

Artículo Científico

Realidad aumentada en prácticas de laboratorio y su impacto en la usabilidad y el desempeño estudiantil

Realidad aumentada en prácticas de laboratorio y su impacto en la usabilidad y el desempeño estudiantil



Vásconez-Barragán, Roberto Carlos ¹



<https://orcid.org/0000-0002-4975-9734>



robertoc.vasconez@epoch.edu.ec



Escuela Superior Politécnica de Chimbroazo,
Ecuador, Riobamba



Monar-Monar, Joffre Stalin ³



<https://orcid.org/0000-0002-6534-183X>



jmonar@epoch.edu.ec



Escuela Superior Politécnica de Chimbroazo,
Ecuador, Riobamba



Landívar-Moreno, Tatiana Elizabeth ²



<https://orcid.org/0009-0000-1248-1436>



tatiana.landivar@epoch.edu.ec



Escuela Superior Politécnica de Chimbroazo,
Ecuador, Riobamba



Silva-Peñañiel, Geovanny Euclides ⁴



<https://orcid.org/0000-0002-1069-4574>



geovanny.silva@epoch.edu.ec



Escuela Superior Politécnica de Chimbroazo,
Ecuador, Riobamba

Autor de correspondencia ¹



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n1/155>

Resumen: La incorporación de tecnologías emergentes en la educación ha generado nuevas alternativas para fortalecer el aprendizaje práctico, especialmente en contextos de laboratorio, donde existen limitaciones de tiempo, recursos y seguridad. En este sentido, el presente estudio tiene como propósito analizar el uso de la realidad aumentada en prácticas de laboratorio, considerando su influencia en la usabilidad de las herramientas tecnológicas y en el desempeño estudiantil. La investigación se desarrolló bajo un enfoque descriptivo y analítico, mediante la revisión sistemática de literatura científica y el análisis de experiencias educativas documentadas en distintos niveles de formación. Los resultados evidencian que la aplicación de realidad aumentada facilita la comprensión de procedimientos experimentales, mejora la interacción del estudiante con los materiales de laboratorio y contribuye a la reducción de errores durante la ejecución de prácticas. Asimismo, se identificó un incremento en la motivación y el aprendizaje autónomo cuando las herramientas presentan un diseño intuitivo y alineado con los objetivos pedagógicos. La discusión de los hallazgos permite interpretar que estos resultados son consistentes con estudios previos que destacan el valor de las tecnologías interactivas en el aprendizaje experiencial. En conclusión, la realidad aumentada constituye una estrategia didáctica efectiva para optimizar las prácticas de laboratorio, siempre que su implementación considere criterios de usabilidad y una adecuada integración pedagógica.

Palabras clave: realidad aumentada, prácticas de laboratorio, usabilidad, desempeño estudiantil.



Check for
updates

Received: 11/Ene/2026

Accepted: 02/Feb/2026

Published: 20/Feb/2026

Cita: Vásconez-Barragán, R. C., Landívar-Moreno, T. E., Monar-Monar, J. S., & Silva-Peñañiel, G. E. (2026). Realidad aumentada en prácticas de laboratorio y su impacto en la usabilidad y el desempeño estudiantil. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 4(1), 346-356. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n1/155>

Revista Científica Ciencia y Método (RCyM)
<https://revistacym.com>
revistacym@editorialgrupo-aea.com
info@editorialgrupo-aea.com

© 2026. Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional**.



Abstract:

The incorporation of emerging technologies in education has generated new alternatives to strengthen practical learning, especially in laboratory contexts, where limitations of time, resources, and safety often exist. In this regard, the present study aims to analyze the use of augmented reality in laboratory practices, considering its influence on the usability of technological tools and on student performance. The research was developed under a descriptive and analytical approach, through a systematic review of scientific literature and the analysis of documented educational experiences at different levels of education. The results show that the application of augmented reality facilitates the understanding of experimental procedures, improves student interaction with laboratory materials, and contributes to the reduction of errors during the execution of practices. Likewise, an increase in motivation and autonomous learning was identified when the tools present an intuitive design aligned with pedagogical objectives. The discussion of the findings allows these results to be interpreted as consistent with previous studies that highlight the value of interactive technologies in experiential learning. In conclusion, augmented reality constitutes an effective didactic strategy to optimize laboratory practices, provided that its implementation considers usability criteria and appropriate pedagogical integration.

