

9. Realidad aumentada en educación básica: una herramienta para enseñar matemáticas

DARIEL ALEJANDRO HURTADO PLATA*

RAMONA IMELDA GARCÍA LÓPEZ**

OMAR CUEVAS SALAZAR***

RUBÉN EDEL NAVARRO****

JOEL ANGULO ARMENTA*****

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.330.09>

Resumen

El presente artículo aborda una revisión sistemática de literatura sobre el uso de la realidad aumentada (RA) como recurso didáctico en la educación básica, específicamente en el área de matemáticas. Concretamente, se pretende dar respuesta lo siguiente: ¿cuáles son los principales beneficios reportados por los docentes y los estudiantes en relación con el uso de la RA en la enseñanza? ¿Qué desafíos y limitaciones se han identificado en la literatura sobre la implementación de la RA en la educación primaria? Se analizaron 17 estudios empíricos, abarcando el periodo de 2019 a 2024, obtenidos de las bases de datos Google Scholar y ERIC. Estos estudios se centraron específicamente en la enseñanza de las matemáticas en el nivel básico. Las producciones revisadas destacan el impacto transformador de

* Estudiante de maestría. Instituto Tecnológico de Sonora. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3174-7126>

** Doctora. Departamento de Educación del Instituto Tecnológico de Sonora. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0091-3427>

*** Doctor. Departamento de Matemáticas del Instituto Tecnológico de Sonora. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0113-0475>

**** Doctor. Facultad de Pedagogía Universidad Veracruzana. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7066-4369>

***** Doctor. Departamento de Educación del Instituto Tecnológico de Sonora. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4335-3167>

esta tecnología que mejora la comprensión conceptual y aumenta la motivación de los estudiantes a través de experiencias inmersivas.

Palabras clave: *Realidad aumentada, educación básica, matemáticas, recurso didáctico.*

Introducción

A medida que la tecnología y, en especial el internet, permean todos los ámbitos sociales y económicos, su papel en términos de innovación, crecimiento y desarrollo se transforma. El desarrollo tecnológico ha influenciado directamente diferentes ámbitos de la sociedad, cambiando la escena educativa. El uso de las tecnologías de la información conocimiento y aprendizajes digitales (TICCAD) ha sido parte fundamental en la vida de los ciudadanos de las últimas generaciones, quienes se han desarrollado en entornos en los que la tecnología y los medios digitales se vuelven casi indispensables para la vida. Por ello, uno de los objetivos de la Agenda Educativa Digital (Secretaría de Educación Pública, 2021) es garantizar que todas las niñas, los niños, los adolescentes y jóvenes adquieran habilidades, saberes y competencias digitales para la sociedad del siglo XXI. En los últimos años, los avances tecnológicos han propiciado la aparición de herramientas emergentes en el ámbito educativo que buscan mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Entre ellas destacan los entornos virtuales, los recursos digitales en línea, la inteligencia artificial, la gamificación y, en el caso específico de este estudio, el uso de la realidad aumentada (RA).

Jindal (2024) define la RA como una tecnología que integra elementos digitales en el entorno físico, creando una experiencia visual enriquecida que intensifica la percepción del usuario y amplía su interacción con el mundo real. Esta tecnología suele ser accesible a través de dispositivos como tabletas, teléfonos inteligentes y gafas de RA, permitiendo a los usuarios visualizar e interactuar con contenido digital superpuesto en su entorno real.

Wen *et al.* (2023) demuestran que la RA mejora significativamente las habilidades de aprendizaje autodirigido y fomenta el pensamiento creativo al permitir que los estudiantes visualicen y manipulen objetos virtuales en

entornos del mundo real. Mientras que Altmeyer *et al.* (2020) indican que las experiencias con RA suponen una experiencia de aprendizaje más efectiva en comparación con los métodos tradicionales, por su capacidad de integrar información virtual con experimentación física de manera especialmente continua. En general, la integración de esta tecnología fortalece la comprensión conceptual, fomenta el aprendizaje autodirigido y estimula el pensamiento creativo, convirtiendo la RA en una herramienta educativa valiosa para el aprendizaje en áreas STEM.

