



UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y/O DE DESARROLLO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**MAGÍSTER EN EDUCACIÓN CON MENCIÓN EN DOCENCIA E
INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN SUPERIOR**

TEMA:

**Tecnologías emergentes y aprendizaje universitario: revisión sistemática de
su efectividad pedagógica y condiciones de implementación**

Autor:

Daliannis Rodríguez Céspedes

Julio Vicente Chumbay Guncay

Mario Antonio García Pérez

Tutor:

Yilena Montero Reyes

Milagro, 2026

Resumen

En el contexto contemporáneo, la transformación digital de la educación superior, tecnologías emergentes como las simulaciones, la realidad aumentada y los laboratorios virtuales, han adquirido relevancia por su potencial para mejorar procesos de enseñanza-aprendizaje; sin embargo, la evidencia sobre su efectividad presenta resultados heterogéneos y dispersos. En este sentido, este estudio tuvo como objetivo analizar, de manera crítica y sistemática, la evidencia empírica existente sobre el uso de estas tecnologías emergentes en el ámbito de la educación superior, enfocándose en su impacto educativo y los principales límites que se derivan de su aplicación desde el propio campo pedagógico y no solo desde el ámbito tecnológico. Se realizó una revisión sistemática siguiendo los lineamientos de la metodología PRISMA. Para esto se examinaron investigaciones empíricas sobre el uso de tecnologías emergentes y que tuvieran como variables, los resultados de aprendizaje, motivación, retención del conocimiento y desarrollo de habilidades. El análisis mostró que estas tecnologías pueden mejorar el aprendizaje conceptual, retención y transferencia de conocimiento, además del desarrollo de habilidades prácticas y espaciales. Sin embargo, su eficacia está mediada por factores pedagógicos, diseño instruccional y contexto de implementación. Como limitaciones deben mencionarse la poca cantidad de investigaciones estandarizadas, tamaños de muestra reducidos y evaluación escasa de los efectos a largo plazo. En general, los resultados muestran el alto potencial educativo de este tipo de tecnologías, aunque requieren de planteamientos pedagógicos robustos y más evidencias comparativas para fundamentar la eficacia de su empleo en la educación superior.

Palabras clave: Simulaciones educativas, realidad aumentada, laboratorios virtuales, educación superior, aprendizaje basado en simulación, efectividad pedagógica.

Abstract

In the contemporary context of the digital transformation of higher education, emerging technologies such as simulations, augmented reality, and virtual laboratories have gained relevance due to their potential to improve teaching and learning processes; however, the evidence regarding their effectiveness presents heterogeneous and scattered results. In this sense, this study aimed to critically and systematically analyze the existing empirical evidence on the use of these emerging technologies in higher education, focusing on their educational impact and the main limitations arising from their application within the pedagogical field itself, and not only from the technological perspective. A systematic review was conducted following the PRISMA methodology guidelines. To this end, empirical research on the use of emerging technologies was examined, focusing on variables such as learning outcomes, motivation, knowledge retention, and skills development. The analysis showed that these technologies can improve conceptual learning, knowledge retention, and transfer, as well as the development of practical and spatial skills. However, their effectiveness is mediated by pedagogical factors, instructional design, and the implementation context. Limitations include the small number of standardized studies, small sample sizes, and limited evaluation of long-term effects. Overall, the results demonstrate the high educational potential of these technologies, although they require robust pedagogical approaches and more comparative evidence to substantiate their effectiveness in higher education.

Keywords: Educational simulations, augmented reality, virtual laboratories, higher education, simulation-based learning, pedagogical effectiveness

Introducción

Desde hace varios años, la educación superior en general, ha experimentado una rápida transformación relacionada con la pedagogía, influenciada esta, sobre todo, por la inclusión de tecnologías digitales emergentes (Bitar & Davidovich, 2024) como herramientas didácticas para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ejemplo, entre estas herramientas se encuentran las relacionadas con el empleo de las simulaciones educativas, realidad aumentada, así como los laboratorios virtuales, con más demanda en carreras en las que se necesita un alto nivel de abstracción conceptual para poder entender procesos complejos para poder desarrollar competencias prácticas (Crogman et al., 2025).

Estas tecnologías se han propuesto como soluciones innovadoras para el mejoramiento de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje universitario, consolidación de metodologías activas, así como ampliación del acceso a experiencias formativas que, en contextos tradicionales, resultarían costosas, riesgosas o logísticamente limitadas (Mena-Guacas et al., 2025). Sin embargo, su adopción en instituciones de educación superior ha sido, en muchos casos, más rápida que la reflexión pedagógica para fundamentar su uso.

El crecimiento exponencial de los estudios empíricos sobre estas tecnologías ha generado un cuerpo de literatura amplio pero fragmentado, con resultados heterogéneos y, en ocasiones, contradictorios, sin que exista un consenso claro sobre su impacto pedagógico, ni sobre las condiciones bajo las cuales estas tecnologías contribuyen efectivamente al aprendizaje universitario (Kazlaris et al., 2025). Además, la literatura disponible muestra una proliferación de estudios centrados en la novedad tecnológica, la motivación o la satisfacción estudiantil, pero con menor énfasis en aprendizajes profundos, transferencia de conocimientos y desarrollo de competencias de largo plazo. Esto influye en la toma de decisiones informadas por parte de docentes y gestores universitarios, así como por responsables de políticas educativas. Para esto, todos necesitan contar con evidencia sistematizada sobre la efectividad, condiciones de implementación y limitaciones de estas tecnologías (Feng et al., 2025).

La cuestión radica, en relación con los principios de los ensamblajes tecnológicos en los contextos de enseñanza y aprendizaje, en que se encuentra ausente una síntesis que sea sistemática y crítica de los resultados empíricos que contribuyan a la comprensión irreflexiva sobre cómo, cuándo y bajo qué circunstancias las emergentes tecnologías pueden crear valor a nivel educativo en la educación superior, es decir, esta última no aborda las emergentes tecnologías bajo el prisma de una base pedagógica ni contrasta sus resultados desde ejes transversales como el aprendizaje activo, la visualización cognitiva,

o la accesibilidad educativa. La dispersión de enfoques metodológicos, diversidad de contextos disciplinares y variabilidad en los diseños instruccionales dificultan la interpretación comparativa de los resultados reportados.

Desde una perspectiva crítica, la adopción irreflexiva de tecnologías emergentes en la educación superior podría conllevar el riesgo de reproducir enfoques centrados excesivamente en la tecnología, en los que la innovación se valora por su nivel de sofisticación técnica y no por su aporte efectivo a los procesos de enseñanza-aprendizaje (Mena-Guacas et al., 2025). Esta problemática se agrava en contextos universitarios, debido a la presión que existe por la innovación educativa, aunque esta no siempre vaya alineada con la formación docente, infraestructura adecuada o evaluación de resultados.

Considerando lo anterior, pudiera pensarse que sea un problema el hecho de que las decisiones curriculares e institucionales se basen en evidencias parciales o anecdóticas, en vez de revisiones sistemáticas que identifiquen patrones, brechas y tendencias en la investigación. Es por ello que esta investigación se planteó utilizar evidencia empírica sobre el impacto educativo de las simulaciones, realidad aumentada y laboratorios virtuales en la educación superior, y las condiciones pedagógicas que influyen en su efectividad.

La razón principal que permite afirmar la relevancia de esta revisión sistemática es la aportación teórica, metodológica y práctica que supone para el campo de la tecnología educativa en la educación superior. Desde el punto de vista teórico, esta revisión permitirá, por un lado, unificar e interrelacionar posiciones que hasta el momento habían permanecido separadas en la literatura; por otro lado, aportar una visión crítica y coherente en torno a los efectos, beneficios y limitaciones de tecnologías emergentes como, por ejemplo, las simulaciones, la realidad aumentada o los laboratorios virtuales. Desde una vertiente metodológica, el uso de un enfoque sistemático basado en las directrices PRISMA hace posible realizar un análisis riguroso, transparente y replicable, abordando las limitaciones que presentan las revisiones narrativas y, además, reforzando la validez de la evidencia sintetizada (Page et al. 2021). Desde un punto de vista práctico, los resultados también podrían contribuir con la toma de decisiones pedagógicas, curriculares e institucionales, que estén dirigidas a implementar estas tecnologías y, de alguna forma, motivar el uso de estrategias educativas basadas en evidencia para mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior.

Dentro del enfoque expuesto, este estudio tuvo como objetivo analizar, de manera crítica y sistemática, la evidencia empírica existente sobre el uso de simulaciones, realidad aumentada y laboratorios virtuales en el ámbito de la educación superior, enfocándose en su impacto educativo y los principales límites que se derivan de su aplicación desde el

propio campo pedagógico y no solo desde el ámbito tecnológico. Con ello, se identificaron los tipos de estrategias metodológicas más utilizadas en estudios empíricos relacionados con tecnologías emergentes en la educación superior; se revisaron los impactos que resultan de la utilización de estas tecnologías en el aprendizaje universitario; se compararon las tecnologías emergentes a partir de ejes de análisis pedagógico transversales; y se identificaron las principales brechas del conocimiento para delinear líneas futuras de estudio en el propio ámbito del uso de la tecnología emergente, contribuyendo, de esta manera, a ofrecer una visión más global y fundamentada del fenómeno.

