

## 6. Aprendizaje STEM: realidad aumentada y autoeficacia percibida en estudiantes

JOSÉ MIGUEL PAYÁN-IBARRA\*

SONIA VERÓNICA MORTIS LOZOYA\*\*

ELIZABETH DEL HIERRO PARRA\*\*\*

OMAR CUEVAS SALAZAR\*\*\*\*

FRANCISCO JAVIER ÁLVAREZ RODRÍGUEZ\*\*\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.330.06>

### Resumen

La realidad aumentada (RA) es una tecnología emergente con aplicaciones significativas en la educación. Esta revisión sistemática tiene como objetivo analizar la influencia de la RA en la autoeficacia de los estudiantes, que es la creencia que tiene sobre su capacidad para organizar y ejecutar acciones dirigidas al logro de objetivos específicos (Bandura, 1977; Pajares, 1996; Gist y Mitchell, 1992) en contextos STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), sintetizando la evidencia disponible entre 2018 y 2024. El estudio se desarrolló con un enfoque cualitativo y tipo documental, empleando la metodología de Barbosa *et al.* (2013) y utilizando bases de datos académicas como ProQuest, PubMed, Google Académico y ResearchGate. Los criterios de inclusión abarcaron: 1) estudios empíricos que exploran el uso de la RA en educación STEM, 2) investigaciones publicadas en español

---

\* Estudiante de maestría. Instituto Tecnológico de Sonora. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4026-7814>

\*\* Doctora. Departamento de Educación del Instituto Tecnológico de Sonora. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7020-2308>

\*\*\* Doctora. Departamento de Educación del Instituto Tecnológico de Sonora. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8450-5537>

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

\*\*\*\*\* Doctor. Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6608-046X>

o inglés, y 3) análisis de impacto en la autoeficacia de los estudiantes. Para organizar la información, los estudios se agruparon según el nivel educativo, el enfoque metodológico, la región, la población objetivo y los principales resultados. Se identificaron 39 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión, la mayoría enfocados en educación superior y secundaria, y con predominancia de métodos cuantitativos. Los hallazgos destacan que la RA fomenta la motivación y la percepción positiva del aprendizaje, especialmente en actividades prácticas. Sin embargo, los beneficios de la RA dependen del tipo de actividad, el nivel de experiencia previa de los estudiantes y la infraestructura disponible. Se recomienda ampliar el análisis a niveles educativos adicionales e incluir perspectivas de docentes para una comprensión integral del impacto de la RA en la educación.

**Palabras clave:** *Realidad aumentada, educación STEM, autoeficacia, revisión sistemática, tecnología educativa.*

## Introducción

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología emergente que ha encontrado aplicaciones innovadoras en el ámbito educativo, mejorando la experiencia de aprendizaje mediante la integración de elementos virtuales en el entorno real. Su incorporación en la educación es particularmente relevante en el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), donde se ha observado un impacto positivo en la comprensión conceptual y la autoeficacia percibida de los estudiantes que influye en su motivación, su esfuerzo y su persistencia. Esto permite anticipar el rendimiento y las dificultades que podrían enfrentar (Atmojo *et al.*, 2021; Su *et al.*, 2022). La capacidad de la RA para generar entornos de aprendizaje interactivos facilita una experiencia inmersiva que promueve el desarrollo de habilidades, como el pensamiento crítico y la resolución de problemas, elementos clave en la educación STEM.

A pesar de su potencial, en México existe una escasez de estudios que aborden la relación entre la RA y la autoeficacia en el contexto educativo. Esta falta de investigación limita la comprensión sobre cómo esta tecnología puede influir en la confianza de los estudiantes para enfrentarse a tareas

complejas, así como en su capacidad para desarrollar competencias clave en entornos educativos. Es necesario abordar esta brecha para generar evidencia que respalde su implementación y para comprender mejor los desafíos y los beneficios específicos que presenta en el contexto nacional.

El objetivo de esta revisión sistemática es analizar cómo se ha desarrollado el estudio sobre el uso de la RA en relación con la autoeficacia en estudiantes, específicamente en el enfoque STEM. Al examinar estudios previos, este trabajo pretende identificar los beneficios y los desafíos que la RA presenta en términos de motivación, desempeño académico y autoeficacia, buscando comprender cómo estas experiencias pueden influir en la confianza de los estudiantes para abordar materias complejas y desarrollar competencias clave.

La metodología de Barbosa es particularmente adecuada para tratar temas relacionados con la tecnología y aspectos sociocognitivos debido a su enfoque holístico, que se divide en fases heurísticas (recolección de información) y hermenéuticas (análisis e interpretación). Esto permite explorar de manera profunda cómo las tecnologías influyen en el aprendizaje y la percepción de los estudiantes, al tiempo que facilita un análisis crítico de experiencias, motivaciones y barreras (Barbosa *et al.*, 2013).