Muchos estudiantes luchan por entender conceptos de aprendizaje y aplicar material en la vida real. La implementación de RA tiene como objetivo atender estas dificultades, pero requiere superar barreras como la accesibilidad tecnológica, la formación del profesorado y la integración curricular (Sihotang, 2024). La compra de dispositivos especiales necesarios para usar RA puede superar el presupuesto de varias instituciones educativas. Además, como cualquier tecnología avanzada, la RA no está exenta de problemas técnicos, ya que pueden surgir fallos de *software*, errores de *hardware* e incompatibilidades con los sistemas actuales de la escuela, lo que interfiere con el aprendizaje y puede requerir tiempo y dinero adicional para solucionarlos.

La RA está transformando la manera de enseñar y aprender, permitiendo a los estudiantes explorar temas complejos en un entorno que fusiona lo digital con lo real, convirtiendo el aprendizaje en una experiencia inmersiva e interesante (Liu *et al.*, 2024). Esto abre puertas a nuevas formas de aprendizaje activo y atractivo. Sin embargo, aunque sus beneficios en términos de interacción y creatividad son claros (Constante *et al.*, 2019), también presenta retos importantes, especialmente en escuelas con recursos limitados. El verdadero valor de la RA en la educación dependerá de cómo las instituciones logren hacer frente a estos desafíos logísticos y técnicos, equilibrando el acceso y la funcionalidad. Sólo así esta tecnología pasará de ser una innovación interesante a una herramienta efectiva que realmente aporte valor a la experiencia educativa de cada estudiante.

La implementación de tecnologías emergentes ha generado un creciente interés por su potencial para transformar la enseñanza y el aprendizaje. Sin embargo, en el ámbito de la educación primaria, el impacto de la RA como recurso didáctico en el apoyo de las matemáticas aún no ha sido suficientemente explorado. La relevancia de este análisis radica en su aplicación

en este nivel educativo, donde las metodologías juegan un papel fundamental en el desarrollo inicial del aprendizaje. Esta revisión sistemática permite analizar y organizar el conocimiento existente sobre el uso de la RA en este contexto; además de identificar tanto los beneficios como los desafíos de integrar esta tecnología en la educación primaria, sentando así las bases para futuras investigaciones y estrategias pedagógicas efectivas.

Con base en lo anterior, las preguntas que guían este estudio son:

- ¿Cuáles son los principales beneficios reportados por los docentes y los estudiantes en relación con el uso de la RA en la enseñanza?
- ¿Qué desafíos y limitaciones se han identificado en la literatura sobre la implementación de la RA en la educación primaria?
- ¿Cuáles son las tendencias actuales en el uso de la RA en la educación, según la literatura revisada?
- ¿Qué recomendaciones se han propuesto para optimizar la integración de la RA en los entornos educativos?

Al abordar las preguntas formuladas se busca proporcionar una visión clara y fundamentada sobre el estado actual de la RA en la educación primaria, facilitando así la identificación de oportunidades y áreas de mejora. Esto no sólo contribuirá al desarrollo de estrategias pedagógicas efectivas, sino que también podría apoyar la formación de docentes y el diseño de políticas educativas que maximicen el potencial de la RA en el aula.

Metodología

Las revisiones sistemáticas son investigaciones científicas que integran objetivamente los resultados de estudios empíricos para establecer el estado del arte en un campo (Sánchez, 2010). Estas revisiones permiten sintetizar el conocimiento, identificar futuras prioridades de investigación, responder preguntas que estudios aislados no abordan, señalar problemas en estudios previos y evaluar teorías sobre fenómenos específicos (Page *et al.*, 2021).

El presente estudio supone una revisión sistemática referente al uso de la RA como un recurso didáctico especialmente aplicado en educación

básica en el área de matemáticas. Se realizó una búsqueda preliminar con el fin de encontrar evidencia relevante sobre el uso de la RA como recurso didáctico; la búsqueda se fundamenta en autores como Milgram *et al.* (1995), quienes introducen el concepto de “realidad mixta” sentando las bases teóricas para la RA y su aplicación en diversos campos, incluyendo la educación. También Azuma (1997) realiza un estudio en el que explora las diversas aplicaciones de la RA y destaca los avances de esta tecnología y la importancia de seguir explorando e innovando con el uso de la RA para aprovechar plenamente su potencial en diversas áreas.