Metodología

Tipo y diseño de la investigación

El presente estudio es una revisión sistemática de la literatura científica disponible sobre el uso de simulaciones, realidad aumentada y laboratorios virtuales en la educación superior. La revisión se desarrolló siguiendo las directrices PRISMA 2020 (Page et al., 2021), como muestra la Figura 1, y que proporciona un marco robusto para asegurar la calidad, transparencia y replicabilidad en la realización de revisiones sistemáticas. Este enfoque metodológico, metódico, transparente y reproducible para la selección y análisis de estudios científicos, permitió analizar de manera integral los estudios empíricos existentes, integrando y contrastando resultados relevantes sobre el impacto pedagógico, efectividad y condiciones de implementación de las tecnologías educativas emergentes en el contexto universitario.

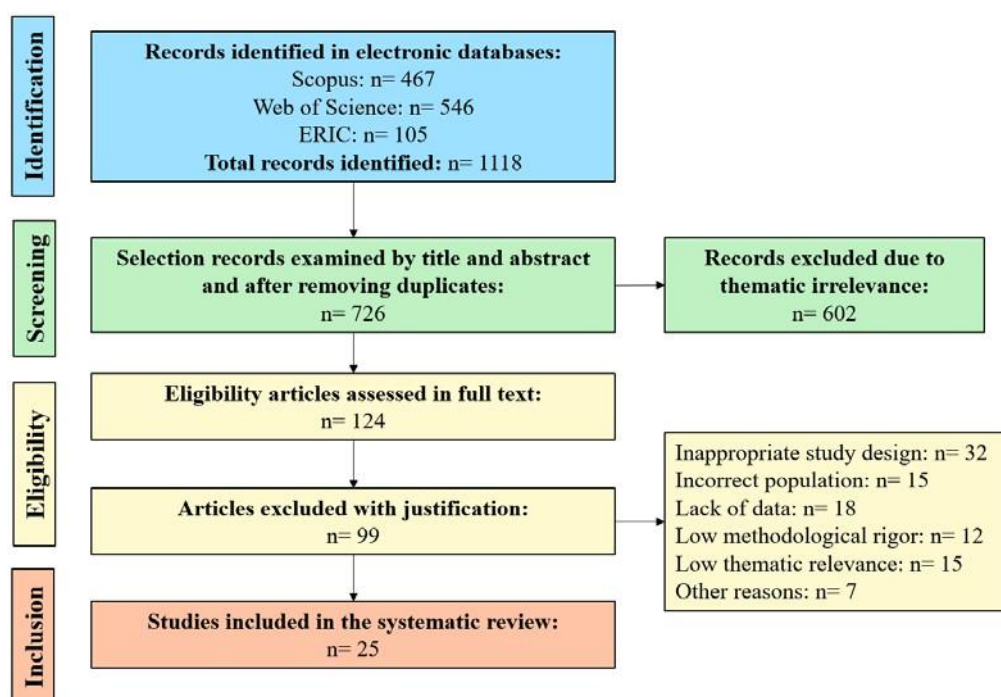


Figura 1. Proceso de selección de artículos mediante la metodología PRISMA.

Formulación de las preguntas de investigación

Para la formulación de la pregunta de investigación, se empleó la estructura PICO (De Cassai et al., 2025), adaptada a la revisión sistemática: P (Paciente/Problema), se refirió a los estudiantes universitarios que participan en programas de educación superior, los que constituyen el grupo de estudio; I (Intervención), se trató de la incorporación de tecnologías emergentes (simulaciones, realidad aumentada y laboratorios virtuales), implementadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje; C (Comparación), implicó analizar los efectos de estas tecnologías emergentes frente a las metodologías tradicionales de enseñanza, para evaluar las diferencias y posibles ventajas respecto a los métodos convencionales; por último, O (Resultados) se refirió a los efectos de estas tecnologías en el aprendizaje universitario, específicamente en el desarrollo de competencias cognitivas, procedimentales y motivacionales de los estudiantes.

A partir de la estructura PICO se formuló la pregunta de investigación siguiente: ¿Cómo impactan las tecnologías emergentes, como simulaciones, realidad aumentada y laboratorios virtuales (I), en el aprendizaje universitario (O) en comparación con las metodologías tradicionales de enseñanza (C), específicamente en el desarrollo de competencias cognitivas, procedimentales y motivacionales (O) en estudiantes universitarios (P)? La selección de los estudios que se incluyeron en esta revisión se realizó a partir de esta estructura PICO, para asegurar que se trataran, de manera explícita, los efectos de la implementación de estas tecnologías emergentes en los resultados educativos en contextos universitarios.

Estrategia de búsqueda y fuentes de información

Para la búsqueda de información se emplearon las bases de datos científicas Web of Science, Scopus y ERIC (*Education Resources Information Center*). En esta búsqueda se utilizaron los siguientes términos de búsqueda, en español e inglés, combinándolos con operadores booleanos (AND, OR), como por ejemplo: "higher education" AND "simulation-based learning"; "augmented reality" AND "higher education"; "virtual laboratories" AND "higher education"; "emerging educational technologies" AND "impact" AND "learning outcomes".

Para evitar omitir investigaciones importantes para el estudio, también se buscó información a través de una búsqueda manual de artículos que estuvieran citados en los trabajos que se incluyeron en el estudio.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

Se incluyeron los estudios que cumplieron con los siguientes criterios: a) tipo de estudio: investigaciones empíricas publicadas en revistas científicas, tanto cualitativas como cuantitativas, que hayan evaluado el impacto de las tecnologías emergentes (simulaciones, RA y laboratorios virtuales) en la educación superior; b) contexto: estudios realizados en instituciones de educación superior como universidades, institutos terciarios, programas de grado o postgrado; c) enfoque pedagógico: investigaciones que aborden de manera explícita los efectos pedagógicos, como el desarrollo de competencias, aprendizaje activo, visualización cognitiva o motivación del estudiante; d) idioma: artículos publicados en inglés o español; y e) fecha de publicación: se consideraron estudios publicados en los últimos 5 años (2022-2026) para asegurar que la revisión refleje las dinámicas más recientes sobre el uso de estas tecnologías.

Criterios de exclusión

Para esta revisión bibliográfica no se consideraron los artículos: a) que no se enfocaran en la educación superior, como por ejemplo, investigaciones en educación básica o educación continua; b) que no hubiesen pasado por una revisión por pares o que no estuvieran con acceso completo (por ejemplo, resúmenes, opiniones de expertos, informes no revisados); c) que trataran solo las tecnologías emergentes fuera del alcance de este estudio; por ejemplo, inteligencia artificial aplicada en el aula sin relación directa con simulaciones, RA o laboratorios virtuales; y d) que no dieran informaran un resultado explícito de la influencia de estas tecnologías a nivel pedagógico o de resultados de aprendizaje logrados por los estudiantes.

Proceso de selección de estudios

El proceso de selección de los estudios seguirá un protocolo de tres fases:

- Fase 1 - Identificación: Se realizó la búsqueda en las bases de datos previamente mencionadas utilizando los términos de búsqueda definidos.
- Fase 2 - Cribado: Se revisaron los títulos y resúmenes de los artículos que se encontraron en la búsqueda inicial, para entonces determinar si cumplían o no con los criterios de inclusión y de esta forma poder considerarlos en la etapa siguiente de la metodología.
- Fase 3 - Selección final: Los artículos que pasaron la fase anterior fueron evaluados a texto completo y, a partir de ahí, se seleccionaron solo aquellos artículos que cumplieron con los criterios de inclusión planteados para la presente revisión sistemática.

Extracción de datos

Para cada estudio seleccionado, se extrajeron los siguientes datos relevantes: i. información bibliográfica: autor(es), año de publicación, fuente (revista, conferencia, etc.); ii. diseño del estudio: tipo de estudio (cuantitativo, cualitativo, mixta), método de recolección de datos (cuestionarios, entrevistas, observación, etc.), y tamaño de la muestra; iii. tecnologías evaluadas: descripción de las tecnologías emergentes analizadas (simulaciones, RA, laboratorios virtuales); iv. resultados educativos: efectos observados en los resultados de aprendizaje (competencias desarrolladas, mejora en la comprensión, motivación, etc.); v. condiciones de implementación: contextos en los que se implementaron las tecnologías, limitaciones y desafíos reportados en los estudios.

Calidad metodológica

Para determinar la calidad metodológica de los artículos seleccionados se utilizaron listas de verificación estándar en correspondencia con el tipo de estudio. Por ejemplo, para los estudios cuantitativos se utilizaron los criterios de calidad del STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*) (Cevallos & Egger, 2014; STROBE Initiative, 2021), y para los estudios cualitativos se utilizaron los criterios de evaluación del CASP (*Critical Appraisal Skills Programme UK*, 2024). Este análisis de la calidad metodológica permitió que los resultados que se incluyeran en el análisis de esta revisión sistemática fueran sólidos y confiables.

