios web como Smart Sparrow, ChatGPT y Watson Tutor permiten identificar dificultades en tiempo real y generar nuevas rutas de aprendizaje adaptadas a las necesidades de cada estudiante. Estas soluciones también se han aplicado al análisis predictivo del rendimiento y a la automatización de las tareas docentes [6], [10].

En el ámbito sanitario, los simuladores clínicos Body Interact y otros entornos virtuales (Labster) han mejorado la formación de los estudiantes de medicina y enfermería. Estos recursos permiten replicar escenarios clínicos complejos, lo que facilita la toma de decisiones y la aplicación de protocolos médicos sin poner en riesgo a pacientes reales [9], [10].

La enseñanza de la ingeniería ha evolucionado con la integración de programas informáticos como MATLAB, AutoCAD, ANSYS, Solidworks, Inventor, Flexsim, Arena, Simio, Anylogic, Power BI, Python, R Studio, Minitab, SQL y Tinkercad. Estas herramientas permiten realizar modelados, diseños, simulaciones, análisis de datos, automatizaciones, gestión empresarial y otros usos transversales a la ingeniería industrial. Estas tecnologías son fundamentales para mantener las prácticas técnicas sin necesidad de laboratorios presenciales [33], [34].

Por el lado de las ciencias sociales y humanidades, se ha fortalecido el uso de softwares como NVivo y Atlas.ti, además de plataformas con enfoque en colaboración como Miro. Estas herramientas han permitido continuar con la investigación cualitativa, el análisis documental y la construcción de mapas conceptuales desde entornos virtuales y rigurosos [14], [35].

Las plataformas Microsoft Teams, Google Meet y Moodle permiten mantener el trabajo colaborativo, especialmente en las disciplinas de arquitectura y diseño. Los estudiantes han desarrollado proyectos grupales y prototipos virtuales en tiempo real, fomentando la creatividad digital y la interacción [10].

Del análisis bibliométrico realizado con VOSviewer y Bibliometrix a partir de 55 artículos de Scopus, se revelaron una serie de clústeres temáticos centrados en higher education, active learning e engineering education. Estos temas funcionan como ejes conceptuales estructurantes, conectados con las metodologías flipped classroom, challenge-based learning, virtual laboratories y AI in education.

En Overlay Visualization se observó la aparición creciente, a partir de 2021, de las tecnologías augmented reality, blockchain in education y adaptive learning, lo que evidencia la tendencia hacia la digitalización avanzada y la personalización del aprendizaje. Estos temas se consolidan como emergentes en los mapas temáticos generados con Bibliometrix [7].

En el contexto de la Educación 4.0 y 5.0, la realidad virtual y aumentada se ha utilizado para crear entornos inmersivos que simulan laboratorios, clínicas y espacios de trabajo colaborativos. Herramientas como EduAssistant permiten experiencias gamificadas con entornos 3D, lo que mejora la comprensión de conceptos abstractos [6], [7].

El desarrollo de las habilidades digitales de los educadores ha sido esencial para implementar estas tecnologías. No obstante, las investigaciones indican que los obstáculos estructurales, como la insuficiente conectividad, la falta de inversión institucional y la ausencia de formación continua, dificultan la incorporación de herramientas digitales en los programas académicos universitarios [4], [36].

En resumen, el uso de tecnologías educativas ha aumentado, pero es necesario establecer políticas en las instituciones que fomenten la sostenibilidad, la equidad y la relevancia. Esto incluye la incorporación de tecnologías como el blockchain en los procesos de certificación académica y data analytics para mejorar continuamente el aprendizaje [14].

4. DISCUSIÓN

La investigación ha mostrado que la pandemia de COVID-19 aceleró la digitalización de la educación superior en Colombia, y transformó de manera estructural las metodologías de enseñanza. La incorporación de plataformas digitales aumentó la accesibilidad y la flexibilidad, pero también puso de manifiesto limitaciones como la brecha digital y la necesidad de fortalecer la capacitación docente [37]. Este patrón se asemeja a lo ocurrido en otros países, donde la transición a modelos híbridos fue más exitosa en instituciones con suficientes recursos. En lugares con menos infraestructura, el impacto fue limitado [38], [39].