Las palabras utilizadas para la búsqueda fueron las siguientes: realidad aumentada, recurso didáctico, educación básica y matemáticas, con las cuales se realizó la recopilación de estudios mediante una estrategia de búsqueda: “realidad aumentada” AND “recurso didáctico” AND “educación básica” AND “matemáticas”, y en inglés, “augmented reality” AND “teaching resource” AND “primary education” AND “mathematic”.

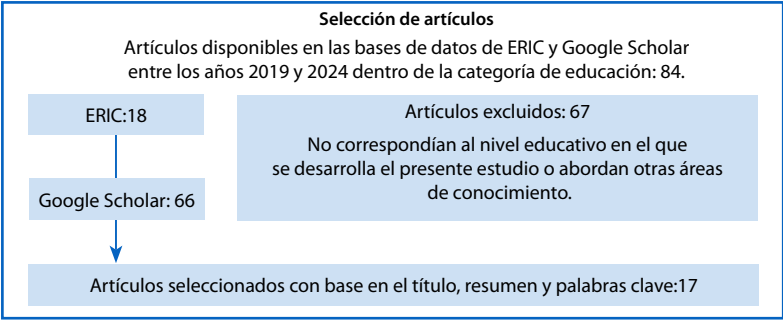
En la selección de artículos se provocó que cumplieran con los siguientes criterios:

1. Artículos de revistas académicas, capítulos de libros y ponencias en bases de datos como ERIC y Google Scholar. Este criterio asegura que la información provenga de fuentes confiables y revisadas por pares, manteniendo así la calidad académica del estudio. Las bases de datos seleccionadas son reconocidas en el ámbito educativo, lo cual garantiza que los artículos han sido rigurosamente revisados y son relevantes para la investigación sobre la RA.
2. Artículos publicados de 2019 a 2024.
3. Artículos que hagan referencia, bien en su título, resumen o palabras clave, al uso de la RA.
4. Estudios enfocados en la educación básica y en la enseñanza de las matemáticas.
5. Artículos en idioma español e inglés.

El proceso de selección de artículos se realizó con base en los criterios expuestos y eliminando aquellos que coincidían en ambas bases de datos y eran objeto de estudio a partir de la primera selección. Tras la definición de

palabras clave, estrategia de búsqueda y sus criterios de selección se llegó a una muestra final de 17 estudios (véase figura 1).

Figura 1. Proceso para la obtención de la muestra de estudio

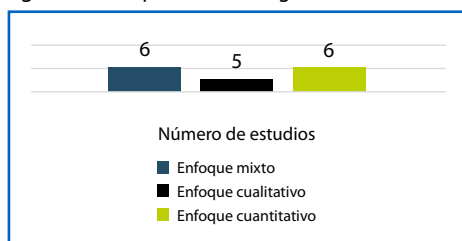


Fuente: elaboración propia. Diagrama del proceso de selección de artículos adaptado del modelo PRISMA.

Para abordar el contenido de cada una de las investigaciones consultadas y después de pasar por los criterios de elegibilidad, se recopiló la información más relevante para la comparación de estudios, a partir de objetivo o pregunta de investigación, enfoque metodológico, participantes, principales resultados y conclusiones.

Resultados

Los estudios mencionados aquí reflejan una diversidad metodológica que abarca enfoques cuantitativos, cualitativos y mixtos (véase figura 2). Los enfoques cuantitativos predominan en estudios descriptivos y explicativos, con diseños tanto experimentales como cuasiexperimentales que buscan identificar relaciones causales. Los estudios cualitativos, en cambio, exploran contextos y profundizan en los significados a través de casos específicos, revisiones narrativas y sistemáticas, usando marcos estructurados como PRISMA para garantizar rigor en el análisis de la literatura. Los enfoques mixtos integran estas metodologías, destacando en revisiones y en estudios de usabilidad de aplicaciones, en los que se combina el análisis estadístico con la interpretación cualitativa, lo cual refleja un esfuerzo por abordar el qué y el cómo en las investigaciones.

Figura 2. *Enfoques metodológicos de los estudios*

Fuente: elaboración propia.

