

Investigaciones y Experiencias

El impacto de la Realidad Aumentada en la etapa de Educación Primaria. Una revisión sistemática

The impact of Augmented Reality in the Primary Education stage. A systematic review

Ismael Ruiz Ortiz¹

¹ <https://orcid.org/0000-0003-2350-5637>; Universitat de València; Ismael.p310@gmail.com

Doi: <https://doi.org/10.21071/edmetic.v13i1.16153>

Recibido: 01/06/2023 Aceptado: 12/02/2024 Publicado: 29/05/2024

Citación: Ruiz Ortiz, I. (2024). El impacto de la Realidad Aumentada en la etapa de Educación Primaria. Una revisión sistemática. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 13(1), art.4. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v13i1.16153>

Autor de Correspondencia: Ismael, Ruiz Ortiz, Ismael.p310@gmail.com

Resumen: La Realidad Aumentada (RA) permite a aquella persona que la utiliza tener una experiencia de interacción mixta entre El Mundo real y El Mundo virtual. Aunque es una tecnología emergente recientemente y en progresivo crecimiento y desarrollo, resulta, en gran parte, desconocida en el mundo educativo. Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo principal analizar el impacto y el uso de la RA como herramienta pedagógica en la Educación Primaria. Para ello, se ha realizado una revisión sistemática con publicaciones entre el 2018 y el 2022. Se han seleccionado 10 estudios de tres bases de datos diferentes (Dialnet, Scopus y WoS). Los resultados sugieren, en gran parte, que la RA mejora y aumenta la motivación y el rendimiento académico en el alumnado. Sin embargo, existen estudios que demuestran que dicho efecto es nulo en ambas dimensiones.

Palabras clave: Educación Primaria, Realidad Aumentada, Innovación Educativa, Tecnología de la Educación.

Abstract: Augmented Reality (AR) allows the person using it to have a mixed interaction experience between the real world and the virtual world. Although it is a recently emerging technology in progressive growth and development, it is largely unknown in the educational

¹ Universitat de València, Valencia, España; Ismael.p310@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2350-5637>

world. Therefore, the main objective of this paper is to analyze the impact and use of Augmented Reality as a pedagogical tool in Primary Education. For this purpose, a systematic review has been carried out with publications between 2018 and 2022. Ten studies have been selected from three different databases (Dialnet, Scopus and WoS). The results largely suggest that AR improves and increases motivation and academic performance in students. However, there are studies that show that this effect is null in both dimensions.

Key Words: Primary Education, Augmented Reality, Educational Innovation, Educational Technology.

Introducción

La Realidad Aumentada (RA) se presenta como una tecnología disruptiva que desafía la percepción y relación con el mundo físico, al integrar información digital en tiempo real. Esta poderosa herramienta, según De la Horra (2017), puede revolucionar la forma en que se interactúa con el entorno. Por otro lado, de Pedro y Martínez (2012) subrayan que la RA tiene el potencial de convertir cualquier espacio físico en un entorno académico estimulante, permitiendo un aprendizaje más eficaz y dinámico. De hecho, Toledo y Sánchez (2017) destacan que el uso de dicha tecnología en el ámbito educativo puede mejorar significativamente el proceso de enseñanza y aprendizaje, generando una mayor motivación y aumentando el interés del alumnado.

Es precisamente en la Educación Primaria donde se puede aprovechar al máximo el potencial de la RA, como etapa fundamental para el desarrollo de los estudiantes, ya que, como señalan Querol y Marías (2014), es esencial brindar una educación de calidad, innovadora y accesible desde edades tempranas.

En la actualidad, la educación se enfrenta al reto de adaptarse a los cambios constantes de la sociedad y fomentar la innovación en la enseñanza. Para ello, es necesario una transformación que promueva una actitud renovada y la incorporación de nuevas ideas y estrategias a la docencia. En este contexto, la RA se presenta como una tecnología capaz de revolucionar el proceso de enseñanza y aprendizaje, permitiendo que el alumno sea el protagonista de su propia experiencia de aprendizaje gracias a simulaciones inmersivas en el mundo real (Álvarez et al., 2016). Además, el Mobile Learning (ML), una modalidad de aprendizaje flexible y ubicua, permite el uso de tecnologías móviles para transmitir conocimientos y desarrollar otras estrategias (Santiago & Díez, 2012).