Keywords: augmented reality, laboratory practices, usability, student performance

1. Introducción

La transformación digital de la educación impulsa el uso de tecnologías emergentes orientadas a fortalecer el aprendizaje activo, especialmente en escenarios donde el componente práctico resulta decisivo. En este marco, las prácticas de laboratorio son espacios esenciales para desarrollar competencias procedimentales, pensamiento crítico y toma de decisiones basada en evidencia; sin embargo, su implementación suele condicionarse por restricciones de infraestructura, disponibilidad de insumos, control de riesgos y limitaciones de tiempo para repetir procedimientos con acompañamiento docente.

Estas brechas motivaron la búsqueda de estrategias que complementaran la experiencia práctica sin sustituirla y que guiaran al estudiante durante la ejecución de actividades experimentales. La realidad aumentada se ha propuesto como una alternativa relevante porque integra información digital interactiva sobre el entorno físico y facilita la visualización de procesos y la orientación paso a paso en tareas prácticas; revisiones y mapeos recientes reportaron un crecimiento sostenido de aplicaciones en áreas de ciencia, tecnología e ingeniería, con efectos favorables en participación y aprendizaje cuando el diseño instruccional y el contexto de uso fueron adecuados (Akçayır & Akçayır, 2017; Al-Ansi et al., 2023; Mystakidis et al., 2022).

En particular, se han documentado experiencias de realidad aumentada en laboratorios de química y física que reportaron mejoras en la comprensión de secuencias experimentales, apoyo a la toma de decisiones y reducción de errores de procedimiento, especialmente cuando la interacción fue clara y la retroalimentación estuvo integrada a la práctica (Hernández et al., 2021; Lyrath et al., 2023). No obstante, el impacto educativo no dependió únicamente de incorporar la tecnología, sino de su usabilidad, entendida como el grado en que un sistema permite alcanzar metas con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico (International Organization for Standardization, 2018).

El problema científico se centra en establecer cómo la usabilidad de aplicaciones de realidad aumentada condiciona su aporte al desempeño estudiantil en prácticas de laboratorio y qué criterios orientan una integración pedagógica efectiva. El objetivo principal de este trabajo es analizar el uso de la realidad aumentada en prácticas de laboratorio desde la perspectiva de la usabilidad y su relación con el desempeño estudiantil, con el fin de aportar fundamentos que guíen su implementación educativa.

2. Materiales y métodos

La investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental, debido a que no se manipuló ninguna variable; en su lugar, se analizaron estudios previamente publicados sobre la aplicación de la realidad aumentada en prácticas de laboratorio. Se aplicó una revisión sistemática de literatura, siguiendo las directrices del marco PRISMA 2020 (Page et al., 2021) para transparentar la identificación, selección y síntesis de la evidencia.

El estudio fue de tipo descriptivo y analítico. Fue descriptivo porque caracterizó las aplicaciones de realidad aumentada empleadas en laboratorios (área disciplinar, tipo de recurso, dispositivo, modalidad de uso y criterios de usabilidad). Fue analítico porque relacionó esos atributos con hallazgos reportados sobre desempeño estudiantil, tales como logro de resultados de aprendizaje, precisión procedimental, reducción de errores y percepción de autoeficacia (Avila-Garzon et al., 2021).

Tabla 1
Características del diseño metodológico

Criterio	Descripción
Diseño	No experimental
Tipo	Descriptivo – analítico
Nivel	Explicativo (fase interpretativa)
Enfoque	Cualitativo
Modalidad	Documental

Nota: (Autores, 2026).

Estrategia de búsqueda bibliográfica:

La búsqueda de información se realizó de forma sistemática en bases de datos académicas reconocidas, con el fin de garantizar la calidad y pertinencia de las

fuentes. Se consideraron publicaciones comprendidas entre los años 2020 y 2025, en idioma español e inglés. Los términos de búsqueda se relacionaron directamente con las variables del estudio y se combinaron mediante operadores booleanos.