En el análisis de los 17 artículos se observa un creciente interés por el uso de esta tecnología en contextos educativos de diversas regiones del mundo, lo que evidencia una clara tendencia global. Los estudios provienen de Asia (China, Indonesia, Malasia y Turquía), Europa (España, Chipre y Grecia), América Latina (Ecuador, Colombia y México), además de Estados Unidos y Marruecos. De esta manera, se cubre una amplia variedad de contextos culturales y educativos. La mayoría de los países tiene un solo estudio: China, España, Ecuador, Chipre, Malasia, Turquía, Marruecos, Grecia y Estados Unidos. Sin embargo, Indonesia y Colombia destacan con tres estudios cada uno, mientras que México cuenta con dos investigaciones.

El uso de la RA en educación se ha investigado a nivel mundial, con enfoques variados que van desde la motivación y el desarrollo de competencias hasta el aprendizaje de disciplinas específicas. La amplia distribución geográfica de estos estudios sugiere que la RA es vista como una herramienta prometedora para abordar desafíos educativos en diversos contextos culturales y económicos.

América Latina tiene una notable representación, particularmente en Colombia y en México, donde se están explorando aplicaciones de la RA para mejorar el aprendizaje en diversas áreas, como ciencias y matemáticas, al igual que en la creación de materiales didácticos interactivos. Esto sugiere un interés por encontrar soluciones educativas innovadoras que superen limitaciones de recursos o fomenten un aprendizaje activo en estos países.

Entre 2019 y 2024, la investigación sobre la RA en contextos educativos ha mostrado un crecimiento sostenido a nivel global (véase figura 3), lo cual revela un interés cada vez mayor en esta tecnología como herramienta para

transformar el aprendizaje y adaptarse a diversas necesidades pedagógicas. Durante los primeros años, entre 2019 y 2020, la RA fue explorada y adaptada en la educación; posteriormente, entre 2021 y 2023, la investigación se expandió y en 2024 se observa una consolidación en el uso de la RA, destacándose su valor como recurso para enriquecer la enseñanza en múltiples regiones del mundo.

Figura 3. Estudios por año (2019-2024)



Fuente: elaboración propia.

Esta revisión se enfoca principalmente en estudios realizados en educación básica, en específico en el área de matemáticas. A pesar del creciente auge de la programación en todas las etapas educativas, muchos estudios aún consideran la programación como una actividad técnica, reservada para el ámbito universitario o relacionada exclusivamente con la informática. No obstante, con el paso del tiempo, la implementación de lenguajes de programación ha ganado relevancia en todas las etapas del sistema educativo, lo que ha generado la necesidad de adaptarlos a las capacidades cognitivas de los estudiantes, de acuerdo con su nivel de aprendizaje.

El uso de la RA en la educación ha demostrado ser un recurso valioso para mejorar tanto la comprensión como el interés de los estudiantes en matemáticas. Por ejemplo, Cai *et al.* (2019) estudiaron el impacto de aplicaciones de RA en el aprendizaje del tema de probabilidad en estudiantes de séptimo grado; concluyeron que los alumnos no sólo lograron avances significativos en su aprendizaje, sino que también valoraron la experiencia como motivadora y eficaz. Flores-Bascuñana *et al.* (2019) encontraron que la RA, aplicada a la enseñanza de formas geométricas 3D en sexto grado, mejoró la comprensión de conceptos geométricos y motivó a los estudiantes, aunque ciertos aspectos de memorización necesitaron más atención. En un contexto

más inclusivo, Kellems *et al.* (2020) usaron RA combinada con videos instructivos para estudiantes de secundaria con discapacidades de aprendizaje y reportaron que la herramienta los ayudó a adquirir confianza en sus habilidades matemáticas.

A pesar de sus múltiples beneficios, la implementación de la RA en la educación primaria presenta desafíos significativos. Flores-Bascuñana *et al.* (2019) señalaron que si bien la RA mejora la comprensión conceptual, aún enfrenta limitaciones en términos de apoyo a la memorización. Este aspecto es especialmente relevante en la educación primaria, donde el desarrollo de habilidades de retención es crucial. A su vez, el estudio de Ahmad y Junaini (2020) identificó que aunque la RA tiene un gran potencial en la enseñanza de matemáticas, hay problemas de aprendizaje específicos y dificultades técnicas que podrían interferir en su implementación efectiva en el aula.