La presencia de tres elementos básicos es fundamental para la implementación del ML: la utilización de tecnologías móviles, la ubicuidad y la posibilidad de formación en distintos contextos (Brazuelo & Gallego, 2014). Gracias al progreso tecnológico, el uso de dispositivos

móviles se ha vuelto una práctica diaria para los estudiantes, por lo que la integración de estas herramientas en la educación puede permitir un aprendizaje personalizado y ajustado a las necesidades individuales de cada alumno. Así, el aprendizaje móvil es cada vez más demandado en la educación formal (Sánchez & Ortega, 2016), ya que los dispositivos móviles conforman un contexto flexible y adaptable (Santiago et al., 2014). Los estudiantes no solo aceptan los dispositivos móviles, sino que también los consideran útiles para la realización de actividades (Yáñez & Arias, 2018). La Realidad Aumentada, como herramienta innovadora e interactiva, podría aumentar la motivación del alumnado y fomentar su autonomía, lo cual es esencial para un aprendizaje efectivo (Adrián de Ganzo et al., 2019).

La RA, según Castellano y Santacruz (2018a), es capaz de afianzar los conocimientos de los estudiantes al conectar la educación con la realidad. Asimismo, estos autores destacan que dicha tecnología también potencia el aprendizaje por descubrimiento y fortalece los conocimientos a través de la interacción con recursos en diferentes formatos, como imágenes, videos, audios, 2D y 3D. Por otro lado, Fombona y Pascual (2017) enfatizan el gran potencial de la RA para estimular la creatividad y desarrollar la imaginación del alumnado, permitiendo la visualización de fenómenos que no son observables. Además, la RA puede ser integrada con estrategias didácticas relacionadas con juegos educativos, entre otras fortalezas. Por ello, el propósito principal de la presente revisión sistemática es analizar el impacto y el uso de la RA como herramienta pedagógica en la Educación Primaria.

Método

2.1. Estrategias de búsqueda

Se realizó una revisión sistemática, durante el mes de enero de 2023, sobre el impacto y el uso de la RA en Educación Primaria. Para su correcta elaboración, se han seguido las directrices expuestas en la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*, Page et al., 2021), como se expone en la figura 1. El proceso de selección y análisis se estructuró de la siguiente manera: se utilizaron las bases de datos Dialnet, Scopus y WoS. La búsqueda inicial se realizó el 3 de enero de 2022, el proceso de cribado y selección de las publicaciones se prolongó hasta febrero y, posteriormente, el análisis de datos se extendió hasta el mes de marzo del mismo año. Asimismo, las fórmulas y términos utilizados en dicha búsqueda fueron: Reali* Au*mentada AND Educació* Prim*; Aumented Reality AND Primary School OR Elementary School. El registro de los artículos en

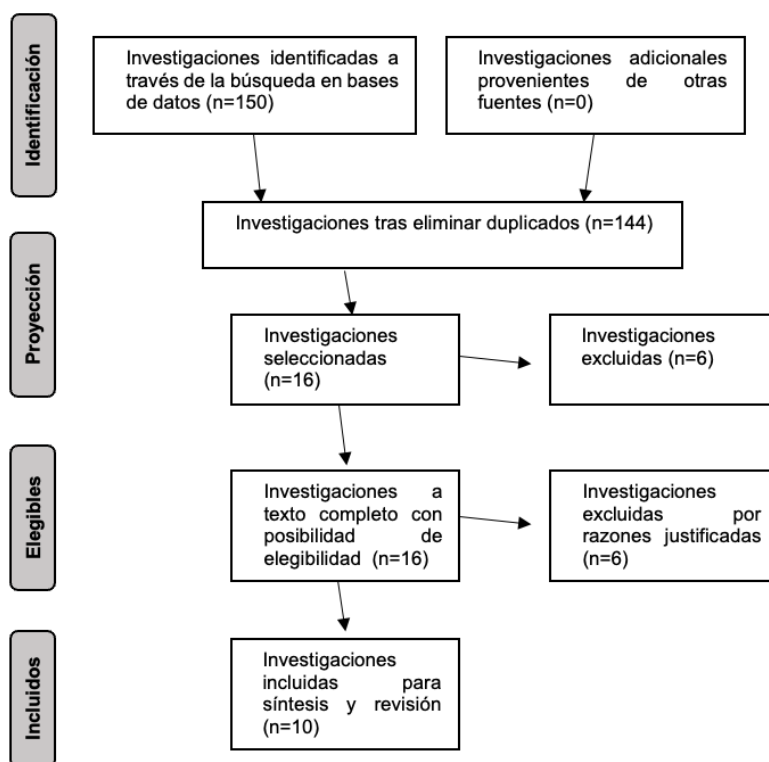
el programa de Microsoft Excel permitió eliminar aquellos duplicados, así como clasificar y sintetizar los resultados de cada uno.