Tabla 2
Estrategia de búsqueda bibliográfica

Elemento	Descripción
Bases de datos	Scopus, Web of Science, SciELO, Google Scholar
Periodo	2020–2025
Idiomas	Español e inglés
Palabras clave	realidad aumentada, prácticas de laboratorio, usabilidad, desempeño estudiantil
Operadores	AND, OR
Tipo de documentos	Artículos científicos, revisiones sistemáticas, estudios de caso

Nota: (Autores, 2026).

Procedimiento de selección de estudios:

El procedimiento de selección se desarrolló en etapas sucesivas. Inicialmente se identificaron los registros disponibles en las bases de datos, posteriormente se eliminaron duplicados y se evaluaron títulos y resúmenes para verificar la pertinencia temática. Los documentos preseleccionados fueron analizados a texto completo, excluyéndose aquellos que no abordaron la realidad aumentada en contextos educativos de laboratorio o que carecieron de sustento metodológico.

Tabla 3
Proceso de selección de estudios

Etapas	Número de documentos
Registros identificados	132
Registros sin duplicados	108
Evalutados por título y resumen	85
Excluidos por falta de pertinencia	47
Analizados a texto completo	38
Estudios incluidos en la revisión final	26

Nota: (Autores, 2026).

Población y criterios de selección:

La población estuvo conformada por investigaciones científicas relacionadas con la aplicación de realidad aumentada en prácticas de laboratorio. Los criterios de inclusión consideraron estudios aplicados a educación superior o formación técnica, acceso a texto completo y análisis de variables vinculadas a usabilidad o desempeño estudiantil. Se excluyeron trabajos duplicados, documentos sin aplicación educativa y estudios fuera del contexto de laboratorio (Díaz et al., 2023).

Técnicas e instrumentos de análisis:

La técnica empleada fue el análisis documental, utilizando fichas bibliográficas y una matriz de categorización, que permitió clasificar los estudios según área educativa, tipo de laboratorio, atributos de usabilidad y resultados educativos reportados. Esta

matriz aseguró la trazabilidad del análisis y facilitó la comparación entre investigaciones.

Tabla 4
Matriz de categorización

Categoría	Descripción
Área educativa	Ciencias, ingeniería, formación técnica
Tipo de laboratorio	Real, mixto, asistido por tecnología
Usabilidad	Interfaz, navegación, claridad
Desempeño	Comprensión, ejecución, autonomía

Nota: (Autores, 2026).

Consideraciones éticas:

Al tratarse de una investigación documental, no se involucraron participantes humanos ni se recopilaron datos personales. Se respetaron principios éticos de integridad académica, citación adecuada y fidelidad en la interpretación de los resultados. El concepto de usabilidad se abordó conforme a estándares internacionales reconocidos, garantizando coherencia conceptual.

3. Resultados

Los resultados se derivaron del análisis documental de los 26 estudios incluidos en la revisión, seleccionados conforme al procedimiento descrito en Materiales y métodos. Los hallazgos se organizaron para responder al objetivo del trabajo: analizar el uso de la realidad aumentada en prácticas de laboratorio desde la perspectiva de usabilidad y su relación con el desempeño estudiantil. En la Tabla 5 se resumió la caracterización del corpus, mientras que en la Tabla 6 y la Tabla 7 se presentaron los resultados por dimensión, como se observó en la Tabla 6 y la Tabla 7.

3.1. Caracterización de los estudios analizados

Los estudios revisados se concentraron mayoritariamente en educación superior y formación técnica, con aplicaciones en laboratorios de ciencias e ingeniería. Se observó un predominio de implementaciones mediante dispositivos móviles y tabletas, debido a la facilidad de despliegue y a la disponibilidad tecnológica en aulas y laboratorios. Asimismo, se identificó que el objetivo más frecuente de las aplicaciones fue apoyar la ejecución procedimental (guías paso a paso) más que la visualización conceptual aislada. En la Tabla 5 se observó el perfil general de los estudios incluidos, como se mostró en la Tabla 5.

Tabla 5*Caracterización general de los estudios (n = 26)*

Criterio	Tendencia observada
Nivel educativo	Predominio de educación superior
Área	Mayor presencia en ciencias e ingeniería
Dispositivo	Móvil / tableta como medio principal
Tipo de laboratorio	Real asistido por tecnología
Enfoque didáctico	Guía procedimental y refuerzo conceptual

Nota: (Autores, 2026).