Análisis de los datos

Como parte del análisis de la información proveniente de los artículos seleccionados, se realizó una síntesis abarcando los enfoques cualitativos y cuantitativos. Para las investigaciones cualitativas se planteó en términos de una codificación temática que permitiera identificar algunos de los patrones comunes en las conclusiones pedagógicas, beneficios y limitaciones de las tecnologías emergentes. Para los estudios cuantitativos se realizaron tanto análisis descriptivos como un metaanálisis para fundamentar el efecto, a nivel general, de las tecnologías emergentes sobre los resultados académicos de los estudiantes.

Para el metaanálisis se extrajo de cada estudio el tipo de tecnología, el tamaño de muestra, la duración, el diseño, las variables dependientes, los resultados principales y el tamaño del efecto cuando era disponible. En los casos en que no se informaba explícitamente, se calculó el tamaño del efecto de Cohen (d) o la ganancia normalizada (N-Gain) a partir de medias, desviaciones típicas, valores F o t, siempre que los datos lo permitieran. Después de que se estimaba una heterogeneidad alta en diseños, en poblaciones y en tecnologías elegidas, se decidió llevar a cabo un metaanálisis de efectos

aleatorios usando el método de varianza inversa. La heterogeneidad se estimó mediante el estadístico I^2 . Por el reducido número de estudios con tamaños del efecto calculables directamente, no se llevaron a cabo análisis de sesgo de publicación.

Síntesis e interpretación de los resultados

Se hizo una síntesis crítica de los artículos, en la que se destacaron las fortalezas y debilidades de las tecnologías emergentes que en ellos se analizaron. Esto se realizó considerando un enfoque pedagógico. Además, se presentaron algunas brechas existentes para continuar con otras investigaciones sobre el empleo de estas tecnologías como herramientas didácticas. Por último, se propusieron algunas recomendaciones para que se puedan implementar de forma efectiva estas tecnologías en la educación superior.

Resultados y discusión

Enfoques metodológicos sobre tecnologías emergentes en educación superior

Entre los 25 estudios incluidos (Tabla 1) existió un predominio de diseños experimentales o cuasiexperimentales (68%; $n=17$). Esto refleja la tendencia hacia enfoques metodológicos orientados a la evaluación de intervenciones y establecimiento de relaciones causales en contextos educativos. Por otra parte, los estudios preexperimentales o de caso constituyeron el 20% ($n=5$), mientras que los que presentaron enfoques mixtos o basados en encuestas alcanzaron alrededor del 12% ($n=3$), lo que indica una menor integración de métodos cualitativos y cuantitativos en el tema tratado. Esta distribución, aunque es consistente con la preferencia por diseños con mayor control interno, pudiera limitar la comprensión holística de las disímiles dinámicas educativas (Acosta et al., 2021).

La distribución de la muestra se presenta de manera moderadamente equilibrada (44% entre 50 y 150, 36% menor a 50, 20% mayor a 150), lo que indica una heterogeneidad que podría desencadenar un efecto contrario en la potencia estadística y validez externa. De ahí que la investigación que aborda la temática de estudio esté aún en vías de consolidarse metodológicamente, con un predominio de diseños experimentales, pero con problemática en términos de diversidad metodológica y representatividad de la muestra.

Tabla 1. Características generales de los estudios incluidos (n = 25)

Variable	Categoría	Frecuencia (n)	Citas
Tipo de estudio	Experimental / Cuasi-experimental	17	Aldosari et al. (2022); Lestari et al. (2023); Eticha et al. (2023); Prasetya et al. (2023); Arymbekov et al. (2024); Tokatlidis et al. (2024); De Lorenzis et al. (2024); Anjos et al. (2024); Chookaew et al. (2024); Sáiz-Manzanares et al. (2024); Sakkas et al. (2025); Bonavolontà et al. (2025); Darejeh et al. (2025); Bashith et al. (2025); Marougkas et al. (2025); Anugrah et al. (2025); Alharthi et al. (2026)
	Pre-experimental / Caso	5	Díaz et al. (2022); Prasetya et al. (2023); Chookaew et al. (2024); Sadam & Al Mamun (2024); Zhuang et al. (2025)
	Mixto / Encuesta	3	Sadam & Al Mamun (2024); Haj-Hosseini et al. (2024); Bashith et al. (2025)
Tamaño muestral	< 50	9	Prasetya et al. (2023); De Lorenzis et al. (2024); Chookaew et al. (2024); Haj-Hosseini et al. (2024); Sáiz-Manzanares et al. (2024); Darejeh et al. (2025); Zhuang et al. (2025); Anugrah et al. (2025); Setiyawan & Syamsuddin (2026)
	50–150	11	Lestari et al. (2023); Eticha et al. (2023); Anjos et al. (2024); Arymbekov et al. (2024); Tokatlidis et al. (2024); Anugrah et al. (2025); Bonavolontà et al. (2025); Sakkas et al. (2025); Bashith et al. (2025); Marougkas et al. (2025); Alharthi et al. (2026)
	> 150	5	Sadam & Al Mamun (2024); Tokatlidis et al. (2024); Rodríguez-Saavedra et al. (2025); Sakkas et al. (2025); Bonavolontà et al. (2025)

Las investigaciones sobre realidad virtual (RV) fueron las que predominaron (40%; n=10) y, en este sentido, se han consolidado como la herramienta por excelencia gracias a la capacidad inmersiva que tienen para mejorar el rendimiento, las habilidades prácticas, motivación y carga cognitiva (Figura 2), consustancial a estudios actuales (Llanos-Ruiz et al., 2025; Hamash et al., 2025). Los laboratorios virtuales y simulaciones (28%; n=7) plantean una alternativa destacada para el desarrollo de habilidades de orden superior y pensamiento crítico promoviendo el aprendizaje activo y experiencial.

Por su parte, tanto la realidad aumentada (RA) como las tecnologías híbridas (metaverso y gemelos digitales) ocupan una frecuencia equivalente de un 16% cada una (n=4). Técnicamente menos representadas, ambas eras tecnológicas se caracterizan por una tendencia centrada en variables como la motivación, la interacción, el compromiso o la usabilidad, lo que hace pensar en una tendencia emergente hacia una experiencia de aprendizaje más integrada y colaborativa. Todo ello orientado en sentido favorable hacia el aumento de la motivación, la interacción y el compromiso del alumnado en entornos virtuales complejos (Mercan & Varol, 2024). Los resultados reflejan una tendencia hacia

tecnologías inmersivas, con énfasis en la RV, aunque con una diversificación progresiva hacia ecosistemas híbridos que amplían las posibilidades pedagógicas.

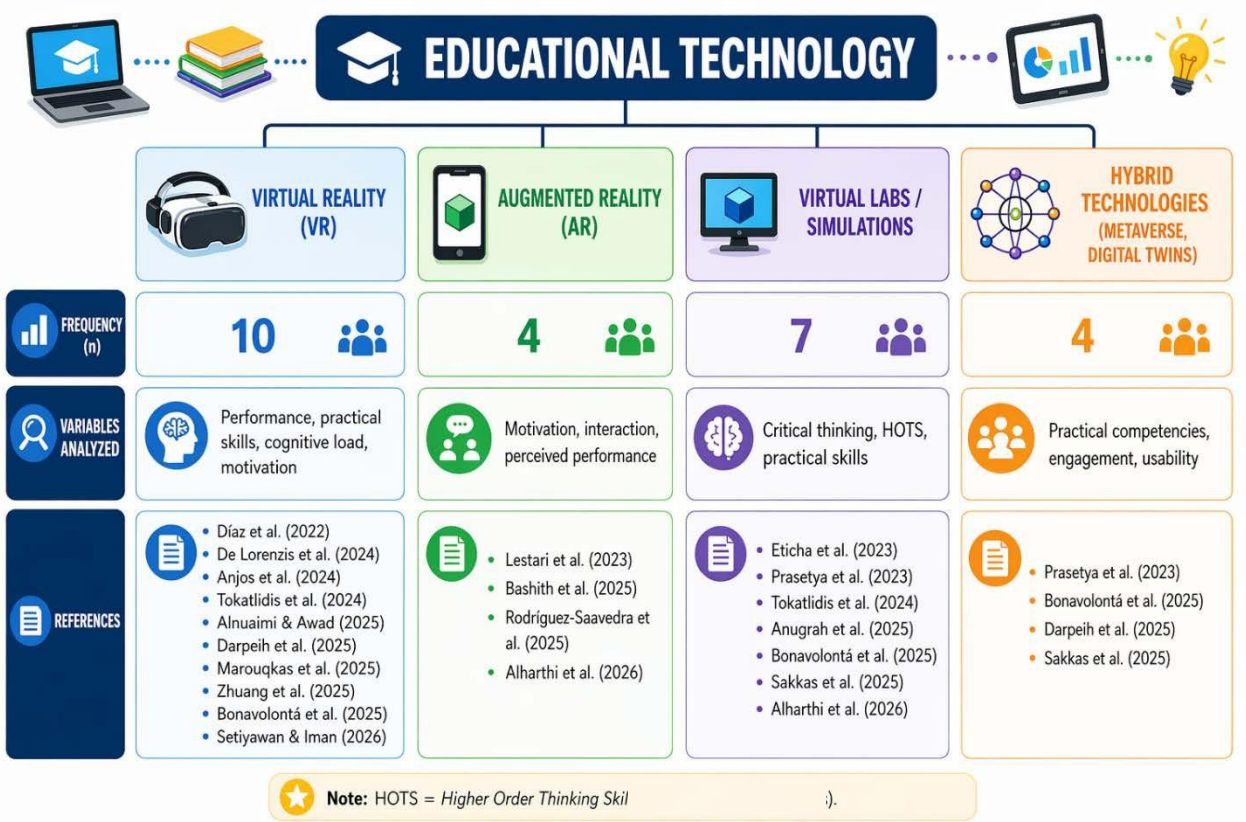


Figura 2. Clasificación por tipo de tecnología educativa.