2.2. Criterios de inclusión y exclusión

Se estableció como prioridad en la selección de artículos, aquellos que fueran accesibles sin costo alguno en las bases de datos, excluyendo los que requerían pago previo. Además, se eligieron únicamente los artículos publicados en inglés y español, descartando los documentos en otros idiomas. También se consideró el período de publicación, incluyendo únicamente las publicaciones realizadas en los últimos 5 años (2018-2022), excluyendo aquellas fuera de estas fechas. Los artículos seleccionados se enfocaron en el análisis y evaluación de la RA en la etapa de Educación Primaria, excluyendo todas las publicaciones realizadas en otras etapas académicas. Finalmente, se excluyeron todos aquellos artículos que se centraban en opiniones, perspectivas y/o pensamientos sobre el tema, así como Trabajos de Final de Grado o de Máster, Tesis Doctorales, libros, revisiones sistemáticas o metaanálisis.

Tras la realización de la búsqueda, se obtuvieron un total de 150 estudios (30 en Dialnet, 93 en Scopus y 27 en WOS), pero se eliminaron 6 por duplicidad. De las 144 publicaciones restantes, de las cuales fueron seleccionadas 10, dado que el resto no cumplían con los criterios de inclusión, tales como no tener coste a la hora de acceder al artículo científico; estar escritos en inglés o español; estar publicados en los últimos 5 años (2018-2022); pertenecer al análisis y evaluación de la RA en la etapa de Educación Primaria; y, por último, no tratarse de Trabajos de Final de Grado o de Máster, Tesis Doctorales, libros, revisiones sistemáticas o metaanálisis.

Figura 1. Diagrama de flujo para el proceso de revisión. Fuente: Elaboración propia.



Resultados

La tabla 1 muestra los 10 artículos seleccionados para la presente revisión, especificando los autores, el año de publicación, la muestra y los principales objetivos y resultados de cada uno de ellos.

Tabla 1. Publicaciones incluidas en la revisión. Fuente: Elaboración propia.

ID	Autoría	Muestra	Objetivos	Resultados
1	Castellano y Santacruz (2018b)	20 estudiantes	Evaluar el empleo de la Realidad Aumentada en el ámbito educativo de la Educación Primaria.	Los resultados del Post-test mostraron que el grupo experimental (el que utilizó la aplicación EnseñAPP) obtuvo mejores resultados en comparación con el grupo control (el que no utilizó la aplicación). Asimismo, también se tuvo resultados sobre la influencia positiva de la RA en el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como la valoración enriquecedora de la experiencia.
2	Piqueras et al. (2018)	56 estudiantes	Examinar si la implementación de la	Los resultados del post-test no mostraron diferencias