Las tendencias actuales en el uso de la RA en la educación revelan una creciente integración de aplicaciones móviles y entornos interactivos en el aprendizaje de matemáticas y ciencias. Cahyono *et al.* (2020) implementaron un programa de senderos matemáticos móviles en octavo grado que permitió a los estudiantes vincular conceptos matemáticos con situaciones del mundo real, mejorando así sus habilidades de modelado matemático. Yaniawati *et al.* (2023) observaron que la RA puede ser particularmente útil durante crisis, como la pandemia de la COVID-19, al facilitar un aprendizaje flexible que puede integrarse con métodos tradicionales. Además, Hernández-González *et al.* (2023) reportaron que la combinación de RA y realidad virtual (RV) para enseñar geometría incrementó la comprensión de conceptos como vértices y aristas, por lo cual sugieren que ambas tecnologías ofrecen experiencias enriquecedoras en la enseñanza de sólidos geométricos.

Para optimizar la implementación de la RA en la educación, diversos estudios han propuesto recomendaciones basadas en sus hallazgos. Ahmad y Junaini (2020) sugieren la necesidad de una investigación continua para superar las limitaciones técnicas y de aprendizaje en su uso. Martínez *et al.* (2021) destacaron que la RA no sólo facilita la comprensión, sino que también promueve la aplicación de las matemáticas a problemas reales; al respecto, comentan que su uso debe orientarse hacia escenarios prácticos y contextualizados.

Finalmente, Ovalle y Vásquez (2020), Olvera y Gea (2021) y Escobar (2024) destacan la motivación generada en estudiantes y subraya la importancia de diseñar metodologías que incluyan RA y neurodidáctica, ajustadas a los contextos educativos específicos, especialmente en niveles iniciales donde el aprendizaje puede beneficiarse de herramientas interactivas y visuales.

Discusión

Estos estudios en conjunto resaltan el potencial de la RA como una herramienta transformadora en el aprendizaje, al ofrecer experiencias educativas más inmersivas y motivadoras en diversas etapas y contextos educativos. La mayoría de las investigaciones destacan que la RA no sólo mejora la comprensión conceptual, ya sea en probabilidad, geometría o funciones matemáticas, sino que también aumenta la motivación y el interés de los estudiantes. Por ejemplo, los estudios de Cai *et al.* (2019), Flores-Basculana *et al.* (2019) y Hernández-González *et al.* (2023) señalan un impacto positivo en la motivación y en la interacción de los estudiantes con conceptos matemáticos a través de experiencias visuales y manipulativas.

Asimismo, estudios como los de Kellems *et al.* (2020) y Demitriadou *et al.* (2020) muestran que la RA facilita la comprensión y el dominio de temas complejos, lo que sugiere que esta tecnología promueve una enseñanza más efectiva en matemáticas en comparación con métodos tradicionales. Aunque todos los estudios apuntan a los beneficios de la RA, cada uno se enfoca en distintos niveles educativos, áreas de las matemáticas y métodos de aplicación.

La RA muestra un gran potencial para transformar la enseñanza de las matemáticas, proporcionando experiencias activas y motivadoras que facilitan la comprensión de conceptos complejos. Su adaptabilidad permite su aplicación en distintos contextos y niveles educativos, desde la enseñanza de probabilidades hasta la resolución de problemas en situaciones reales. Esta versatilidad destaca su utilidad en el aula, aunque también subraya la necesidad de investigaciones futuras que examinen su efectividad a largo plazo, especialmente en el desarrollo integral de competencias matemáticas y habilidades críticas en los estudiantes.

Conclusiones

La revisión sistemática presentada pone de relieve el papel transformador de la RA en la educación, en especial en la enseñanza de las matemáticas en la educación básica. A medida que la tecnología continúa evolucionando, su integración en el aula ha demostrado no sólo mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes, sino también aumentar su motivación y su interés en el aprendizaje. Las evidencias de estudios recientes sugieren que la RA, al proporcionar experiencias inmersivas e interactivas, fomenta un aprendizaje más activo y atractivo, lo que es especialmente relevante en un contexto educativo que busca innovar y adaptarse a las necesidades del siglo XXI.