El análisis bibliométrico permitió identificar los conceptos higher education, engineering education, active learning y project-based learning. Estos resultados se suman a la evidencia del aumento del uso de nuevas herramientas, como la realidad aumentada, el aprendizaje adaptativo y, en menor medida, la blockchain en la educación. Esto confirma la tendencia hacia experiencias más inmersivas y personalizadas [16], [40].

Los mapas temáticos creados con Bibliometrix muestran que metodologías activas, como el aula invertida y el aprendizaje basado en proyectos, se combinan con tecnologías aplicadas, para fortalecer temas importantes como los laboratorios virtuales, la inteligencia artificial educativa y el análisis del aprendizaje. En ingeniería, se observa un énfasis particular en el uso de simuladores y software especializados como MATLAB y AutoCAD que permiten fortalecer la enseñanza práctica en asignaturas de diseño, modelado y cálculo [16], [37]. Estos resultados coinciden con los de otros estudios que destacan la efectividad de la simulación computacional y de la realidad virtual para mejorar la motivación y la retención de conocimientos [21].

En la formación en ingeniería también se han consolidado programas como SolidWorks para diseño 3D, Revit y Civil 3D para construcción y urbanismo, Ansys y Comsol Multiphysics para la simulación de fenómenos físicos, y herramientas de gestión como Microsoft Project y Excel para la organización y el análisis de datos. En la actualidad, estos programas se complementan con plataformas como Coursera, que facilitan el acceso a cursos especializados en ingeniería de software. También se complementan con sistemas de gestión del aprendizaje como Moodle y Blackboard, que facilitan la administración de cursos, la trazabilidad y la evaluación de estudiantes [16], [37], [39], [40].

El uso de tecnologías de simulación también está presente en disciplinas como la medicina, donde plataformas como Body Interact se han convertido en recursos esenciales para la formación clínica en entornos controlados y de bajo riesgo. Al mismo tiempo, en las ciencias sociales y económicas se ha incrementado el uso de entornos colaborativos y plataformas web interactivas, lo que demuestra la importancia de la digitalización en la educación [22].

Desde la perspectiva de los estudiantes, los resultados revelan una mejora en las habilidades generales y en el pensamiento crítico; sin embargo, persisten problemas relacionados con la disminución de la interacción cara a cara y el incremento del trabajo independiente [41]. Este contraste demuestra que, aunque la modernización digital aumenta la autonomía y la adaptabilidad, es necesario complementarla con estrategias que fomenten la interacción social y la motivación [22].

El análisis de coautoría en redes de colaboración muestra interacciones internacionales en países como España, China, México, Estados Unidos e India. Por otro lado, Colombia está mejorando poco a poco, aunque su integración todavía es parcial [16], [39]. Esto confirma el interés creciente por consolidar la investigación educativa, aunque persisten las limitaciones para posicionarse en redes de mayor impacto.

La adopción de nuevas tecnologías ha sido fundamental en ingeniería, medicina y arquitectura, donde el aprendizaje práctico se apoya cada vez más se apoya en entornos digitales y simulaciones. No obstante, persisten barreras relacionadas con la falta de formación docente especializada y con la escasez de recursos institucionales para implementar estas herramientas [28]. En este sentido, las experiencias recientes enfatizan la necesidad de políticas sostenibles orientadas a la capacitación continua en competencias digitales y al fortalecimiento de las infraestructuras [22], [39].

La diversificación de recursos digitales en las aulas virtuales incluye plataformas de gestión como Moodle y Blackboard, herramientas colaborativas como Microsoft Teams y Google Classroom, y simuladores educativos como Labster y Smart Sparrow. Estos entornos han sido relevantes para garantizar la continuidad académica y para potenciar la flexibilidad de los modelos híbridos [40]. Al mismo tiempo, los datos bibliométricos muestran una correlación directa entre la expansión de estas tecnologías y la aparición de conceptos como interactive teaching, digital skills y curricula adaptation, lo cual confirma un cambio hacia modelos centrados en competencias.