## Desarrollo

Esta revisión sistemática se realizó con base en la metodología de Barbosa *et al.* (2013). Esta metodología se divide en dos fases principales: la fase heurística para la recopilación de fuentes de información y la fase hermenéutica para el análisis e interpretación de los datos. La implementación de esta revisión busca responder a la pregunta: ¿cómo afecta el uso de la realidad aumentada en la autoeficacia de los estudiantes en contextos educativos y su integración en el enfoque STEM?

### Fase heurística

Para desarrollar esta revisión sistemática se utilizaron criterios específicos para la búsqueda de información científica, asegurando que los estudios

seleccionados fueran relevantes y pertinentes al tema de investigación. Las palabras clave “realidad aumentada”, “autoeficacia” y “STEM en educación” guiaron la búsqueda en bases de datos académicas como ProQuest, PubMed y ResearchGate, entre otras. Los estudios fueron filtrados por criterios de inclusión que abarcan investigaciones empíricas desde la educación básica hasta la educación superior, y que proporcionaran resultados sobre los efectos de la RA en la autoeficacia y el aprendizaje en el contexto educativo.

Este protocolo se conformó por cinco constructos iniciales. En esta revisión sistemática se incluyó un sexto constructo, conformando finalmente seis componentes: *a)* idioma de las fuentes de información, *b)* lapso de tiempo, *c)* zona geográfica cubierta (este es el constructo adicional), *d)* términos de búsqueda, *e)* fuentes de provisión de información y *f)* estrategias específicas para la búsqueda de dichas fuentes (véase tabla 1).

Tabla 1. *Protocolo de búsqueda de fuentes de información*

| Idioma                         |                                            | Español e inglés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Periodo de tiempo              |                                            | 2018 a 2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Zona geográfica                |                                            | Mundial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Términos/<br>palabras<br>clave | Individuales                               | Realidad aumentada; Aprendizaje STEM, educación STEAM, autoeficacia; tecnología educativa; innovación en educación; competencias digitales; motivación académica.<br>Augmented reality; STEM learning; STEAM education; perceived self-efficacy; educational technology; educational innovation; digital competencies; academic motivation; critical thinking; immersive learning.         |
|                                | Combinación con operadores booleanos       | “Realidad aumentada” AND “aprendizaje STEM”, “educación STEAM” OR “tecnología educativa” AND “autoeficacia percibida”, “realidad aumentada” AND “autoeficacia” AND “estudiantes”, “competencias digitales” AND “aprendizaje inmersivo”, “innovación en educación” AND (“autoeficacia” OR “motivación académica”), “realidad aumentada” AND (“pensamiento crítico” OR “competencias STEM”). |
| Recursos de información        |                                            | a) Base de datos: ProQuest, Elsevier, PubMed, Redalyc, ResearchGate, Scribd, Springer Link;<br>b) Google Académico                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Estrategias                    | De generación de términos o palabras clave | Combinación entre palabras clave y títulos, artículos, tesis y ponencias.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                | De búsqueda                                | a) Selección de repositorios, búsqueda y análisis de los resultados obtenidos.<br>b) Búsquedas booleanas.<br>c) Revisión científica de los artículos, tesis de licenciatura, maestría y doctorado.                                                                                                                                                                                         |

Fuente: elaboración propia.

## Fase hermenéutica

En la fase hermenéutica se tomaron en cuenta varios aspectos, tales como los datos generales, los objetivos del estudio, la metodología empleada en cada artículo, así como el análisis de los principales resultados y conclusiones obtenidos (véase tabla 2).

Tabla 2. *Formato para la recolección de información*

| Referencias                                             | Datos generales                                                                   | Objetivo                                             | Metodología                           | Contenido                                                                         |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Referencias de la fuente de información en formato APA. | Tipo de documento, año de publicación, región donde se publicó y nivel educativo. | Objetivo general, propósito u objetivos del estudio. | Metodología utilizada, participantes. | Principales resultados obtenidos y/o las conclusiones más relevantes del estudio. |

Fuente: elaboración propia.

Además, se elaboró un segundo protocolo con cuatro elementos: *a)* normas específicas de revisión, *b)* criterios de exclusión, *c)* criterios de inclusión y *d)* estrategia para la extracción y análisis de datos (véase tabla 3).