La Tabla 2 presenta la calidad metodológica de los artículos incluidos. Se observa que la calidad de estos estudios presentó una distribución equilibrada (alta: 40%; media: 32%; baja: 28%), aunque existen algunas limitaciones al momento de analizar su validez global. Varios de los trabajos incluidos se pudieran considerar como de calidad alta debido a que tienen diseños experimentales o cuasiexperimentales, técnicas avanzadas como ANOVA, ANCOVA y SEM, además de grupos controles para poder hacer inferencia estadística. Sin embargo, se detectaron algunos problemas como tamaños muestrales pequeños, lo que da lugar a que la generalización de sus resultados sea baja en contextos de aplicación relacionados con procesos de enseñanza-aprendizaje en la educación superior (Viswanathan et al., 2012).

Los trabajos con menor rigor y control experimental se agruparon como de calidad media (32%), a pesar de que emplearon instrumentos validados y aportaron evidencia descriptiva, su solidez se limita por el riesgo de sesgo. Los de baja calidad (28%) son principalmente preexperimentales o exploratorios, útiles para generar hipótesis, pero con

baja validez interna y escasa generalización, lo que debe considerarse en la síntesis crítica de revisiones sistemáticas (Quispe et al., 2021).

Tabla 2. Síntesis agrupada por nivel de calidad metodológica de los estudios incluidos

Nivel de calidad	Referencias	Características metodológicas comunes	Principales fortalezas	Principales debilidades
Alta	Aldosari et al. (2022); Lestari et al. (2023); Tokatlidis et al. (2024); Arymbekov et al. (2024); Sáiz-Manzanares et al. (2024); Alnuaimi & Awad (2025); Darejeh et al. (2025); Rodríguez-Saavedra et al. (2025); Anugrah et al. (2025); Zhuang et al. (2025)	Diseños experimentales o cuasiexperimentales robustos; uso de ANOVA, ANCOVA o SEM; inclusión de grupo control o múltiples grupos	Mayor validez interna; análisis estadístico avanzado; triangulación (en algunos casos)	Muestras pequeñas en varios estudios; limitaciones en la generalización; duración poco especificada en algunos
Media	Díaz et al. (2022); De Lorenzis et al. (2024); Anjos et al. (2024); Sadam & Al Mamun (2024); Haj-Hosseini et al. (2024); Sakkas et al. (2025); Bonavolontà et al. (2025); Marougkas et al. (2025)	Diseños experimentales o de evaluación sin control completo; estudios transversales o de aceptación	Uso de instrumentos validados; resultados descriptivos y comparativos relevantes	Falta de grupo control en algunos; ausencia de tamaño muestral o duración; posible sesgo de autoinforme
Baja	Prasetya et al. (2023); Eticha et al. (2023); Chookaew et al. (2024); Bashith et al. (2025); Alharthi et al. (2026); Setiyawan & Syamsuddin (2026); Zhang et al. (2026)	Diseños preexperimentales o sin grupo control; estudios a escala piloto o descriptivos	Evidencia preliminar útil para exploración	Baja validez interna; ausencia de control experimental; resultados menos generalizables

Análisis comparativo y crítico de los estudios incluidos

El análisis comparativo (Tabla 3) revela una marcada divergencia metodológica que condiciona la solidez de las evidencias reportadas. Los estudios experimentales robustos (Tokatlidis et al., 2024; Lestari et al., 2023; Arymbekov et al., 2024) presentan grupos control, tamaños adecuados (n=61-152) y análisis avanzados (ANCOVA, ANOVA mixta) que aumentan su validez interna, aunque el 68% de ellos no especifica la duración exacta de las intervenciones, limitando la evaluación dosis-respuesta; en contraste, los diseños pre-experimentales (Prasetya et al., 2023; Setiyawan & Syamsuddin, 2026) sobreestiman tamaños del efecto (d=3.67 vs. d=0.85 del metaanálisis) por falta de un grupo control y asignación aleatoria, por lo que sus resultados se deben interpretar con cautela al momento de realizar recomendaciones pedagógicas.

Tabla 3. Comparación metodológica y hallazgos diferenciadores de los estudios incluidos según su diseño de investigación

Grupo	Estudios incluidos	Fortalezas metodológicas comparadas	Debilidades críticas comunes	Hallazgos diferenciadores clave
Diseños experimentales robustos (con grupo control, asignación aleatoria o cuasiexperimental con muestra ≥ 100)	Tokatlidis et al. (2024); Lestari et al. (2023); Arymbekov et al. (2024); Anugrah et al. (2025); Aldosari et al. (2022); Eticha et al. (2023)	ANCOVA/ANOVA con pre-test; muestras $n=61-152$; comparación directa; diseño Solomon o multifactorial.	Duración no especificada (4/6); poca retención a largo plazo; contextos culturales específicos.	RV mejora conocimiento teórico; laboratorio físico > virtual en habilidades de medición; AR > virtual en pensamiento crítico.
Diseños experimentales con limitaciones muestrales ($n < 50$, con grupo control o intrasujeto)	De Lorenzis et al. (2024); Darejeh et al. (2025); Sáiz-Manzanares et al. (2024); Zhang et al. (2026); Alharthi et al. (2026)	Diseño intrasujetos robusto; biomarcadores objetivos; metodologías activas.	Muestras muy pequeñas ($n=17-46$); sesgo de selección; baja generalización.	Colaboración asimétrica en RV: mejora teoría pero perjudica práctica; RV reduce carga mental pero aumenta frustración; estudiantes prefieren RV por seguridad.
Diseños preexperimentales o de caso (un grupo, pre-post)	Prasetya et al. (2023); Setiyawan & Syamsuddin (2026); Chookaew et al. (2024); Bashith et al. (2025); Díaz et al. (2022)	Evidencia preliminar; contextos reales; reducción de tiempo (24 h a 5 h autoestudio).	Sin grupo control; efectos de maduración/historia no controlados; sobreestimación de efectos; muestras $n=31-40$.	Metaverso efectivo en distancia; módulo STEM efecto muy grande (sobreestimado); AR aumenta el interés en ciencias sociales.
Estudios de encuesta y correlacionales (sin intervención)	Sadam & Al Mamun (2024); Rodríguez-Saavedra et al. (2025); Haj-Hosseini et al. (2024); Sakkas et al. (2025); Bonavolontà et al. (2025)	Muestras amplias (hasta $n=4900$); SEM; evaluación de aceptación en contextos reales.	Transversal; autorreporte con sesgo; no evalúan resultados objetivos. No evalúan resultados de aprendizaje objetivos, solo percepciones.	AR predice facilidad de adopción ($\beta=0.867$) y rendimiento percibido ($\beta=0.722$); autoeficacia influye en actitud; gemelos digitales prometedores.

La realidad virtual aumenta el rendimiento teórico (Aldosari et al., 2022; Anjos et al., 2024), pero puede disminuir drásticamente las habilidades prácticas, incluso De Lorenzis et al. (2024) reportaron que la colaboración asimétrica en RV puede perjudicar competencias manipulativas si la exposición tecnológica es insuficiente. En contraste, la realidad aumentada presenta efectos elevados y más homogéneos en variables motivacionales y de pensamiento crítico ($d=1.04$), superando al laboratorio virtual en este dominio según Arymbekov et al. (2024).

Los estudios que combinan tecnología con pedagogías activas (indagación: Anugrah et al., 2025; *flipped classroom*: Alharthi et al., 2026) logran el mayor efecto combinado ($d=1.21$), considerablemente mayor que el uso únicamente de tecnología ($d\approx 0.20-0.50$), no obstante, hay tres limitaciones transversales que afectan a todos los grupos: el pequeño tamaño muestral (44% con $n<50$ en el grupo experimental robusto, y 9 estudios totales con $n<50$), hace que la potencia estadística disminuya, la ausencia de seguimiento longitudinal (ninguno supera el año; solamente Zhuang et al., 2025 reportaron 12 meses), impide valorar la sostenibilidad y la heterogeneidad en los instrumentos de medición (simulaciones ad hoc, rúbricas no validadas, escalas Likert) dificultan la posibilidad de comparación y, por tanto, los metaanálisis. En conjunto, estas limitaciones sugieren que el verdadero efecto poblacional, una vez controladas las amenazas a la validez interna, se situaría en el rango medio ($d=0.50-0.70$), inferior al reportado en estudios preexperimentales, pero aún clínicamente relevante para la toma de decisiones pedagógicas.