Los hallazgos también evidencian un aumento en el interés por aplicar inteligencia artificial para la personalización del aprendizaje, estrechamente relacionada con los enfoques de adaptive learning y de student engagement [22]. Este enfoque se debe tanto a la Industria 4.0, que destaca la automatización y la conectividad, como a las ideas de la Industria 5.0, que se centran en un aprendizaje más humano y sostenible, enfocado en la interacción entre personas y máquinas [16], [37].

En síntesis, la revisión documental confirma que la pandemia no solo generó soluciones temporales, sino que también aceleró procesos innovadores que ya estaban en marcha. El uso de simuladores, laboratorios virtuales, software de ingeniería y métodos de enseñanza activa ha provocado un cambio duradero en la educación universitaria colombiana, adaptando la formación a los retos de la transición hacia las industrias 4.0 y 5.0.

5. CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación ponen de evidencia una transformación notable en la educación superior en Colombia, propiciada por la pandemia, que fomentó la adopción gradual de tecnologías digitales y metodologías activas. Mediante la realización de un análisis bibliométrico, se identificaron tendencias arraigadas como la adopción del aprendizaje activo, el aprendizaje basado en proyectos y la educación flip-classroom como estrategias pedagógicas esenciales en los entornos universitarios post-pandemia. Estas

metodologías han fomentado una pedagogía más participativa, centrada en el estudiante y orientada hacia la resolución de problemas reales.

Además, la incorporación de tecnologías emergentes, como la realidad virtual, la realidad aumentada, la inteligencia artificial, el learning analytics y softwares especializados en simulación, como MATLAB, Flexsim, virtual plant, Solidworks, Arena, AutoCAD, Body Interact y Labster, han sido fundamentales para modernizar los currículos académicos, especialmente en disciplinas como la ingeniería, la salud y las ciencias sociales. Estos instrumentos han mejorado la experiencia educativa, al fomentar la formación práctica y el desarrollo de habilidades técnicas en entornos digitales.

Sin embargo, la implementación de dichas metodologías y herramientas se topa con limitaciones estructurales. Esto ocurre especialmente en entidades universitarias con una infraestructura tecnológica limitada. La disparidad digital, también conocida como brecha digital, se refiere a las desigualdades presentes en el contexto digital. La falta de conectividad y la escasa formación docente siguen siendo retos fundamentales que dificultan la implementación de proyectos educativos.

La investigación también pone de evidencia que las tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el aprendizaje adaptativo, ofrecen nuevas oportunidades para la personalización educativa y la atención a la diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje. No obstante, su incorporación aún se encuentra en una fase inicial y requiere una mayor inversión en investigación, desarrollo e implementación institucional.

En resumen, la pandemia no solo provocó una reconsideración de los modelos educativos convencionales, sino que también brindó la oportunidad de reconfigurar la pedagogía universitaria basándose en la innovación pedagógica y tecnológica. Para consolidar estos avances, es fundamental que las instituciones de educación superior fortalezcan sus políticas de formación del profesorado, inviertan en infraestructura digital sostenible y fomenten estrategias inclusivas que garanticen la equidad en el acceso y uso de las tecnologías digitales. El futuro de la educación en Colombia dependerá de la capacidad del sistema universitario para adaptarse y liderar procesos de transformación en un contexto global cada vez más digitalizado.

6. ACERCA DEL ARTÍCULO

Agradecimientos Y financiación:

Los autores agradecen a la Fundación Universitaria del Área Andina su apoyo, que hizo posible su participación en el VII Congreso Internacional de Ingeniería y Arquitectura, donde se aceptó inicialmente este artículo, que posteriormente fue propuesto para su publicación en la Revista Científica de Ingeniería e Innovación de la Universidad Señor de Sipán.

Este trabajo no ha recibido financiación específica de entidades privadas ni de organizaciones sin ánimo de lucro.

Contribuciones de autoría:

David Bermeo: diseño del estudio, búsqueda documental, análisis bibliométrico, elaboración del marco teórico, interpretación de los resultados y la redacción del manuscrito.

Johanna Mildred Méndez Sayago: diseño del estudio, búsqueda documental, análisis bibliométrico, elaboración del marco teórico, interpretación de los resultados y la redacción del manuscrito.