			<p>Realidad Aumentada en la materia de Ciencias Sociales mejora el desempeño académico de los estudiantes de tercer grado de Educación Primaria.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluar si la implementación de la Realidad Aumentada en la materia de Ciencias Sociales tiene un impacto positivo en las variables motivacionales y afectivas de los estudiantes de tercer grado de Educación Primaria. 	<p>significativas en el rendimiento académico entre el grupo experimental y el grupo control.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La RA en la asignatura de Ciencias Sociales produce mejoras significativas solo en ciertos ítems estudiados: comprensión clara del tema central, participación y facilidad a la hora de aprender los contenidos.
3	Sáez et al. (2019)	91 estudiantes	<p>Investigar los efectos de la incorporación de enfoques de juego ubicuo con Realidad Aumentada en el proceso de aprendizaje.</p>	<p>Los resultados del estudio indicaron que los/as estudiantes que realizaron la actividad utilizando recursos electrónicos y un enfoque de aprendizaje ubicuo obtuvieron mejores resultados en las variables analizadas (rendimiento académico, búsqueda y análisis de información, motivación y diversión, y colaboración) en comparación con el grupo de control que trabajó con el libro de texto tradicional.</p>
4	Sáez et al. (2018)	85 estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Examinar los beneficios de utilizar enfoques pedagógicos activos y centrados en el estudiante en conjunto con las tecnologías. ▪ Analizar los beneficios de utilizar la Realidad Aumentada para presentar y enseñar contenidos relacionados con la historia del arte. ▪ Investigar las oportunidades que brinda la Realidad Aumentada para aumentar la motivación, el 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los resultados del estudio no mostraron diferencias significativas en el rendimiento académico entre los grupos experimentales y el grupo control. ▪ La integración de la intervención descrita ha sido valorada de manera muy positiva, se considera útil y satisfactoria para el alumnado.

			compromiso y la diversión en entornos educativos.	
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Examinar las posibilidades de la Realidad Aumentada para manipular y comprender las figuras y elementos artísticos en un entorno educativo. 	
5	Gamboa et al. (2021)	30 estudiantes	Implementar una propuesta tecnológica para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en la materia de Ciencias y Tecnología.	Los resultados del estudio indicaron un aumento del 50% en el nivel de comprensión en el grupo experimental en comparación con el grupo control. Además, el 40% del alumnado se sintió satisfecho con la intervención y el 60% se sintió satisfecho con respecto a la aplicación con Realidad Aumentada aplicada durante la clase. Asimismo, se obtuvo un 30% de aumento con respecto al interés que tuvo el desarrollo de la intervención en Ciencia y Tecnología.
6	Ilyana et al. (2021)	45 estudiantes	Examinar la eficacia de un programa de Realidad Aumentada Móvil (MAVR) de seis meses de duración en el proceso de aprendizaje del vocabulario en un entorno educativo.	Los resultados del estudio indicaron que la adquisición de vocabulario aumentó de manera significativa a lo largo del tiempo, siendo mayor la diferencia entre la prueba situada en medio de la investigación y la final en comparación con la diferencia entre la primera y la segunda prueba.
7	Rossano et al. (2020)	96 estudiantes	Explorar el uso de la Realidad Aumentada para apoyar la enseñanza de la geometría en las escuelas primarias.	Se puede observar una discrepancia entre la media de los resultados previos y posteriores a la prueba, lo que indica que el uso de la tecnología de Realidad Aumentada en entornos educativos es beneficioso para mejorar el aprendizaje de los/as estudiantes. El alumnado encontró fácil de usar la aplicación de RA y expresaron una gran satisfacción con su desempeño. No necesitaron ayuda mientras realizaban las actividades de aprendizaje y se vieron sumergidos en la

				<p>experiencia, perdiendo la noción del tiempo. Además, valoraron la facilidad de uso de la aplicación de RA y percibieron un impacto positivo en su interacción, el nivel de control y el esfuerzo invertido. Finalmente, los/as estudiantes se sintieron gratificados/as por utilizar la aplicación, apreciando su innovación y mostrando gran interés en la tarea interactiva.</p>
8	Tosto et al. (2021)	117 estudiantes	<p>Informar sobre los resultados iniciales del estudio piloto sobre el efecto del sistema AHA en la mejora de las habilidades de alfabetización en un grupo de niños/as diagnosticados con TDAH.</p>	<p>Los resultados del estudio indicaron que, en promedio, el rendimiento de los/as niños/as en los cuestionarios fue similar en las dos intervenciones (con y sin Realidad Aumentada). Esto sugiere que el contenido de la Realidad Aumentada no tuvo un efecto positivo incremental en la adquisición de habilidades de alfabetización por parte de los/as niños/as.</p>
9	Flores et al. (2020)	30 estudiantes	<p>Evaluar si las actividades basadas en la Realidad Aumentada mejoran la adquisición de contenidos geométricos en 3D, con enfoque en habilidades espaciales en un entorno educativo.</p>	<p>Los resultados mostraron que los/as estudiantes mejoraron significativamente en comparación con la prueba inicial. Por otra parte, se indicó que el uso de la tecnología de Realidad Aumentada para enseñar sólidos geométricos 3D puede proporcionar un aprendizaje más motivador, y el desempeño de los/as estudiantes respalda esta afirmación. Sin embargo, se necesitan experimentos más rigurosos para llegar a conclusiones más precisas. Además, las actividades basadas en RA presentadas en este estudio han demostrado mejorar la puntuación media del alumnado (grupo experimental=8.7 y grupo de control=8.1). Asimismo, el alumnado expresó un alto nivel de satisfacción al aprender con esta nueva forma de enseñanza basada en RA.</p>
10	Tsai y Lai (2022)	42 estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Examinar si el uso de la Realidad Aumentada ayuda de manera efectiva al 	<p>Los resultados del análisis estadístico indicaron que el uso de la tecnología de Realidad Aumentada en el sistema de</p>