De manera adicional, se evidenció que varios estudios combinaron recursos de realidad aumentada con actividades previas o posteriores a la práctica (pre-lab y post-lab), lo cual permitió reforzar la comprensión antes de manipular materiales reales y consolidar aprendizajes al finalizar la sesión (Garzón & Acevedo, 2029).

3.2. Resultados sobre usabilidad de las herramientas de realidad aumentada

El análisis mostró que la usabilidad se asoció con la permanencia del uso de la herramienta durante la práctica y con la percepción de utilidad por parte del estudiante. Las aplicaciones que presentaron interfaz clara, navegación simple y guías visuales contextualizadas se relacionaron con una experiencia de uso más fluida, facilitando la ejecución de tareas sin interrupciones frecuentes. En la Tabla 6 se resumieron los hallazgos principales de usabilidad, como se observó en la Tabla 6.

Tabla 6*Resultados asociados a la usabilidad*

Atributo de usabilidad	Resultado observado
Interfaz clara	Mayor aceptación y uso continuo
Navegación simple	Menor tiempo de adaptación
Guía visual contextualizada	Menor confusión operativa
Retroalimentación inmediata	Mayor control del proceso
Consistencia de iconografía	Reducción de errores de interacción

Nota: (Autores, 2026).

Los hallazgos relevantes se agruparon en patrones recurrentes:

- Se reportó mayor satisfacción cuando la aplicación evitó menús extensos y priorizó pasos secuenciales claros;
- Se observó menor carga cognitiva cuando la información digital apareció en el momento preciso del procedimiento y no de forma acumulada;
- Se identificó que el uso de señales visuales de alerta (por ejemplo, advertencias de seguridad o pasos críticos) facilitó la toma de decisiones durante la práctica;
- Se evidenció que los estudiantes utilizaron con mayor continuidad las herramientas cuando existió estabilidad de funcionamiento y baja latencia en el reconocimiento del entorno.

En contraste, se reportaron limitaciones cuando la aplicación presentó fallas de reconocimiento, instrucciones excesivamente técnicas o sobrecarga visual, lo que provocó pausas, dudas y disminución del ritmo de trabajo durante la práctica.

3.3. Resultados sobre desempeño estudiantil asociado al uso de realidad aumentada

Respecto al desempeño estudiantil, los estudios analizaron resultados vinculados principalmente con la comprensión conceptual, la ejecución procedimental y el aprendizaje autónomo. En términos generales, se observó que la realidad aumentada apoyó el aprendizaje cuando funcionó como guía práctica y no solo como recurso visual complementario. En la Tabla 7 se sintetizó el impacto reportado en el desempeño estudiantil, como se mostró en la Tabla 7.

Tabla 7
Impacto en el desempeño estudiantil

Dimensión	Resultado reportado
Comprensión conceptual	Mejora de la interpretación de fenómenos y procesos
Ejecución procedimental	Reducción de errores por secuencia incorrecta u omisión
Autonomía	Mayor independencia para completar la práctica
Eficiencia	Mejor aprovechamiento del tiempo de laboratorio
Seguridad	Mayor atención a pasos críticos y precauciones

Nota: (Autores, 2026).

Los resultados indicaron que la realidad aumentada contribuyó a:

- 1) Mejorar la comprensión de los pasos experimentales, al vincular cada acción con su propósito;
- 2) Reducir errores operativos, especialmente en prácticas con secuencias estrictas y manipulación de instrumentos;
- 3) Incrementar la autonomía del estudiante, al disminuir la dependencia del docente para dudas repetitivas;
- 4) Optimizar el tiempo de laboratorio, al disminuir interrupciones por instrucciones no comprendidas;
- 5) Favorecer el cumplimiento de medidas de seguridad, cuando la herramienta incluyó alertas y recordatorios contextualizados.

Se identificó que el efecto positivo fue menor cuando la implementación no se alineó con los objetivos curriculares o cuando la herramienta se introdujo sin inducción previa. En dichos casos, la tecnología se utilizó como elemento adicional, pero no se integró como parte del flujo natural de la práctica.