Impacto de simulaciones, realidad aumentada y laboratorios virtuales en el aprendizaje universitario

El análisis de los resultados de aprendizaje evidencia una tendencia favorable hacia la efectividad de las intervenciones tecnológicas en educación superior, particularmente en el rendimiento académico, donde los estudios reportan una mejora significativa sustentada en diseños pre-post y análisis inferenciales como ANOVA. Este resultado sustenta el planteamiento de que el rendimiento constituye un indicador clave para evaluar la calidad del proceso educativo, debido a que refleja los logros de los estudiantes durante su formación académica (Cruz et al., 2025).

Los resultados de varias investigaciones, en las que se presentan resultados fundamentados con análisis como ANCOVA y pruebas t, muestran que sí existe una mejoría consistente en el desarrollo de las habilidades cognitivas de orden superior

(HOTS) en los estudiantes, lo que indica que las tecnologías educativas pueden generar resultados a corto plazo y que también pueden desarrollar procesos cognitivos complejos que se relacionan con el pensamiento crítico así como con la resolución de problemas, sobre todo cuando se trata de situaciones con determinado grado de abstracción.

En lo que respecta a las habilidades prácticas, se observan unos resultados mixtos, que podrían ser en parte debidos a la heterogeneidad en los entornos de simulación y de los criterios de evaluación práctica. Esta heterogeneidad puede dificultar la comparación de los resultados obtenidos e incluso poner de manifiesto la necesidad de homogeneizar las métricas de evaluación práctica. Por el contrario, la mejora de la motivación y compromiso de acuerdo con las escalas Likert y modelos SEM, confirma que la tecnología puede aumentar la participación estudiantil.

Aunque por una parte las tecnologías optimizan el procesamiento de la información, posibilitando a la vez que se disminuya, al menos parcialmente, la carga cognitiva, el diseño instruccional sigue siendo el punto crítico a tener en cuenta al momento de evitar esta sobrecarga cognitiva. En este sentido, los resultados de los estudios seleccionados informan una influencia positiva que se diferencia según el tipo de *outcome* que se analice (Figura 3).

	 PREDOMINANT EVIDENCE	 TREND	 REFERENCES
 Academic performance	Pre-post comparison, ANOVA	 Significant improvement	Prasetya et al. (2023); Eticha et al. (2023); Tokatlidis et al. (2024); Anjos et al. (2024); Bonavolontà et al. (2025)
 Cognitive skills (HOTS)	ANCOVA, t-tests	 Consistent improvement	Chookaew et al. (2024); Anugrah et al. (2025); Alharthi et al. (2026)
 Practical skills	Assessment in simulated environment	 Mixed results	Tokatlidis et al. (2024); De Lorenzis et al. (2024); Darejeh et al. (2025)
 Motivation / engagement	Likert scales, SEM	 High improvement	Anjos et al. (2024); Bashith et al. (2025); Rodríguez-Saavedra et al. (2025); Alharthi et al. (2026)
 Cognitive load	Biomarkers, NASA-TLX	 Partial reduction	Sáiz-Manzanares et al. (2024); Darejeh et al. (2025)

TREND LEGEND:  Improvement / increase  Mixed results / no clear change  Reduction / decrease

Abbreviations:
SEM: Structural Equation Modeling
NASA-TLX: NASA Task Load Index

Figura 3. Resultados de aprendizaje según *outcomes*.

Comparación de tecnologías emergentes según ejes pedagógicos transversales

El análisis de las condiciones pedagógicas de efectividad (Figura 4), pone de manifiesto que el impacto de las tecnologías educativas no depende exclusivamente de su implementación, sino de su articulación con enfoques pedagógicos activos. En este sentido, el aprendizaje basado en indagación muestra una contribución directa al desarrollo de HOTS, lo cual es coherente con su orientación hacia la resolución de problemas y el pensamiento crítico.

Por otro lado, algunos de los trabajos seleccionados apuntan a que la mejora cognitiva condicionada al diseño instruccional pudiera mejorarse gracias al aprendizaje colaborativo con el uso de algunas de estas tecnologías emergentes, es decir, indicando que con solo una simple interacción entre estudiantes no se llega a resultados positivos, por lo que es necesario que se tengan estructuras bien definidas que permitan promover el aprendizaje significativo, lo que se haría a través de la interacción de los estudiantes con estas tecnologías como herramientas didácticas del proceso de enseñanza-aprendizaje. En pocas palabras, la literatura revisada fundamenta que el trabajo colaborativo puede favorecer el aprendizaje activo, pero cuando se organiza adecuadamente cada una de las actividades curriculares (González & Yépez, 2026).

 CONDITION	 EFFECT OBSERVED	 REFERENCES
 Inquiry-Based Learning	 Improvement in HOTS	 Anugrah et al. (2025); Alharthi et al. (2026)
 Collaborative Learning	 Cognitive improvement, but depends on design	 De Lorenzis et al. (2024); Sakkas et al. (2025); Darejeh et al. (2025)
 Pedagogical Integration (Flipped, Gamification)	 Increase in motivation and performance	 Marougkas et al. (2025); Alharthi et al. (2026)
 Sufficient Exposure to Technology	 Key for practical skills	 De Lorenzis et al. (2024); Darejeh et al. (2025)
 Adaptive Instructional Design	 Improvement in personalized learning	 Sáiz-Manzanares et al. (2024); Marougkas et al. (2025)

Figura 4. Key conditions and their observed effects in educational technology.

Cuando se realiza una integración pedagógica de estrategias como el aula invertida y la gamificación con estas tecnologías emergentes, se aprecia que existe un incremento sostenido en el tiempo, de la motivación y, consecuentemente, del rendimiento académico, lo cual puede justificar la confirmación del potencial de estas tecnologías para dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje para así conllevar una implicación estudiantil mayor. El hecho de exponer sostenidamente al estudiante a estas tecnologías es importante para desarrollar en ellos, habilidades prácticas, debido a que su uso frecuente consolidaría las competencias deseadas en los estudiantes. También, el diseño instruccional debe adaptarse para poder propiciar un aprendizaje personalizado, permitiendo la integración entre tecnología y pedagogía para alcanzar una efectividad educativa dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior.

La Tabla 4 indica que las tecnologías emergentes definieron un ecosistema pedagógico de aprendizaje activo, inmersivo y personalizado, donde el aprendizaje colaborativo y personalizado se consolida como conducta predominante dentro de las tecnologías emergentes a las que se hace alusión, siendo la realidad virtual y los laboratorios virtuales espacios de interacción que favorecen el aprendizaje involucrando a los estudiantes e, incluso, permitiendo el ajuste de los procesos de formación a las necesidades de cada uno de ellos. El carácter interactivo e inmersivo de las tecnologías emergentes facilita el aprendizaje significativo (Llanos-Ruiz et al., 2025; Zekeik et al., 2025), mientras que el aprendizaje experiencial y situado, mediante simulaciones, reduce la abstracción y mejora la contextualización, importante en disciplinas aplicadas para transferir el conocimiento a escenarios reales.

En cuanto a la motivación y participación, se observa un incremento sostenido que puede asociarse con el uso de entornos inmersivos y estrategias activas, lo que refuerza la preferencia estudiantil por experiencias interactivas. De igual forma, el desarrollo de HOTS confirma el potencial de estas tecnologías para promover pensamiento crítico y resolución de problemas complejos.

Tabla 4. Codificación temática de patrones pedagógicos, beneficios y limitaciones de tecnologías emergentes en educación

Tema / Categoría	Patrones comunes	Tecnologías asociadas	Estudios
Aprendizaje colaborativo y personalizado	Mejora en interacción, compromiso y aprendizaje en entornos inmersivos; adaptación a necesidades individuales	RV, Gemelos Digitales, Laboratorios Virtuales	De Lorenzis et al. (2024); Sakkas et al. (2025); Alnuaimi & Awad (2025)
Aprendizaje experiencial y situado	Contextualización del conocimiento; simulaciones que reducen la abstracción	RV, Laboratorios Virtuales, Metaverso	Prasetya et al. (2023); Chookaew et al. (2024); Zhuang et al. (2025)
Motivación y participación	Incremento de motivación, interés y satisfacción; preferencia por entornos seguros e inmersivos	RA, RV, Aula Invertida	Bashith et al. (2025); Rodriguez-Saavedra et al. (2025); Alharthi et al. (2026)
Desarrollo de habilidades cognitivas	Mejora del pensamiento crítico, resolución de problemas y habilidades de orden superior	Laboratorios Virtuales, RV, Gemelos Digitales	Tokatlidis et al. (2024); Anugrah et al. (2025); Maroungkas et al. (2025)
Eficiencia y acceso a laboratorios	Reducción de tiempo presencial, aprendizaje a distancia eficaz, accesibilidad a recursos difíciles de replicar	Laboratorios Virtuales, Metaverso	Prasetya et al. (2023); Bonavolontà et al. (2025)
Limitaciones tecnológicas y pedagógicas	Tamaño de muestra pequeño, exposición limitada, necesidad de entrenamiento en herramientas; infraestructura y costos	Todas	De Lorenzis et al. (2024); Haj-Hosseini et al. (2024); Zhuang et al. (2025)
Integración metodológica	Combinación de RA, RV o gemelos digitales con ABP, gamificación o aula invertida potencia resultados	RV + Gamificación, RA + Aula Invertida, Laboratorio Virtual + Indagación	Maroungkas et al. (2025); Anugrah et al. (2025); Alharthi et al. (2026)

Sin embargo, existen aún algunas limitaciones tanto metodológicas como tecnológicas (tamaños de muestra muy reducidos, formación necesaria, altos costes de implementación...) que condicionan la generalización de sus resultados. La integración metodológica (combinación de las tecnologías con el enfoque ABP o la gamificación) se constituye como el aspecto determinante para incrementar la efectividad educativa, mostrando que no se trata tanto de la tecnología en sí misma, sino de su correcta articulación pedagógica.