Gina Vera Rizzo: diseño del estudio, búsqueda documental, análisis bibliométrico, elaboración del marco teórico, interpretación de los resultados y la redacción del manuscrito.

Juan Carlos Acosta Quevedo: actuó como revisor académico, aportando comentarios críticos, validación conceptual y ajustes finales al documento.

Todos los autores han leído y están de acuerdo con la versión publicada del manuscrito.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

REFERENCIAS

- [1] UNESCO, "Education: From disruption to recovery. Global Education Coalition's response to Covid 19," unesco.org, 2023. Accessed: Apr. 12, 2025. [Online]. Available: <https://www.unesco.org/en/covid-19/education-disruption-recovery>
- [2] A. Muñoz-Najar, A. Gilberto, A. Hasan, C. Cobo, J. P. Azevedo, and M. Akmal, *Remote Learning during COVID-19: Lessons from Today, Principles for Tomorrow*. Washington, D.C.: World Bank Group, 2021. [Online]. Available: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/160271637074230077/pdf/Remote-Learning-During-COVID-19-Lessons-from-Today-Principles-for-Tomorrow.pdf>
- [3] A. C. Lustosa Rosario et al., "Higher education digital transformation in Latin America and the Caribbean," Inter-American Development Bank, Washington, DC, USA, Dec. 2021. <https://publications.iadb.org/en/higher-education-digital-transformation-latin-america-and-caribbean>
- [4] C. R. Graham et al., "Digital learning transformation in higher education: International cases of university efforts to evaluate and improve blended teaching readiness," *Educ. Sci. (Basel)*, vol. 13, no. 11, p. 1143, Nov. 2023. <https://doi.org/10.3390/educsci13111143>
- [5] L. M. Castro Benavides, J. A. Tamayo Arias, M. D. Arango Serna, J. W. Branch Bedoya, and D. Burgos, "Digital transformation in higher education institutions: A systematic literature review," *Sensors (Basel)*, vol. 20, no. 11, p. 3291, Jun. 2020. <https://doi.org/10.3390/s20113291>
- [6] W. Holmes, *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*, North Charleston, SC, United States of America: Independently Published, 2019. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Excerpt-CCR.pdf>
- [7] S.-L. Predescu (Burciu), S. I. Caramihai, and M.-A. Moisescu, "Impact of VR application in an academic context," *Appl. Sci. (Basel)*, vol. 13, no. 8, p. 4748, Apr. 2023. <https://doi.org/10.3390/app13084748>
- [8] J. Membrillo-Hernández, W. J. Cuervo Bejarano, L. A. Mejía Manzano, P. Caratozzolo, and P. Vázquez Villegas, "Global shared learning classroom model: A pedagogical strategy for sustainable competencies development in higher education," *Int. J. Eng. Pedagogy (iJEP)*, vol. 13, núm. 1, pp. 20–33, Feb. 2023. <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i1.36181>
- [9] J. Paños-Castro, O. Korres, I. Iriondo, and J. Petchamé, "Digital transformation and teaching innovation in higher education: A case study," *Educ. Sci. (Basel)*, vol. 14, no. 8, p. 820, 2024. <https://doi.org/10.3390/educsci14080820>
- [10] A. Kharchenko et al., "Digital technologies as a factor of transformation of learning in the university education," *Rev. Românească pentru Educație Multidimensională*, vol. 16, no. 4, pp. 97–126, Dec. 2024. <https://doi.org/10.18662/rrem/16.4/909>
- [11] L. D. Glasserman-Morales, J. A. Ruiz-Ramirez, and F. J. Rocha Estrada, "Transforming higher education using WebVR: A case study," *IEEE Rev. Iberoam. Tecnol. Aprendiz.*, vol. 17, no. 3, pp. 230–234, Aug. 2022. <https://doi.org/10.1109/RITA2022.3191257>
- [12] I. Maslova, G. Burdina, and I. Krapotkina, "The use of electronic educational resources and innovative educational technologies in university education," *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, vol. 15, no. 16, pp. 68 – 79, Aug. 2020. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i16.14909>
- [13] Y. J. Dori, and R. Lavi, "Teaching and assessing thinking skills and applying educational technologies in higher education," *J. Sci. Educ. Technol.*, vol. 32, no. 6, pp. 773–777, Dec. 2023. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10072-x>
- [14] N. Bitar, and N. Davidovich, "Transforming pedagogy: The digital revolution in Higher Education," *Educ. Sci. (Basel)*, vol. 14, no. 8, p. 811, 2024. <https://doi.org/10.3390/educsci14080811>
- [15] J. Zapata-Paulini, and M. Cabanillas-Carbonell, "5G technology for innovation education (sustainable development goals 4): A systematic review," *Int. J. Eng. Pedagogy (iJEP)*, vol. 14, no. 5, pp. 149–169, Jun. 2024. <https://doi.org/10.3991/ijep.v14i5.48063>
- [16] P. A. Coelho et al., "Challenge-based learning and Scrum as enablers of 4.0 technologies in engineering education," *Appl. Sci. (Basel)*, vol. 14, no. 21, p. 9746, Oct. 2024. <https://doi.org/10.3390/app14219746>
- [17] M. B. Alshiha, and A. M. Al-Abdullatif, "Gamification in flipped classrooms for sustainable digital education: The influence of competitive and cooperative gamification on learning outcomes," *Sustainability*, vol. 16, no. 23, Dec. 2024. <https://doi.org/10.3390/su162310734>