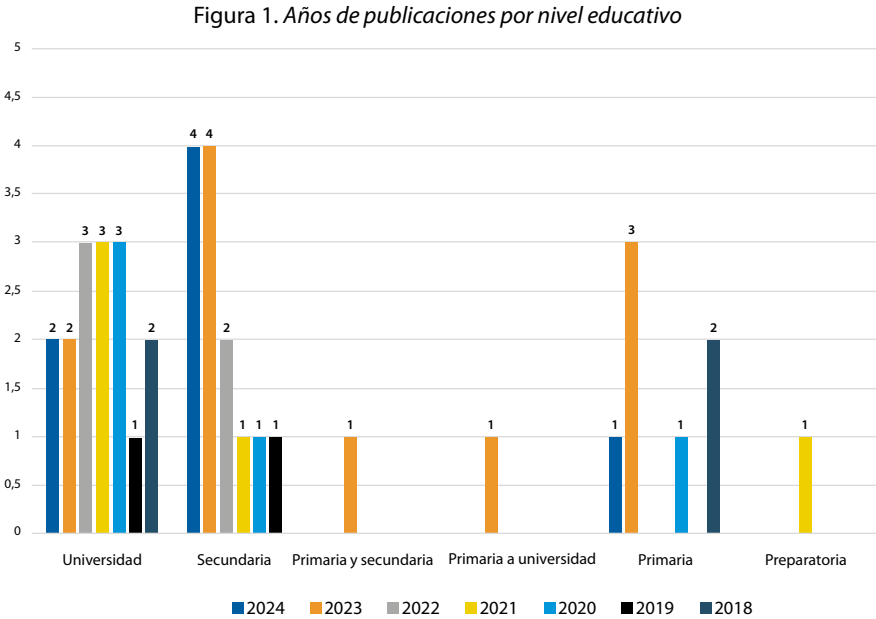
Tabla 3. *Protocolo de revisión, exclusión e inclusión de artículos de información*

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Normas de revisión                            | Análisis del objeto de estudio: uso de la RA, beneficios de la RA, STEAM y las competencias desarrolladas ante la RA, la RA y la autoeficacia de los estudiantes. Revisión de las fuentes de información, objetivos de estudio, fechas de publicación de la fuente primaria, adquisición de los trabajos completos. Efectuar una lectura del resumen, introducción, método y principales conclusiones de la publicación, como estrategia de inclusión o inclusión en el estudio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Criterios de exclusión                        | Publicaciones con ausencia de componente STEAM.<br>Publicaciones que no contengan información de interés<br>Publicaciones no empíricas<br>Publicaciones de baja calidad metodológica.<br>Publicaciones que no correspondan al periodo de tiempo establecido.<br>Publicaciones que no incluyan resultados sobre alumnos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Criterios de inclusión                        | Publicaciones empíricas.<br>Publicaciones que contengan las variables seleccionadas.<br>Publicaciones que se enfoquen en el área educativa.<br>Publicaciones que contengan resultados sobre alumnos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Estrategias de extracción y análisis de datos | Se elaboró una base de datos en Excel para la revisión documental, que se estructuró en 13 secciones: <i>a)</i> referencias bibliográficas; <i>b)</i> tipo de documento; <i>c)</i> año de publicación; <i>d)</i> pregunta de investigación; <i>e)</i> objetivo de investigación; <i>f)</i> enfoque metodológico; <i>g)</i> región; <i>h)</i> población objeto de estudio; <i>i)</i> alcance; <i>j)</i> nivel educativo; <i>k)</i> principales resultados; <i>l)</i> principales conclusiones; <i>m)</i> repositorio. A partir de este formato, se elaboran varias bases de datos, de acuerdo con nivel educativo (primaria o secundaria) y el tipo de publicación (artículo científico y tesis). Con la información se realizaron tablas y gráficas a partir de los análisis de datos cuantitativos en el programa Excel. |

Fuente: elaboración propia.

Resultados

En la búsqueda de literatura especializada se obtuvieron 39 estudios, publicados desde 2018 hasta 2024, Se notó que la mayor producción científica en la temática de estudio se encuentra en el periodo que va de 2023 a 2024, con 18 estudios publicados. Por otra parte, el nivel educativo más estudiado es la educación superior (véase figura 1).



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los 39 artículos recolectados, 16 se enfocaron en el nivel universitario (41%), siendo éste el nivel educativo más estudiado. Le sigue el nivel de secundaria con 13 estudios (33%), que representa la segunda área con mayor número de investigaciones. En tercer lugar se encuentra el nivel de primaria con siete estudios (18%), y posteriormente, el nivel de preparatoria con un estudio (3%). Además se identificaron dos estudios adicionales: uno (3%) que abarca tanto el nivel de primaria como el de secundaria, y otro (3%) que se extiende desde el nivel de primaria hasta el universitario (véase tabla 4).

Tabla 4. *Artículos y nivel educativo del objeto de estudio*

| Nivel educativo        | Frecuencia | Porcentaje % |
|------------------------|------------|--------------|
| Universidad            | 16         | 41           |
| Secundaria             | 13         | 33.3         |
| Primaria               | 7          | 17.9         |
| Primaria y secundaria  | 1          | 2.6          |
| Preparatoria           | 1          | 2.6          |
| Primaria a universidad | 1          | 2.6          |
| Total                  | 39         | 100          |

Fuente: elaboración propia.

En estos estudios se identificaron dos tesis de posgrado y una tesis doctoral. En cuanto al nivel de secundaria, se llevaron a cabo 13 estudios (33%), dentro de los cuales se incluyó una tesis de maestría. Por su parte, el nivel de primaria contó con siete estudios (19%) y una tesis de posgrado. Adicionalmente, se registraron estudios que abordan niveles combinados. Uno de ellos (3%) abarcó tanto el nivel de primaria como el de secundaria, otro se centró en el nivel de preparatoria (3%), y un último estudio (3%) abarcó desde el nivel de primaria hasta el universitario (véase tabla 5).