3.4. Hallazgos complementarios: condiciones de implementación y contexto ecuatoriano

En los estudios con referencia a contextos latinoamericanos y experiencias en Ecuador, se reportó que la adopción de herramientas de realidad aumentada avanzó de manera heterogénea, condicionada por conectividad, disponibilidad de dispositivos y apoyo institucional. Aun así, se observaron resultados promisorios cuando las aplicaciones respondieron a necesidades curriculares concretas y se implementaron con acompañamiento docente (Bellido García et al., 2022; Bermeo-Peñafiel & Naranjo-Sánchez, 2024).

Los factores que se asociaron con implementaciones más favorables se resumieron en los siguientes puntos:

- Integración de la herramienta con la guía oficial de práctica y evaluación;
- Inducción breve sobre el uso de la aplicación antes de iniciar el laboratorio;
- Contenidos visuales alineados a los equipos reales disponibles;

Acompañamiento docente inicial para evitar frustración técnica.

4. Discusión

Los resultados del estudio confirman que la realidad aumentada se consolida como una herramienta pedagógica con potencial para fortalecer el aprendizaje práctico en laboratorios, al integrar instrucciones y visualizaciones directamente sobre el contexto físico. Esta tendencia es consistente con revisiones y síntesis cuantitativas que reportaron ganancias de aprendizaje moderadas y mejoras en el desempeño cuando la intervención se diseñó con criterios pedagógicos claros (Lampropoulos et al., 2022)

Los hallazgos muestran que las aplicaciones con interfaces intuitivas y navegación sencilla favorecieron una experiencia de uso más fluida. Esto coincide con la idea de que la usabilidad debe evaluarse en función de la eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario en su contexto de uso, y que el diseño centrado en el estudiante reduce la carga cognitiva y la frustración técnica (Rebello et al., 2024)

En el desempeño estudiantil, los resultados indican mejoras en la comprensión de los pasos experimentales, mayor precisión durante la manipulación de materiales y reducción de errores de procedimiento, sobre todo en prácticas con secuencias estrictas (Campuzano-Vera et al., 2025). Reportes en laboratorios de química y entornos piloto de ingeniería mostraron patrones similares, al facilitar la interpretación de equipos, señales y parámetros del proceso (Suhail et al., 2024).

El estudio también evidencia limitaciones asociadas a su carácter documental, lo que restringe la generalización de resultados y la estimación precisa de tamaños de efecto por disciplina (Cervantes-García et al., 2025). Además, la evidencia sugiere que la adopción requiere condiciones mínimas de infraestructura y soporte técnico, así como lineamientos para el uso responsable de datos y dispositivos móviles en el aula (Lucio-Ramos, 2025).

5. Conclusiones

El estudio permitió cumplir el objetivo de analizar el uso de la realidad aumentada en prácticas de laboratorio desde la perspectiva de la usabilidad y su relación con el desempeño estudiantil. A partir de los resultados obtenidos, se concluye que esta tecnología aporta valor educativo cuando se integra de manera funcional al desarrollo

de la práctica, orientando al estudiante durante la ejecución de los procedimientos y favoreciendo una comprensión más clara de las actividades experimentales.

Uno de los principales aportes del estudio fue evidenciar que la usabilidad constituye un factor determinante para el impacto educativo de la realidad aumentada. Las herramientas con interfaces intuitivas, navegación sencilla y guías visuales oportunas facilitan la continuidad del trabajo experimental y reducen la carga cognitiva del estudiante. Esto permite que la atención se centre en el razonamiento y la toma de decisiones durante la práctica, lo que se refleja en una ejecución más precisa y segura.

La realidad aumentada contribuye positivamente al desempeño estudiantil, especialmente en la correcta ejecución de procedimientos, la comprensión conceptual y el fortalecimiento de la autonomía. El acompañamiento visual y contextual favorece la reducción de errores operativos y el uso más eficiente del tiempo de laboratorio, aspectos que resultan relevantes en contextos educativos con recursos limitados o alta demanda práctica.

El estudio aporta a la ciencia educativa al reforzar la necesidad de abordar la realidad aumentada como una estrategia didáctica y no solo como una innovación tecnológica. Se concluye que su implementación efectiva depende de una adecuada planificación pedagógica, capacitación docente y adaptación al contexto institucional, lo que abre la posibilidad de futuras investigaciones empíricas orientadas a evaluar su impacto en distintos escenarios educativos.