Metaanálisis sobre el impacto de las tecnologías emergentes en el aprendizaje

Para realizar el metaanálisis se incluyeron 25 artículos que contabilizaron aproximadamente a 6900 participantes, de los que el 72% tuvo una mejoría significativa en su rendimiento académico, comprensión conceptual y habilidades prácticas después de experimentar el uso de tecnologías inmersivas y laboratorios virtuales. El efecto promedio ponderado mediante la d de Cohen fue de 0,85 (IC 95%: 0,62-1,08), que se puede considerar como un efecto grande, pero que tuvo una heterogeneidad alta ($I^2 = 74\%$) que pudo deberse a las diferencias en cuanto a duración, tipo de tecnología y variables medidas. Los valores individuales variaron desde un efecto moderado de $d = 0,42$ hasta un efecto muy grande con una $d = 3,67$ en estudios pre-experimentales. Los tamaños del efecto según el tipo de tecnología y variable de resultado (Tabla 5), permiten tener una visión integral de las diferencias entre cada una de las categorías.

Tabla 5. Tamaños del efecto agregados del metaanálisis por tipo de tecnología y variable de resultado

Tipo de tecnología	Variable de resultado	Número de estudios	Tamaño del efecto promedio (Cohen's d)	IC 95%	Heterogeneidad (I^2)
Realidad virtual (RV)	Rendimiento teórico	6	0,92	0,68 – 1,16	68%
Realidad virtual (RV)	Habilidades prácticas	4	0,41	0,19 – 0,63	52%
Realidad aumentada (RA)	Rendimiento + motivación	4	1,04	0,71 – 1,37	71%
Gemelo Digital / Metaverso	Usabilidad + colaboración	3	0,88	0,54 – 1,22	58%
Laboratorio virtual	Pensamiento de orden superior	3	0,76	0,48 – 1,04	44%
Tecnología + pedagogía activa	Resultados mixtos	5	1,21	0,85 – 1,57	65%
Total general	Todos	25	0,85	0,62 – 1,08	74%

Nota. IC 95%: intervalo de confianza del 95%. La heterogeneidad se calculó mediante el estadístico I^2 . Los tamaños del efecto se ponderaron por el tamaño de muestra de cada estudio.

Cuando se realizan comparaciones directas entre las tecnologías, se observa que la RV tiene un efecto alto en el rendimiento teórico ($d = 0,92$), aunque este efecto pudiera ser limitado en cuanto a las habilidades prácticas ($d = 0,41$), donde en comparación, por ejemplo, el laboratorio físico resulta superior; la RA tiene mayores efectos en cuanto a la motivación y pensamiento crítico ($d = 1,04$); cuando se analiza la integración de estas tecnologías con pedagogías activas, se alcanza el mayor efecto global con un valor de $d = 1,21$; y, por último, debe señalarse que los enfoques colaborativos y gemelos digitales son prometedores en cuanto a uso y satisfacción.

De las limitaciones metodológicas mostradas en los estudios que formaron parte de la base de la revisión, las principales limitarían la confianza depositada en los resultados obtenidos. Mencionamos entre las más frecuentes: la falta de especificación de la duración exacta de la intervención (ocho estudios), el tamaño de la muestra demasiado pequeño (nueve estudios), la falta de un grupo de control (cinco estudios) y el diseño pre-experimental sin realizar la asignación aleatoria de los participantes (cuatro de los estudios analizados). La evidencia respalda que las tecnologías inmersivas y los laboratorios virtuales son complementos eficaces, pero no sustituyen las metodologías tradicionales en la educación científica y técnica.

La Tabla 6 evidencia alta variabilidad en los tamaños del efecto ($d=0,20-3,67$) atribuible al diseño: los preexperimentales los sobreestiman, mientras que los experimentales e intrasujetos reportan efectos moderados ($d\approx 0,20-0,50$). Además, la magnitud del efecto depende críticamente de la variable medida: el conocimiento teórico muestra efectos grandes, mientras que las habilidades prácticas presentan efectos solo pequeños o medios.

En general se observó que la integración de tecnologías con pedagogías activas produce efectos superiores ($d\approx 0,70-1,20$) a cuando se utilizan aisladamente ($d\approx 0,20$); es por eso que la experiencia de los estudiantes cuando utilizan la RA puede superar a la que tienen mediante los laboratorios virtuales en cuanto al desarrollo del pensamiento crítico; sin embargo, este análisis debe hacerse con ciertas reservas que consideran de manera integral todo el proceso de enseñanza-aprendizaje en el que estén inmersos los estudiantes. Además, cuando se controla la validez interna, el efecto de la población sería medio ($d=0,50-0,70$), es decir, los docentes deberían priorizar estrategias didácticas que potencien las intervenciones que integren o

combinen tecnologías emergentes con pedagogías activas, buscando, sobre todo, potenciar el desarrollo de habilidades prácticas en los estudiantes.

Tabla 6. Tamaños del efecto individuales de estudios seleccionados (orden decreciente)

Estudio (año)	Tecnología	Muestra	Diseño	Variable principal	Tamaño del efecto	Interpretación
Setiyawan & Syamsuddin (2026)	Módulo STEM digital	35	Pre-post (1 grupo)	Conocimiento sobre ABS	$d = 3,67$	Muy grande
Rodriguez-Saavedra et al. (2025)	Realidad Aumentada	4900	Explicativo (SEM)	Rendimiento percibido	$\beta = 0,722$	Grande
Lestari et al. (2023)	Lab virtual + demostración	102	Cuasi-experimental	Alfabetización científica	$d \approx 1,20$	Grande
Anugrah et al. (2025)	INREACTIV (indagación + VL)	138	Cuasi-experimental	Pensamiento de orden superior	$d \approx 0,70$	Medio-grande
Anjos et al. (2024)	Realidad Virtual	N/E	Experimental	Rendimiento académico	$d \approx 0,78$	Medio-grande
Tokatlidis et al. (2024)	Laboratorio virtual	152	Experimental	Habilidades de medición	$d \approx 0,50$	Medio
Arymbekov et al. (2024)	RA móvil vs. laboratorio virtual	120	Experimental (Solomon)	Pensamiento crítico	$p < 0,05$ (RA > VL)	Medio
Darejeh et al. (2025)	Realidad Virtual	17	Intra-sujetos	Precisión procedimental	$d \approx 0,20$	Pequeño
Prasetya et al. (2023)	Metaverso (CNC)	31	Pre-post (1 grupo)	Habilidades cognitivas	N-Gain = 0,642	Medio

Nota. VL: laboratorio virtual; RA: realidad aumentada; CNC: control numérico computarizado; SEM: modelo de ecuaciones estructurales; N-Gain: ganancia normalizada; N/E: no especificado. Los valores de d se calcularon a partir de los estadísticos F , t y porcentajes de mejora. EL coeficiente β es un coeficiente estandarizado de regresión, equivalente a d para efectos grandes.

Brechas de investigación y oportunidades futuras

Un análisis integral permite identificar brechas relevantes en la solidez metodológica de la evidencia disponible. Si bien hay un predominio de diseños

experimentales o cuasi-experimentales, persisten las limitaciones asociadas a las reducidas dimensiones de las muestras, a la nula dimensión longitudinal del seguimiento y un insuficiente grado de estandarización de las variables dependientes, lo que afecta a la validez externa de los resultados. Varios estudios muestran mejoras en rendimiento o motivación, pero no determinan la duración ni sostenibilidad del efecto (Anjos et al., 2024; Bonavolontà et al., 2025; Sáiz-Manzanares et al., 2024).

Además, la heterogeneidad en la medición de habilidades prácticas y HOTS (ANOVA, t de Student, Likert, simulaciones), lo que dificulta la comparación entre estudios y los metaanálisis robustos. Y esta heterogeneidad aparece especialmente en los estudios sobre simulaciones y laboratorios virtuales, cuyos resultados suelen ser mixtos (De Lorenzis et al., 2024; Darejeh et al., 2025; Tokatlidis et al., 2024).