Tabla 5. *Nivel educativo por tipo de artículo*

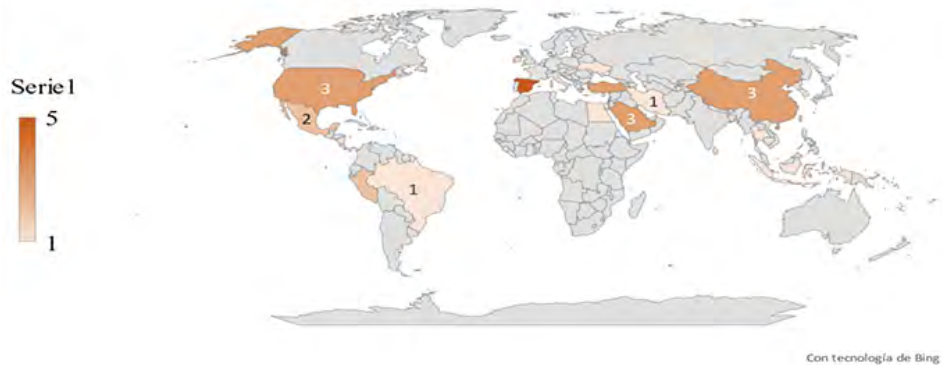
| Nivel educativo        | Artículo científico | Tesis de maestría | Tesis de posgrado | Tesis doctoral | Frecuencia | Porcentaje % |
|------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|----------------|------------|--------------|
| Universidad            | 13                  |                   | 2                 | 1              | 16         | 41           |
| Secundaria             | 11                  | 1                 | 1                 |                | 13         | 33.3         |
| Primaria               | 6                   |                   | 1                 |                | 7          | 17.9         |
| Primaria a universidad | 1                   |                   |                   |                | 1          | 2.6          |
| Preparatoria           |                     |                   | 1                 |                | 1          | 2.6          |
| Primaria y secundaria  | 1                   |                   |                   |                | 1          | 2.6          |
|                        | 32                  | 1                 | 5                 | 1              | 39         | 100          |

Fuente: elaboración propia.

En los estudios localizados que analizan el STEM y el impacto de la RA en la autoeficacia de los participantes, la distribución de artículos varió entre diferentes países. España destaca con siete artículos (17.9%) publicados. Indonesia le sigue con seis artículos (15.4%). Otros países, como Turquía,

Arabia Saudita, China y Estados Unidos contribuyeron con tres artículos cada uno (7.7% cada país). En dos países latinoamericanos, México y Perú, se publicaron dos estudios (5.1%) cada uno. Por último, Brasil, Taiwán, Tailandia, Egipto, Austria, Ucrania, Suiza, Colombia, Chile, Irán e Irlanda aportaron un artículo cada uno (2.6% cada país) (véase figura 2).

Figura 2. Zona geográfica por estudios internacionales publicados



Fuente: elaboración propia.

Los enfoques metodológicos que se presentaron con mayor frecuencia fueron el método cuantitativo, que representa 61.5% (n = 24) de las publicaciones recuperadas, seguido del método mixto, con 28.2% (n = 11). Por último, se encuentra el método cualitativo, que representa e5.1% (n = 2) (véase tabla 6).

Tabla 6. Enfoque metodológico por artículos recolectados

| Enfoque metodológico | Artículos publicados | Porcentaje % |
|----------------------|----------------------|--------------|
| Cualitativo          | 2                    | 5.1          |
| Cuantitativo         | 26                   | 66.6         |
| Mixto                | 11                   | 28.2         |
|                      | 39                   | 100          |

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la recopilación de estudios que coinciden sobre el impacto de la realidad aumentada (RA) en la educación, algunas investigaciones (O'Connor y Mahony, 2023; Alahmari *et al.*, 2023; Cai *et al.*, 2021;

Arymbekov *et al.*, 2024) han explorado diversas aplicaciones de la RA en el aprendizaje, destacando su influencia en la motivación, la autoeficacia y la retención del conocimiento. Además, en otros estudios (Tsekhmister *et al.*, 2022; Cabero-Almenara *et al.*, 2018; Elmeanawy y Elhashmi, 2022) resaltan la importancia de la formación docente y la integración curricular para una implementación efectiva de esta tecnología (véase tabla 7). Esto permite identificar patrones comunes en la literatura y brinda una base para comprender los beneficios y los desafíos de la RA en distintos contextos educativos.