[18] M. Priyaadharshini, and M. Maiti, "Learning Analytics: Gamification in Flipped Classroom for Higher Educationm," *jeet*, vol. 37, no. 1, pp. 106–119, Apr. 2025. <https://doi.org/10.16920/jeet/2023/v37i1/23137>

[19] P. Caratozzolo, V. Lara-Prieto, S. Hosseini, and J. Membrillo-Hernández, "The use of video essays and podcasts to enhance creativity and critical thinking in engineering," *Int. J. Interact. Des. Manuf. (IJIDeM)*, vol. 16, no. 3, pp. 1231–1251, 2022. <https://doi.org/10.1007/s12008-022-00952-8>

[20] A. Lopez-Fernandez, F. Divina, F. A. Gomez-Vela, and M. García-Torres, "Data mining for enhancing learning and assessment to a microcompetence-based methodology in higher education," *Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje*, vol. 20, pp. 22 – 31, 2025. <https://doi.org/10.1109/RITA.2025.3532879>

[21] Y. Hou, and B. Ouyang, "Analysis of the enhancement of computer simulation on physical education teaching in colleges and universities," *Appl. Math. Nonlin. Sci.*, vol. 9, no. 1, Jan. 2024. <https://doi.org/10.2478/amns-2024-0864>

[22] R. U. Singh, "A Case Study on the Impact of Peer Tutoring in the Education of Freshmen Engineering," *jeet*, vol. 36, pp. 441–445, Jun. 2025. <https://doi.org/10.16920/jeet/2023/v36i2/23067>

[23] N. Norambuena et al., "Integrating digital twins of engineering labs into multi-user virtual reality environments," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 15, no. 7, abr. 2025, <https://doi.org/10.3390/app15073819>

[24] N. Suhail, Z. Bahroun, and V. Ahmed, "Augmented reality in engineering education: enhancing learning and application," *Front. Virtual Real.*, vol. 5, p. 1461145, Oct. 2024. <https://doi.org/10.3389/fvrir.2024.1461145>

[25] S. Criollo-C, A. Guerrero-Arias, Á. Jaramillo-Alcázar, and S. Luján-Mora, "Mobile learning technologies for education: Benefits and pending issues," *Appl. Sci. (Basel)*, vol. 11, no. 9, p. 4111, 2021. <https://doi.org/10.3390/app11094111>

[26] M.-E. Iliuță, M.-A. Moisescu, E. Pop, A.-D. Ionita, S.-I. Caramihai, and T.-C. Mitulescu, "Digital Twin—A review of the evolution from concept to technology and its analytical perspectives on applications in various fields," *Appl. Sci. (Basel)*, vol. 14, no. 13, p. 5454, Jun. 2024. <https://doi.org/10.3390/app14135454>