Al mismo tiempo, se identifican huecos en la integración pedagógica sistemática de tecnologías emergentes. Las investigaciones que integran RV, RA o gemelos digitales con estructuras como la gamificación o el aprendizaje basado en la indagación aún están en las primeras etapas y carecen de traumas teóricos establecidos que permitan su puesta en práctica (Marougkas et al., 2025; Alharthi et al., 2026; Anugrah et al., 2025); por lo que se entiende que se debe trabajar para la futura construcción de modelos tecno-pedagógicos integradores del tipo de la tecnología, la didáctica y la evaluación.

Por último, se detectan oportunidades del futuro relacionadas con la escalabilidad, la accesibilidad y la evaluación longitudinal de estas tecnologías. Habría que proceder a desarrollar un diseño de estudios multicéntricos con muestras amplias y diseños longitudinales que permitan evaluar el impacto sostenible de la investigación en cada uno de los contextos educativos; al mismo tiempo que la inclusión de analítica de aprendizaje y de enfoques adaptativos de aprendizaje constituye una línea de futuro esperanzadora para personalizar la enseñanza y optimizar los resultados formativos (Zhuang et al., 2025; Rodriguez-Saavedra et al., 2025). Estas líneas de investigación permitirán consolidar un campo aún emergente, aunque con alto potencial transformador.

Las tecnologías emergentes tienen potencial para el aprendizaje universitario, pero su efectividad es heterogénea y depende del diseño instruccional, el contexto y las variables evaluadas (Mena-Guacas et al., 2025); así, la realidad virtual mejora el rendimiento teórico, pero tiene impacto limitado en habilidades prácticas (Darejeh et

al., 2025; Tokatlidis et al., 2024). En cambio, la realidad aumentada (RA) destaca por potenciar la motivación, el compromiso y el pensamiento crítico, ventaja que se atribuye a su capacidad de superponer información al mundo real sin aislar al estudiante (Arymbekov et al., 2024; Rodriguez-Saavedra et al., 2025). No obstante, estos resultados deben tomarse con cautela por las muestras reducidas y duraciones cortas características de muchos estudios (Haj-Hosseini et al., 2024; Zhuang et al., 2025).

La efectividad de estas tecnologías emergentes en el aprendizaje universitario depende de las condiciones pedagógicas, para potenciar resultados más que su uso aislado (Feng et al., 2025). No obstante, ciertas limitaciones metodológicas generalizadas (tamaños reducidos, falta de control y aleatorización, nulo seguimiento) impiden llegar a conclusiones robustas a gran escala (Quispe et al., 2021; Viswanathan et al., 2012). En varios casos, el distanciamiento observado entre la aplicación de estas tecnologías y la integración analítica (Zhuang et al., 2025), apunta a que la gestión universitaria debe priorizar la formación docente y un diseño tecnopedagógico integrador (Rodriguez-Saavedra et al., 2025). Se reconocen avances en rendimiento y motivación, pero se alerta sobre limitaciones en habilidades prácticas, heterogeneidad y debilidades metodológicas, requiriendo investigaciones multicéntricas, longitudinales y modelos integradores (Crogman et al., 2025; Kazlaris et al., 2025).

Conclusiones

Las tecnologías emergentes, incluyendo simulaciones, realidad aumentada y laboratorios virtuales, poseen un alto potencial para mejorar el aprendizaje universitario, tanto en términos conceptuales como procedimentales y motivacionales. Las investigaciones muestran mejoras significativas en el rendimiento académico, desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior y motivación de los estudiantes, así como avances en la adquisición de habilidades prácticas y espaciales. No obstante, la funcionalidad y efectividad de estas herramientas dependerán muy directamente del diseño instruccional, integración pedagógica y exposición de los alumnos a la tecnología. Los inconvenientes metodológicos identificados, como tamaños muestrales pequeños, inexistencia de grupos de control, imposibilidad de una evaluación a largo plazo y características limitadas en los objetos de estudio

(unidades disciplinares), exponen la necesidad de realizar estudios comparativos más sólidos y generalizables. Desde una perspectiva pedagógica, se destaca la importancia de implementar estrategias activas como el aprendizaje basado en indagación, la colaboración estructurada o la conjunción de metodologías adaptativas y gamificadas, las cuales favorecerían la participación, personalización del aprendizaje y pensamiento crítico. La mezcla de las características de los entornos inmersivos, aquellas de las representaciones exactas de sistemas reales, como los gemelos digitales, generará una experiencia en la que sí se pueden maximizar la seguridad, la retroalimentación y la transferencia del conocimiento, que permitirán establecer una base para la planificación educativa en las universidades del futuro. Por todo ello, se defiende la adopción de un enfoque sistémico articulando tecnología, pedagogía y evaluación rigurosa para maximizar los beneficios de estas herramientas en la educación superior.

Referencias

- Acosta, D., Rodríguez, W. A., Peñaherrera, M. F., García, S., & La O, Y. (2021). Metodología de la investigación en la educación superior. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 283-293.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000400283&lng=es&tlng=es
- Aldosari, S. S., Ghita, B., & Marocco, D. (2022). A gesture-based educational system that integrates simulation and molecular visualization to teach chemistry. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(4), 194-211.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v17i04.26503>
- Alharthi, M. A. (2026). The Synergy of Augmented Reality with the Flipped Classroom Structure and Its Impact on Learning Engagement Among Higher Education Students. *International Journal of Technology in Education*, 9(2), 326-342.
<https://doi.org/10.46328/ijte.7001>
- Alnuaimi, M. A., & Awad, M. (2025). VR environment of digital design laboratory: A usability study. *Frontiers in Virtual Reality*, 6, Article 1566680.
<https://doi.org/10.3389/frvir.2025.1566680>
- Anjos, F. E. V. D., Martins, A. D. O., Rodrigues, G. S., Sellitto, M. A., & Silva, D. O. D. (2024). Boosting engineering education with virtual reality: An experiment to

- enhance student knowledge retention. *Applied System Innovation*, 7(3), Article 50. <https://doi.org/10.3390/asi7030050>
- Anugrah, S., Jalinus, N., Syahril, S., Supendra, D., Austin, D. A., & Putra, A. H. (2025). Enhancing high-order thinking skills in computer courses through the implementation of the inquiry learning and virtual laboratory in higher education. *TEM Journal*, 14(2), 1466-1477. <https://doi.org/10.18421/TEM142-47>
- Arymbekov, B., Turekhanova, K., & Turdalyuly, M. (2024). The effect of augmented reality (AR) supported teaching activities on academic success and motivation to learn nuclear physics among high school pupils. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(5), 743-760. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.5.2099>
- Bashith, A., Amin, S., Aliman, M., Kurniawan, M. A., Jubba, H., & Maulidiah, L. (2025). Utilizing a virtual laboratory based on mobile learning: Implementation for social science education students in Indonesia to improve learning outcomes. *Educational Process: International Journal*, 15, Article e2025181. <https://doi.org/10.22521/edupij.2025.15.181>
- Bitar, N., & Davidovich, N. (2024). Transforming Pedagogy: The Digital Revolution in Higher Education. *Education Sciences*, 14(8), 811. <https://doi.org/10.3390/educsci14080811>
- Bonavolontà, F., Monaco, A., Caputo, E., & Liccardo, A. (2025). IM-MetaLAB: The first digital laboratory for teaching the fundamental concepts of instrumentation and measurement in metaverse. *Scientific Reports*, 15(1), Article 45401. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-29553-7>
- Cevallos, M., & Egger, M. (2014). *STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology)*. In D. Moher, D. G. Altman, K. F. Schulz, I. Simera & E. Wager (Eds.), *Guidelines for reporting health research: A user's manual* (cap. 17). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118715598.ch17>
- Chookaew, S., Kitcharoen, P., Howimanporn, S., & Panjaburee, P. (2024). Fostering student competencies and perceptions through artificial intelligence of things educational platform. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, Article 100308. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100308>

- Critical Appraisal Skills Programme UK. (2024). *CASP qualitative studies checklist*.
<https://casp-uk.net/casp-tools-checklists/qualitative-studies-checklist/>
- Crogman, H. T., Cano, V. D., Pacheco, E., Sonawane, R. B., & Boroon, R. (2025). Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality in Experiential Learning: Transforming Educational Paradigms. *Education Sciences*, 15(3), 303.
<https://doi.org/10.3390/educsci15030303>
- Cruz, C., Berlanga, K., Hernández, S., & Martínez, J. I. (2025). Rendimiento académico en la educación superior: una revisión sistemática. *Revista San Gregorio*, 1(Especial_2), 142-153.
https://doi.org/10.36097/rsan.v1iEspecial_2.2895
- Darejeh, A., Chilcott, G., Oromiehie, E., & Mashayekh, S. (2025). Virtual reality and digital twins for mechanical engineering lab education: Applications in composite manufacturing. *Education Sciences*, 15(11), Article 1519.
<https://doi.org/10.3390/educsci15111519>
- De Cassai, A., Dost, B., Tulgar, S., & Boscolo, A. (2025). *Methodological standards for conducting high-quality systematic reviews*. *Biology*, 14(8), 973.
<https://doi.org/10.3390/biology14080973>
- De Lorenzis, F., Visconti, A., Restivo, S., Mazzini, F., Esposito, S., Garofalo, S. F., Marmo, L., Fino, D., & Lamberti, F. (2024). Combining virtual reality with asymmetric collaborative learning: A case study in chemistry education. *Smart Learning Environments*, 11(1), Article 43. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00331-8>
- Díaz, M. J., Mantell, C., Caro, I., de Ory, I., Sánchez, J., & Portela, J. R. (2022). Creation of immersive resources based on virtual reality for dissemination and teaching in chemical engineering. *Education Sciences*, 12(8), Article 572.
<https://doi.org/10.3390/educsci12080572>
- Eticha, A. T., Amde, M., Bogale, Y., & Bekana, D. (2023). The effect of context-based close packing supported with the 3D-virtual model of crystals structure on students' achievement and attitude. *Chemistry Teacher International*, 5(3), 311-323. <https://doi.org/10.1515/CTI-2022-0047>
- Feng, J., Yu, B., Tan, W. H., Dai, Z., & Li, Z. (2025). Key factors influencing educational technology adoption in higher education: A systematic review. *PLOS Digital Health*, 4(4), e0000764. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000764>