Tabla 7. *Relación de autores sobre la RA en la educación*

| Estudios                                                                                                                             | Relación                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Atmojo <i>et al.</i> , 2021; Tsekhmister <i>et al.</i> , 2022; Abella y Malebrán, 2023; Alenezi, 2023                                | La realidad aumentada en educación STEAM mejora la calidad del aprendizaje y la motivación en ciencias naturales.                       |
| Winarni y Purwandari, 2023; Nindiasari <i>et al.</i> , 2024; Costa Nunes y Duarte, 2020; Cao <i>et al.</i> , 2024                    | El uso de RA con enfoque STEAM mejora la resolución de problemas en matemáticas y ciencias, promoviendo habilidades cognitivas.         |
| O'Connor y Mahony, 2023; Alahmari <i>et al.</i> , 2023; Cai <i>et al.</i> , 2021; Arymbekov <i>et al.</i> , 2024                     | La RA tiene un impacto positivo en la autoeficacia académica de los estudiantes y su motivación hacia el aprendizaje.                   |
| Khodabandeh, 2022; Yulian <i>et al.</i> , 2022; Bezares Molina <i>et al.</i> , 2020; Avilés- Cruz y Villegas- Cortez, 2019           | La RA mejora la autoeficacia en el aprendizaje de idiomas y facilita la enseñanza en entornos virtuales.                                |
| Nasir <i>et al.</i> , 2019; Ciloglu y Ustun, 2023; Cetintav y Yilmaz, 2023; Arymbekov <i>et al.</i> , 2024                           | El uso de RA en biología y física mejora la autoeficacia, la retención del aprendizaje y la motivación.                                 |
| Sirakaya y Kilic Cakmak, 2018; Chang y Hwang, 2018; Cetintav y Yilmaz, 2023; Alkhabra, 2023                                          | El aprendizaje con RA fomenta el pensamiento crítico, la autoeficacia y el aprendizaje autorregulado en ciencias y tecnología.          |
| Cabero-Almenara <i>et al.</i> , 2018; Vázquez Cano <i>et al.</i> , 2020; Silva-Díaz <i>et al.</i> , 2023; Henne <i>et al.</i> , 2024 | Es necesario capacitar a docentes y desarrollar estrategias de formación para la implementación efectiva de RA en educación.            |
| Berumen-López <i>et al.</i> , 2021; Bezares Molina <i>et al.</i> , 2020; Kannegisser, 2021; Chamnankul <i>et al.</i> , 2024          | La RA puede aumentar la motivación, pero su impacto en el rendimiento académico no es concluyente y depende del contexto de aplicación. |
| Shyr <i>et al.</i> , 2024; Firgiyana y Cahyo, 2024; Padilla-Carmona <i>et al.</i> , 2022                                             | La RA es una herramienta efectiva para mejorar la motivación en el aprendizaje, especialmente en educación primaria y secundaria.       |
| Tsekhmister <i>et al.</i> , 2022; Cabero-Almenara <i>et al.</i> , 2018; Elmeanawy y Elhashmi, 2022                                   | La integración de RA en los currículos educativos mejora la alfabetización digital y la preparación docente.                            |

Fuente: elaboración propia.

## Discusión

La RA en entornos educativos se ha relacionado directamente con un incremento en el interés y la motivación de los estudiantes, quienes perciben el aprendizaje como más interactivo y dinámico (Atmojo *et al.*, 2021; Su *et al.*, 2022; Winarni y Purwandari, 2023; Abella y Malebrán, 2023; Nasir *et al.*, 2019; Berumen-López *et al.*, 2021). En particular, la RA integrada en un enfoque STEM fomenta el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, creatividad y resolución de problemas (Nindiasari *et al.*, 2024; Cai *et al.*, 2021). Además, puede mejorar la disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje (Vázquez, 2021; Chamnankul *et al.*, 2024; Cao *et al.*, 2024; Avilés-Cruz y Villegas-Cortez, 2019; López *et al.*, 2018; Bezares-Molina *et al.*, 2020). Sin embargo, los efectos motivacionales pueden depender del tipo de actividad y de la percepción individual hacia estas herramientas (Essmiller *et al.*, 2020; O'Connor y Mahony, 2023; Shyr *et al.*, 2024).

Por otro lado, en actividades prácticas como el ensamblaje de placas base y la reanimación cardiopulmonar, la RA facilita un aprendizaje más eficiente y autónomo (Sirakaya y Kilic Cakmak, 2018; Avilés-Cruz y Villegas-Cortez, 2019). No obstante, en el aprendizaje teórico, el uso de la RA no influyó en mejoras significativas en el rendimiento académico (López *et al.*, 2018; Berumen-López *et al.*, 2021).

La implementación efectiva de la RA en el aula depende de diversos factores, principalmente de la capacitación docente, que es un aspecto crucial para el éxito de la RA en el contexto educativo. Sin un dominio adecuado, el potencial de la RA puede no aprovecharse al máximo, afectando la efectividad en el aula y, por ende, el impacto en la autoeficacia de los estudiantes (Elmeanawy y Elhashmi, 2022; Kannegiser, 2021; Silva-Díaz *et al.*, 2023; Ciloglu y Ustun, 2023). Por otra parte, existen barreras para la implementación de la RA, tales como los costos y la disponibilidad de infraestructura tecnológica. Estos factores pueden afectar la aplicación de la RA en contextos de bajos recursos, limitando sus beneficios en comparación con entornos de mayor disponibilidad tecnológica (Cabero-Almenara *et al.*, 2018; Silva-Díaz *et al.*, 2023).