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.

Referencias Bibliográficas

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Al-Ansi, A. M., Jaboo, M., Garad, A., & Al-Ansi, A. (2023). Analyzing augmented reality and virtual reality recent development in education. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1), 100532. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>
- Avila-Garzon, C., Bacca-Acosta, J., Kinshuk, Duarte, J., & Betancourt, J. (2021). Augmented reality in education: An overview of twenty-five years of research. *Contemporary Educational Technology*, 13(3), ep302. <https://doi.org/10.30935/cedtech/10865>
- Bellido García, R. S., Rejas Borjas, L. G., Cruzata-Martínez, A., & Sotomayor Mancisidor, M. C. (2022). The use of augmented reality in Latin-American engineering education: A scoping review. *Eurasia Journal of Mathematics*,

- Science and Technology Education*, 18(1), em2064.
<https://doi.org/10.29333/ejmste/11485>
- Bermeo-Peñafiel, Y. M., & Naranjo-Sánchez, B. A. (2024). Desarrollo de una aplicación de realidad aumentada para el aprendizaje del ensamblaje de computadoras. *INNOVA Research Journal*, 9(4), 135–151.
<https://doi.org/10.33890/innova.v9.n4.2024.2682>
- Campuzano-Vera, S. E., Alcazar-Espinoza, J. A., Alcazar-Campuzano, M. Z., & Alcazar-Campuzano, J. A. (2025). Transformación de hábitos y actitudes ambientales mediante programas formativos integrales. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 3(3), 416–427. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v3/n3/84>
- Cervantes-García, V. A., Macías-Véliz, J. N., Fuentes-Rendón, M. K., & Patiño-Uyaguari, J. L. (2025). Incidencia de la práctica educativa en el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de educación media en contextos latinoamericanos. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 3(3), 73–82.
<https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v3/n3/61>
- Díaz, M. J., Álvarez-Gallego, C. J., Caro, I., & Portela, J. R. (2023). Incorporating augmented reality tools into an educational pilot plant of chemical engineering. *Education Sciences*, 13(1), 84. <https://doi.org/10.3390/educsci13010084>
- Garzón, J., & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of augmented reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244–260.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001>
- Hernández, D., Bottner, E., Cataldo, F., & Zaragoza, E. (2021). Aplicación de realidad aumentada para laboratorios de química. *Educación Química*, 32(3), 30–37.
<https://doi.org/10.22201/FQ.18708404E.2021.3.68129>
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 9241-11:2018—Ergonomics of human-system interaction—Part 11: Usability: Definitions and concepts*. <https://www.iso.org/standard/63500.html>
- Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., & Diamantaras, K. (2022). Augmented reality and virtual reality in education: Public perspectives, sentiments, attitudes, and discourses. *Education Sciences*, 12(11), 798.
<https://doi.org/10.3390/educsci12110798>
- Lucio-Ramos, Y. J. (2025). Evaluación de modelos pedagógicos basados en neurodidáctica en facultades de educación. *Journal of Economic and Social Science Research*, 5(1), 107–118.
<https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v5/n1/163>
- Lyrath, F., Stechert, C., & Imad-Uddin Ahmed, S. (2023). Application of augmented reality in the laboratory for experimental physics. *Procedia CIRP*, 119, 170–175.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.03.089>
- Mystakidis, S., Christopoulos, A., & Pellas, N. (2022). A systematic mapping review of augmented reality applications to support STEM learning in higher education. *Education and Information Technologies*, 27, 1883–1913.
<https://doi.org/10.1007/s10639-021-10682-1>

- 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, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Rebello, C. M., Deiró, G. F., Knuutila, H. K., Moreira, L. C. D., & Nogueira, I. B. (2024). Augmented reality for chemical engineering education. *Education for Chemical Engineers*, 47, 30–44. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2024.04.001>
- Suhail, N., Bahroun, Z., & Ahmed, V. (2024). Augmented reality in engineering education: Enhancing learning and application. *Frontiers in Virtual Reality*, 5, 1461145. <https://doi.org/10.3389/frvir.2024.1461145>