Dando respuesta a las preguntas que guían este estudio se destaca que los principales beneficios asociados con el uso de la RA en la enseñanza incluyen un aumento en la motivación y el compromiso de los estudiantes, la mejora en la comprensión de conceptos complejos a través de representaciones visuales y la posibilidad de personalizar el aprendizaje. Diferentes estudios han reportado que la RA facilita la creación de experiencias de aprendizaje más dinámicas y atractivas, lo que favorece la retención del conocimiento y el desarrollo de habilidades críticas y creativas.

A pesar de sus ventajas, la implementación de la RA en la educación primaria presenta desafíos en los que se destaca la falta de formación y capacitación adecuada para los docentes, la necesidad de recursos tecnológicos pertinentes y la resistencia al cambio por parte de algunos educadores. Además, existen limitaciones en la infraestructura tecnológica en muchas instituciones educativas, lo que puede dificultar el acceso a estas herramientas.

Las tendencias actuales en el uso de la RA en la educación incluyen el desarrollo de aplicaciones más accesibles y amigables para los usuarios, la integración de la RA con otras tecnologías emergentes y el aumento en la colaboración entre instituciones educativas y empresas tecnológicas para crear recursos educativos innovadores. Para optimizar la integración de la RA en los entornos educativos se recomienda proporcionar formación continua y adecuada a los docentes, asegurando que se sientan cómodos y competentes en el uso de estas tecnologías. También es esencial desarrollar y

adaptar los currículos educativos para incluir la RA de manera efectiva y alineada con los objetivos de aprendizaje. Además, se sugiere fomentar la colaboración entre educadores, investigadores y desarrolladores de tecnología para crear recursos didácticos que respondan a las necesidades específicas de los estudiantes.

Es crucial que las futuras investigaciones se enfoquen no sólo en la eficacia de la RA como recurso didáctico, sino también en cómo maximizar su integración en entornos con recursos limitados. Esto permitirá no sólo enriquecer la experiencia educativa, sino también contribuir a la formación integral de los estudiantes, para preparar así a las futuras generaciones a enfrentar los retos de un mundo cada vez más digital. La RA se consolida como una herramienta valiosa para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, con un potencial transformador que puede ser plenamente aprovechado si se abordan adecuadamente los desafíos y se implementan soluciones efectivas.

Referencias

- Ahmad, N., y Junaini, S. (2020). Augmented reality for learning mathematics. *A Systematic Literature Review. iJET*, 16(15), 106-122. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i16.14961%0d>
- Altmeyer, K., Kapp, S., Thees, M., Malone, S., Kuhn J., y Brünken, R. (2020). The use of augmented reality to foster conceptual knowledge acquisition in STEM laboratory courses: Theoretical background and empirical results. *British Journal of Educational Technology*, 51(3), 611-628. <https://doi.org/10.1111/bjet.12900>
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *In Presence. Teleoperators and Virtual Environments*, 4(6), 355-385. <https://www.hitl.washington.edu/people/tfurness/courses/inde543/READINGS-03/OTHER/Azumapaper.pdf>
- Cahyono, A., Sukestiyarno, Y., Asikin, M., Ahsan, M., y Ludwig, M. (2020). Learning mathematical modelling with augmented reality mobile math trails program: How can It work? *Journal on Mathematics Education*, 11(2), 181-192. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1252004>
- Cai, S., Liu, E., Shen, Y., Liu, C., Li, S., y Shen, Y. (2019). Probability learning in mathematics using augmented reality: impact on student's learning gains and attitudes. *Interactive Learning Environments*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1696839>
- Constante, P., Chimbo, C., Jiménez, V., y Gordon, A. (2019). Realidad aumentada con asistente robótico para el mejoramiento del aprendizaje en niños de educación primaria. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 20, 566-577. <https://www.pro->