[27] V. Potkonjak et al., "Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review," *Comput. Educ.*, vol. 95, pp. 309–327, Apr. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>

[28] Á. Antón-Sancho, D. Vergara, P. Fernández-Arias, and E. A. Ariza-Echeverri, "Didactic use of virtual reality in Colombian universities: Professors' perspective," *Multimodal Technol. Interact.*, vol. 6, no. 5, p. 38, May. 2022. <https://doi.org/10.3390/mti6050038>

[29] S. A. Kumar Karanam, and N. W. Hartman, "A systematic review of Digital Twin (DT) and virtual learning environments (VLE) for smart manufacturing education," *Manuf. Lett.*, vol. 44, pp. 1597–1608, Aug. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2025.06.179>

[30] I. Fayed, and J. Cummings, Eds., *Teaching in the post COVID-19 era: World education dilemmas, teaching innovations and solutions in the age of crisis*, 2021st ed. Cham, Switzerland: Springer Nature, 2022. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-74088-7>

[31] M. Tan, and K. F. Hew, "Incorporating meaningful gamification in a blended learning research methods class: Examining student learning, engagement, and affective outcomes," *Australas. J. Educ. Technol.*, vol. 32, no. 5, Dec. 2016. <https://doi.org/10.14742/ajet.2232>

[32] M. Al Breiki, and W. A. J. Wan Yahaya, "Using gamification to promote students' engagement while teaching online during COVID-19," in *Teaching in the Post COVID-19 Era*, Cham, Switzerland: Springer Int. Publishing, 2021, pp. 443–453. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74088-7_44

[33] Y. Garcés-Delgado, M. Fernandez-Esteban, P. R. Alvarez-Pérez, and S. Conde-Vélez, "The process of adaptation to higher education studies and its relation to academic dropout," *Eur. J. Educ.*, vol. 59, no. 3, Apr. 2024. <https://doi.org/10.1111/ejed.12650>

[34] J. Bezjian et al., "Higher education response to institutional upheaval: Outcomes of industry collaborations during the COVID-19 pandemic," *Industry High. Educ.*, vol. 39, no. 1, pp. 17–35, Mar. 2025. <https://doi.org/10.1177/09504222241235170>

[35] S. Ilie, K. Forbes, S. Curran, and J. D. Vermunt, "Higher education students' conceptions of learning gain," *Act. Learn. High. Educ.*, vol. 26, no. 3, pp. 575–591, Aug. 2025. <https://doi.org/10.1177/14697874241270461>

[36] V. Botero, L. G. Ruiz, A. Valencia, J. A. Oré, and L. Verde, "Perspectives on the use of virtual tools among university teachers in the context of an emerging economy," *Cogent Educ.*, vol. 11, no. 1, Jan. 2024. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2317249>

- [37] O. I. Shaykina, and M. G. Minin, "Adaptive internet technology as a tool for flipping the classroom to develop communicative foreign language skills," *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 13, no. 7, pp. 243–249, Jul. 2018. <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i07.8092>
- [38] A. Manciaracina, "A tool for designing hybrid learning contexts in higher education," *Interact. Des. Archit.*, no. 46, pp. 137–155, Dec. 2020. <https://doi.org/10.55612/s-5002-046-007>
- [39] E. Kyrkjebo, "A guide to student-active online learning in engineering," *Model. Identif. Control Nor. Res. Bull.*, vol. 41, no. 2, pp. 91–107, 2020. <https://www.mic-journal.no/ABS/MIC-2020-2-5.asp/>
- [40] M. B. Alshiha, and A. M. Al-Abdullatif, "Gamification in flipped classrooms for sustainable digital education: The influence of competitive and cooperative gamification on learning outcomes," *Sustainability*, vol. 16, no. 23, p. 10734, Dec. 2024. <https://doi.org/10.3390/su162310734>
- [41] J. A. Areiza-Padilla, and T. Galindo-Becerra, "Quality as a drive-up digital teaching: Analysis of virtual classes in Colombian business schools," *Heliyon*, vol. 8, no. 6, p. e09774, Jun. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09774>