Esta variabilidad es especialmente relevante en estudiantes de secundaria, donde el nivel de experiencia previa con tecnología puede condicionar

su confianza para interactuar con herramientas de RA (Vázquez Cano *et al.*, 2020; Cetintav y Yilmaz, 2023). Además, en el diseño de experiencias de RA se sugiere el uso de modelos de diseño instruccional, tales como el Modelo de Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación (ADDIE) para estructurar los objetos educativos de manera óptima (Essmiller *et al.*, 2020; Nunes y Duarte, 2020; Chaivisit, 2021; Kazakhstan, y Arymbekov *et al.*, 2024), lo cual facilita la evaluación de la calidad pedagógica de la RA en la enseñanza y contribuye a la mejora de la calidad educativa (Henne *et al.*, 2024). Utilizar métodos de evaluación consistentes permite identificar áreas de mejora y optimizar los beneficios pedagógicos de la RA en contextos educativos.

La combinación de RA con metodologías activas como el aprendizaje invertido ha demostrado ser efectiva para fomentar la autonomía y la confianza de los estudiantes en sus propias habilidades, una dimensión fundamental en la autoeficacia académica (Padilla-Carmona *et al.*, 2022; Chang y Hwang, 2018; López *et al.*, 2018; Alahmari, 2023; Khodabandeh, 2022; Alenezi, 2023). Este enfoque fomenta la autoeficacia cognitiva, que fortalece la capacidad de los estudiantes para realizar tareas complejas y resolver problemas de manera autónoma (Alahmari, 2023; Alkhabra *et al.*, 2023; Yulian *et al.*, 2022; Tsekhmister *et al.*, 2022; Firgiyana y Cahyo, 2024).

## Conclusiones

La RA emerge como herramientas de gran potencial en la educación, con implicaciones directas en la mejora de la experiencia de aprendizaje y en el desarrollo de habilidades clave como la creatividad y la colaboración, hallazgos que coinciden con lo señalado por Caballero-Garriazo *et al.* (2023) quienes también destacan los retos de usabilidad que enfrentan estas tecnologías. En particular, el desarrollo de tecnologías más avanzadas podría mitigar problemas de usabilidad en entornos de RA, ampliando su accesibilidad y su efectividad (Caballero-Garriazo *et al.*, 2023). Asimismo, el potencial de la RA para favorecer el aprendizaje autorregulado se ve reflejado en la revisión de Henne *et al.* (2024), quienes destacan la necesidad de continuar explorando factores como la retroalimentación y el diseño

de instrucción, que son aspectos clave para maximizar el impacto de la RA en la autorregulación académica.

La mayoría de los estudios analizados sobre la implementación de RA en la educación se han realizado en contextos universitarios, en su mayoría bajo enfoques cuantitativos con un alcance exploratorio. Se sugiere desarrollar investigaciones en niveles educativos distintos, como el nivel básico y el nivel medio superior, para comprender mejor cómo estas tecnologías impactan en la autoeficacia y el aprendizaje en edades tempranas. Asimismo, sería relevante incluir la perspectiva de otros actores educativos, como docentes, para evaluar de manera integral los beneficios y los retos de integrar RA en diversos contextos.

## Referencias

- Abella, S., y Malebrán, M. R. (2023). Sistemas del cuerpo humano: educación STEAM mediante el uso de la realidad aumentada con estudiantes de secundaria en Colombia y Chile. *Bio-grafía*, 16. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/21769>
- Alkhabra, Y. A., Ibrahim, U. M., y Alkhabra, S. A. (2023). Augmented reality technology in enhancing learning retention and critical thinking according to STEAM program. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 174. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01650-w>
- Atmojo, I. R. W., Ardiansyah, R., Saputri, D. Y., y Adi, F. P. (2021). The effectiveness of STEAM-based augmented reality media in improving the quality of natural science learning in elementary school. *AL-ISHLAH. Journal Pendidikan*, 13(2), 821-828. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v13i2.643>
- Avilés- Cruz, C., y Villegas- Cortez, J. (2019). A smartphone-based augmented reality system for university students for learning digital electronics. *Computer Applications in Engineering Education*, 27(3), 615-630. <https://doi.org/10.1002/cae.22102>
- Alahmari, M., Jdaitawi, M., Alzahrani, M., Kholif, M., Ghanem, R., y Nasr, N. (2023). Promoting self-efficacy for students with special needs through augmented reality. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(7), 1021-1026. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.7.1901>
- Alenezi, A. (2023). The effectiveness of augmented reality technology in enhancing learning outcomes among primary school students: A study based on the ARCS model of motivation. *Journal of Educational Sciences y Psychology*, 13 (75)(2), 166-181. <https://doi.org/10.51865/JESP.2023.2.13>
- Arymbekov, S., Turekhanova k., y Turdalyuly, M. (2024). The effect of augmented reality (AR) supported teaching activities on academic success and motivation to learn nu-