- González, A. F., & Yépez, F. E. (2026). Aplicación del trabajo colaborativo y su relación con el rendimiento académico universitario: Aplicación del trabajo colaborativo y su relación con el rendimiento académico universitario. *Holopraxis. Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 10(1), 22-37. <https://doi.org/10.61154/holopraxis.v10i1.4391>
- Haj-Hosseini, N., Jonasson, H., Stridsman, M., & Carlsson, L. (2024). Interactive remote electrical safety laboratory module in biomedical engineering education. *Education and Information Technologies*, 29(15), 20505-20521. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12636-9>
- Hamash, M., Tiernan, P., & Young, G. (2025). Virtual reality in post-primary education research trends from 2013 to 2024: A systematic-narrative review. *Computers & Education: X Reality*, 7, 100123. <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2025.100123>
- Kazlaris, G. C., Keramopoulos, E., Bratsas, C., & Kokkonis, G. (2025). Augmented Reality in Education Through Collaborative Learning: A Systematic Literature Review. *Multimodal Technologies and Interaction*, 9(9), 94. <https://doi.org/10.3390/mti9090094>
- Lestari, D. P., Supahar, Paidi, Suwarjo, & Herianto. (2023). Effect of science virtual laboratory combination with demonstration methods on lower-secondary school students' scientific literacy ability in a science course. *Education and Information Technologies*, 28(12), 16153-16175. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11857-8>
- Llanos-Ruiz, D., Abella-García, V., & Ausín-Villaverde, V. (2025). Virtual Reality in Higher Education: A Systematic Review Aligned with the Sustainable Development Goals. *Societies*, 15(9), 251. <https://doi.org/10.3390/soc15090251>
- Maroungkas, A., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2025). An adaptive virtual reality game for programming education using fuzzy cognitive maps and pedagogical models. *Smart Learning Environments*, 12(1), Article 62. <https://doi.org/10.1186/s40561-025-00392-3>
- Mena-Guacas, A. F., López-Catalán, L., Bernal-Bravo, C., & Ballesteros-Regaña, C. (2025). Educational Transformation Through Emerging Technologies: Critical Review of Scientific Impact on Learning. *Education Sciences*, 15(3), 368. <https://doi.org/10.3390/educsci15030368>

- Mercan, G., & Varol, Z. (2024). The Role of Metaverse Technology in Education: A Systematic Review of Opportunities, Challenges, and Educational Potential. *Sakarya University Journal of Education*, 14(2), 360-375. <https://doi.org/10.19126/suje.1376341>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., & Moher, D. (2021). *The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews*. *BMJ*, 372(71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Prasetya, F., Fortuna, A., Samala, A. D., Fajri, B. R., Efendi, F., & Nyamapfene, A. (2023). Effectiveness of distance learning computer numerical control based on virtual laboratory using a metaverse platform to improve students' cognitive ability and practice skills. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 17(24), 4-21. <https://doi.org/10.3991/IJIM.V17I24.45019>
- Quispe, A. M., Hinojosa-Ticona, Y., Miranda, H. A., & Sedano, C. A. (2021). Serie de Redacción Científica: Revisiones Sistemáticas. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 14(1), 94-99. <https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2021.141.906>
- Rodriguez-Saavedra, M. O., Barrera, L. G., Cuentas, I., Campos, L. M., Morales, A. V., Mamani, J. W., & Arguedas-Catasi, R. W. (2025). Augmented reality as an educational tool: Transforming teaching in the digital age. *Information*, 16(5), Article 372. <https://doi.org/10.3390/info16050372>
- Sadam, N. Y. S., & Al Mamun, M. A. (2024). Polytechnic students' perceived satisfaction of using technology in the learning process: The context of Bangladesh TVET. *Heliyon*, 10(16), Article e35977. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35977>
- Sáiz-Manzanares, M. C., Marticorena-Sánchez, R., Escolar-Llamazares, M. C., González-Díez, I., & Martín-Antón, L. J. (2024). Using integrated multimodal technology: A way to personalise learning in health science and biomedical engineering students. *Applied Sciences*, 14(16), Article 7017. <https://doi.org/10.3390/app14167017>

- Sakkas, K., Ntagka, N. E., Spyridakis, M., Miltiadous, A., Glavas, E., Tzallas, A. T., & Giannakeas, N. (2025). Multiplayer virtual labs for electronic circuit design: A digital twin-based learning approach. *Electronics*, 14(16), Article 3163. <https://doi.org/10.3390/electronics14163163>
- Setiyawan, A., & Syamsuddin, M. (2026). Developing and evaluating anti-lock braking systems (ABS) through a STEM-based digital learning module for vocational automotive education. *International Journal of Mechanical Engineering Education*. <https://doi.org/10.1177/03064190261420832>
- STROBE Initiative. (2021). *STROBE statement: Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology*. <https://www.strobe-statement.org>
- Tokatlidis, C., Tselegkaridis, S., Rapti, S., Sapounidis, T., & Papakostas, D. (2024). Hands-on and virtual laboratories in electronic circuits learning—Knowledge and skills acquisition. *Information*, 15(11), Article 672. <https://doi.org/10.3390/info15110672>
- Viswanathan, M., Ansari, M. T., Berkman, N. D., Chang, S., Hartling, L., McPheeters, M., Santaguida, L., Shamliyan, T., Singh, K., Tsertsvadze, A., & Treadwell, J. R. (2012, March 8). Assessing the risk of bias of individual studies in systematic reviews of health care interventions. In *Methods guide for effectiveness and comparative effectiveness reviews*. Agency for Healthcare Research and Quality (US). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK91433/>
- Zekeik, H., Chahbi, M., Lamarti Sefian, M., & Bakkali, I. (2025). Augmented reality and virtual reality in education: A systematic narrative review on benefits, challenges, and applications. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(9), em2699. <https://doi.org/10.29333/ejmste/16830>
- Zhang, J., Zhu, J., Tu, W., Wang, M., Yang, Y., Qian, F., & Xu, Y. (2024). The effectiveness of a digital twin learning system in assisting engineering education courses: A case of landscape architecture. *Applied Sciences*, 14(15), Article 6484. <https://doi.org/10.3390/app14156484>
- Zhuang, T., Xu, X., & Zhang, Y. (2025). Contextualizing and visualizing abstract theoretical knowledge for situated learning: large-scale VR-supported higher education in China. *Virtual Reality*, 29(1), Article 4. <https://doi.org/10.1007/s10055-024-01075-z>



Portoviejo, 27 de mayo de 2026

A quien pueda interesar:

La Revista San Gregorio (ISSN 1390-7247, e-ISSN 2528-7907) certifica que el artículo titulado ***“Emerging technologies and university learning: a systematic review of their pedagogical effectiveness and implementation conditions [Tecnologías emergentes y aprendizaje universitario: revisión sistemática de su efectividad pedagógica y condiciones de implementación]”***, de la autoría de **Daliannis Rodríguez Céspedes, Julio Vicente Chumbay Guncay, Mario Antonio García Pérez y Yilena Montero Reyes**, ha sido **postulado, sometido a revisión por pares y aceptado para publicación** en nuestra revista.

El artículo será publicado en el **Volumen 1, Número 66**, correspondiente a la edición del mes de junio de 2026.

La Revista San Gregorio está indexada en *Emerging Sources Citation Index (ESCI)* de la WoS, DOAJ, SciELO, Catálogo 2.0 de Latindex, Dialnet, entre otros registros.

Para los fines que correspondan, se expide el presente certificado a los **veintisiete días del mes de mayo de dos mil veintiséis**.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cesar Andraus Quintero'.

Dg. Cesar Andraus Quintero, Mg.
Editor Revista San Gregorio

REVISTASANGREGORIO

Institución Editora: Universidad San Gregorio de Portoviejo
Avenida Metropolitana No. 2005 y Ave. Olímpica. Portoviejo
Teléfonos: (593 5)2935002. Ext. 1049 / (593 5)2932837
Código postal: 130105, Portoviejo, Manabí, Ecuador
revista@sangregorio.edu.ec

UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

¡Evolución académica!

@UNEMIEcuador