- quest.com/openview/8c7fe4ee58180ed3a0cf3e9d7edfb9d4/1.pdf?pq-origsite=gscholarycl=1006393
- Demitriadou, E., Stavroulia, K. E., y Lanitis, A. (2020). Comparative evaluation of virtual and augmented reality for teaching mathematics in primary education. *Education and information technologies*, 25(1), 381-401. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09973-5>
- Escobar, J. A. C. (2024). Realidad aumentada: estrategia didáctica para el desarrollo de competencias matemáticas. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 4(9), 29-43. <https://doi.org/10.53595/rlo.v4.i9.088>
- Flores-Bascuñana, M., Diago, P., Villena-Taranilla, R., y Yáñez, D. (2019). On augmented reality for the learning of 3D-geometric contents: A preliminary exploratory study with 6-grade primary students. *Education Sciences*, 10(1), 4. <https://doi.org/10.3390/educsci10010004>
- Hernández-González, L., Soberanes-Martín, A., y Martínez, M. (2023). Geometría aumentada: desarrollo de un objeto de aprendizaje con realidad mixta usando la metodología Dicrevoa 2.0. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(27). <https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1721>
- Jindal, A. (2024). Augmented reality applications in mechanical system design and prototyping. *Deleted Journal*, 12(3), 1-13. <https://doi.org/10.36676/dira.v12.i3.51>
- Kellems, R., Eichelberger, C., Cacciatore, G., Jensen, M., Frazier, B., Simons, K., y Zaru, M. (2020). Using video-based instruction via augmented reality to teach mathematics to middle school students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 53(4), 277-291. <https://doi.org/10.1177/0022219420906452>
- Liu, S., Yang, J., Jin, H., Liang, A., Zhāng Q., Xing, J., Liu, Y., y Li, S. (2024). Exploration of the application of augmented reality technology for teaching spinal tumor's anatomy and surgical techniques. *Frontiers in Medicine*. 11. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1403423>
- Martínez, O. M., Mejía, E., Ramírez, W. R., y Rodríguez, T. D. (2021). Incidencia de la realidad aumentada en los procesos de aprendizaje de las funciones matemáticas. *Información Tecnológica*, 32(3), 3-14. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000300003>
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., y Kishino, F. (1995). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Proceedings of the SPIE*, 2351, 282-292. <https://doi.org/10.1117/12.197321>
- Olvera, Y., y Gea, M. (2021). La realidad aumentada y los medios digitales basados en neurodidáctica aplicados a la educación preescolar. En Y. Olvera y M. Gea. *Neuroeducación de lo científico a lo práctico* (pp. 95-124). <https://es.studenta.com/content/127689770/libro-neuroeducacion-de-la-teoria-a-la-p>
- Ovalle, S. A., y Vásquez, J. N. (2020). Realidad aumentada, una herramienta para la motivación en el aprendizaje de la geometría. *Conrado*, 16(75), 56-60. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442020000400056yscript=sci_arttext
- Page, M., McKenzie, J., Bossuyt P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville J., Grimshaw J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L., Stewart, L., Thomas, J., Tricco, A., Welch, A., Whiting, P., y Moher, D. (2021). Declaración PRISMA

- 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://www.revespcardiol.org/es-declaracion-prisma-2020-una-guia-articulo-S0300893221002748>
- Sánchez, J. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática y un metaanálisis. *Aula Abierta*, (38), 53-64. <http://hdl.handle.net/11162/5126>
- Secretaría de Educación Pública. (2020). *Agenda Digital Educativa 2020*. SITEAL. <https://siteal.iiep.unesco.org/bdnp/3507/agenda-digital-educativa-2020>
- Sihotang, S. F. (2024). Implementasi augmented reality (ar) di perguruan tinggi menggunakan uji-t berpasangan. *Jurnal Lebesgue*, 5(2), 1115-1125. <https://doi.org/10.46306/lb.v5i2.656>
- Wen, Y., Wu, L., He, S., Hsien-Ern, N., Chong, B., Kit, C. y Cai, Y. (2003) Integrating augmented reality into inquiry-based learning approach in primary science classrooms. *Education Tech Research Dev*. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10235-y>
- Yaniawati, P., Indrawan, R., y Mubarika, M. P. (2023). The potential of mobile augmented reality as a didactic and pedagogical source in learning geometry 3D. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 4-22. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1391784>