- clear 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>
- Barbosa, J. W., Barbosa, J. C., y Rodríguez, M. (2013). Revisión y análisis documental para estado del arte: una propuesta metodológica desde el contexto de la sistematización de experiencias educativas. *Investigación Bibliotecológica*, 27(61), 83-105. [http://dx.doi.org/10.1016/S0187-358X\(13\)72555-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-358X(13)72555-3)
- Bezares-Molina, F. G., Toledo-Toledo, G., Aguilar-Acevedo, F., y Martínez-Mendoza, E. (2020). Augmented reality application centered on the child as a resource in a virtual learning environment. *Apertura*, 12(1). <https://doi.org/10.32870/Ap.v12n1.1820>
- Berumen-López, E., Acevedo Sandoval, S., y Reveles Gamboa, S. (2021). Realidad aumentada como técnica didáctica en la enseñanza de temas de cálculo en la educación superior. Estudio de caso. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.890>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Cabero-Almenara, J., Vázquez-Cano, E., y López-Meneses, E. (2018). Uso de la realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza universitaria. *Formación Universitaria*, 11(1), 25-34. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50062018000100025&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50062018000100025&script=sci_arttext)
- Cai, S., Liu, C., Wang, T., Liu, E., y Liang, J. (2021). Effects of learning physics using Augmented Reality on students' self-efficacy and conceptions of learning. *British Journal of Educational Technology*, 52(1), 235-251. <https://doi.org/10.1111/bjet.13020>
- Cetintav, G., y Yilmaz, R. (2023). The effect of augmented reality technology on middle school students' mathematic academic achievement, self-regulated learning skills, and motivation. *Journal of Educational Computing Research*, 61(7), 1483-1504. <https://doi.org/10.1177/07356331231176022>
- Chaivisit, S. (2022). The impact of augmented reality on preservice educational leadership#39; self-efficacy. *AERA 2022*. <https://aera22-aera.ipostersessions.com/Default.aspx?s=46-20-2F-CA-C3-33-EC-FE-87-7B-6B-5A-AA-5A-B5-B2>
- Cao, S., Chu, J., Zhang, Z., y Liu, L. (2024). The effectiveness of VR environment on primary and secondary school students' learning performance in science courses. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 7321-7337. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2312921>
- Chamnankul, K., Pondee, P., y Srisawasdi, N. (2024). *A Preliminary Evaluation of Secondary School Students' Acceptance Toward Augmented Reality Learning Materials in Genetics*. The Asian Conference on Education & International Development. <https://doi.org/10.22492/issn.2189-101X.2024.72>
- Chang, S.-C., y Hwang, G.-J. (2018). Impacts of an augmented reality-based flipped learning guiding approach on students' scientific project performance and perceptions. *Computers y Education*, 125, 226-239. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.007>
- Ciloglu, T., y Ustun, A. B. (2023). The effects of mobile AR-based biology learning experience on students' motivation, self-efficacy, and attitudes in online learning. *Journal of Science Education and Technology*, 32(3), 309-337. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10030-7>

- Caballero-Garriazo, J. A., Rojas-Huacanca, J. R., Sánchez-Castro, A., y Lázaro-Aguirre, A. F. (2023). Revisión sistemática sobre la aplicación de la realidad virtual en la educación universitaria. *Revista Electrónica Educare*, 27(3), 1-18. <https://doi.org/10.15359/ree.27-3.17271>
- Elmeanawy, R., y Elhashmi, E. (2022). Student-teachers' beliefs about their self-efficacy for utilizing augmented reality for teaching agricultural and historical sciences. *International Journal of Advanced Humanities Research*, 2(1), 1-15. <https://doi.org/10.21608/ijahr.2022.168336.1004>
- Essmiller, K., Asino, T. I., Ibukun, A., Alvarado-Albertorio, F., Chaivisit, S., Do, T., y Kim, Y. (2020). Exploring mixed reality based on self-efficacy and motivation of users. *Research in Learning Technology*, 28(0). <https://doi.org/10.25304/rlt.v28.2331>
- Firgiyana, D., y Cahyo, U. (2024). The implementation of augmented reality-based learning media on civics subject to increase learning motivation of elementary school students. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 10(2), 346-358. <https://doi.org/10.31949/jcp.v10i2.8864>
- Gist, M. E., y Mitchell, T. R. (1992). Self-efficacy: A theoretical analysis of its determinants and malleability. *Academy of Management Review*, 17(2), 183-211. <https://doi.org/10.5465/amr.1992.4279530>
- Henne, A., Syskowski, S., Krug, M., Möhrke, P., Thoms, L.-J., y Huwer, J. (2024). How to evaluate augmented reality embedded in lesson planning in teacher education. *Education Sciences*, 14(3), 264. <https://doi.org/10.3390/educsci14030264>
- Kannegiser, S. (2021). Effects of an augmented reality library orientation on anxiety and self-efficacy: an exploratory study. *College y Research Libraries*, 82(3), 352. <https://doi.org/doi.org/10.5860/crl.82.3.352>
- Khodabandeh, F. (2022). Investigating the effectiveness of augmented reality-enhanced instruction on EFL learners' speaking in online flipped and face-to-face classes. *Language Teaching Research*, 13621688221110991. <https://doi.org/10.1177/13621688221110991>
- López, J. M. S., Gutierrez, R. C., y Garrido, M. C. D. (2018). *Realidad aumentada en educación primaria: comprensión de elementos artísticos y aplicación didáctica en ciencias sociales*. <https://raco.cat/index.php/DER/article/view/348341>
- López-Belmonte, J., Pozo-Sánchez, S., Fuentes-Cabrera, A. y Rodríguez-García, A. M. (2021). *Eficacia contrastada de la realidad aumentada en el aprendizaje de la reanimación cardiopulmonar*. *Educación Médica Superior*, 35(1), 1-17. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412021000100004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412021000100004)
- Muñoz-Hernandez, H., Canabal - Guzman, J. D., y Galarcio-Guevara, D. E. (2020). Realidad aumentada para la educación de matemática financiera. Una APP para el mejoramiento del rendimiento académico universitario. *Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro*, 12(12), 37-44. <https://doi.org/10.22463/24221783.2634>
- Nasir, M., Fakhruddin, Z., y Prastowo, R. B. (2019). Development of physics learning media based on self-efficacy use mobile augmented reality for senior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1351(1), 012018. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012018>

- Nindiasari, H., Pranata, M. F., Sukirwan, S., Sugiman, S., Fathurrohman, M., Ruhimat, A., y Yuhana, Y. (2024). The use of augmented reality to improve students' geometry concept problem-solving skills through the STEAM approach. *Infinity Journal*, 13(1), 119-138. <https://doi.org/10.22460/infinity.v13i1.p119-138>
- Nunes, S. D. C., y Duarte, M. A. (2024). Using augmented reality to improve skills and intelligences in professional secondary level courses. *Caderno Pedagógico*, 21(7), e5658. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n7-115>
- O'Connor, Y., y Mahony, C. (2023). Exploring the impact of augmented reality on student academic self-efficacy in higher education. *Computers in Human Behavior*, 149, 107963. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107963>
- Padilla-Carmona, T., Gil Flores, J., y Rísquez, A. (2022). Autoeficacia en el uso de TIC en estudiantes universitarios maduros. *Educación XX1*, 25(1), 19-40. <https://doi.org/10.5944/educXX1.30254>
- Pajares, F. (1996). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research*, 66(4), 543-578. <https://doi.org/10.3102/00346543066004543>
- Shyr, W.-J., Wei, B.-L., y Liang, Y.-C. (2024). Evaluating students' acceptance intention of augmented reality in automation systems using the technology acceptance model. *Sustainability*, 16(5), 2015. <https://doi.org/10.3390/su16052015>
- Silva-Díaz, F., Carrillo-Rosúa, J., Fernández-Ferrer, G., Marfil-Carmona, R., y Narváez, R. (2023). Valoración de tecnologías inmersivas y enfoque STEAM en la formación inicial del profesorado. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 139-162. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37688>
- Sirakaya, M., y Kilic Cakmak, E. (2018). Effects of augmented reality on student achievement and self-efficacy in vocational education and training. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 5(1), 1-18. <https://doi.org/10.13152/IJR-VET.5.1.1>
- Su, Y.-S., Lai, C.-C., Wu, T.-K., y Lai, C.-F. (2022). The effects of applying an augmented reality english teaching system on students' STEAM learning perceptions and technology acceptance. *Frontiers in Psychology*, 13, 996162. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.996162>
- Tsekhmister, Y., M. Kotyk, T., S. Matviienko, Y., A. Rudenko, Y., y V. Ilchuk, V. (2021). La efectividad de la tecnología de realidad aumentada en la educación STEAM. *Apuntes Universitarios*, 12(1). <https://doi.org/10.17162/au.v11i5.932>
- Vázquez-Cano, E., Gómez-Galán, J., Burgos-Videla, C. G., y López-Meneses, E. (2020). Realidad aumentada (RA) y procesos didácticos en la universidad: estudio descriptivo de nuevas aplicaciones para el desarrollo de competencias digitales. *Psychology, Society and Education*, 12(3), 275-290. <https://doi.org/10.25115/psye.v10i1.2826>
- Winarni, E. W., Purwandari, E. P., y Department Information System, Engineering Faculty, University of Bengkulu, Bengkulu, Indonesia (2023). Augmented reality with STEAM through blended learning for elementary school. *International Journal of Social Science and Education Research Studies*, 03(10). <https://doi.org/10.55677/ijssers/V03I10Y2023-18>

Yulian, R., Yuniarti, Y., y Bin Affendy Lee, N. A. (2022). Technology acceptance of augmented reality to attitude and self-efficacy in learning english. *Journal of English Language Teaching Innovations and Materials (JELTIM)*, 4(2), 127. <https://doi.org/10.26418/jeltim.v4i2.56212>