-
- profesorado a enseñanza logró una eficacia de mejorar la eficacia del aprendizaje de los/as estudiantes en cursos básicos de programación lógica. aprendizaje significativamente mayor en comparación con el método tradicional. Además, los/as estudiantes mostraron un aumento en su nivel de motivación de aprendizaje mediante la evaluación del modelo de motivación ARCS. Por lo tanto, se puede concluir que el sistema de enseñanza basado en la Realidad Aumentada tiene efectos positivos significativos en la mejora de la eficacia y motivación del aprendizaje del alumnado.
- Investigar si los materiales educativos basados en la Realidad Aumentada son efectivos para estimular la motivación de aprendizaje del alumnado en los cursos básicos de programación lógica.
 - Verificar si el sistema educativo basado en la Realidad Aumentada simplifica el uso de herramientas y equipos utilizados en los cursos básicos de programación lógica.
-

3.1. Aplicaciones y dispositivos utilizados

El análisis de los resultados desvela una interesante variedad en el uso de aplicaciones en cada una de las experiencias estudiadas. Cada una de ellas ha optado por una herramienta tecnológica diferente, lo que implica una gran diversidad en los enfoques utilizados para abordar los problemas de investigación. El estudio 1, por ejemplo, se apoyó en EnseñaApp, mientras que la publicación 2 prefirió Aumentaty Author y la tercera utilizó WallaMe para sus propósitos. De forma similar, el artículo 4 hizo uso de Aumentaty Viewer, mientras que el 5 utilizó ARST application. Por su parte, el artículo 6 y la publicación número 7 optaron por las aplicaciones Mobile Augmented Visual Reality (MAVR) y Geo+. El estudio 8 se centró en un proyecto piloto diseñado específicamente para niños con TDAH, llamado AHA. Sin embargo, es importante destacar que los estudios 9 y 10 no especificaron qué herramienta tecnológica utilizaron para llevar a cabo sus investigaciones.

Asimismo, tres dispositivos principales han sido identificados: tabletas, ordenadores y teléfonos móviles. Los estudios 1, 7 y 9 (25%) han apostado por el uso de tabletas, mientras que las publicaciones 2, 4 y 5 (25%) han optado por el uso de ordenadores. Por su parte, los

estudios 3, 4, 5, 6 y 10 (42%) han seleccionado el teléfono móvil como dispositivo para llevar a cabo sus investigaciones.

Es interesante señalar que el estudio número 8 (8%) no proporciona información sobre el dispositivo utilizado para llevar a cabo la investigación, lo que dificulta una evaluación detallada de los resultados.

3.2. Tipología del diseño y temporalidad de los estudios

En relación con las metodologías de investigación empleadas en los estudios y publicaciones analizadas, se pueden distinguir diversas tipologías que reflejan una variedad de enfoques distintos. En primer lugar, las publicaciones 1 y 10 (18%) presentan un diseño cuantitativo experimental, caracterizado por la asignación aleatoria de la muestra a diferentes grupos de tratamiento. En segundo lugar, los estudios 2, 3, 7 y 9 (37%) se basan en un diseño cuantitativo cuasiexperimental, en el que la muestra no se ha seleccionado al azar para la formación de los grupos. En tercer lugar, las investigaciones 5, 6, 7 y 8 (36%) presentan una tipología de diseño pre-experimental, que implica una evaluación preliminar de los resultados antes de la implementación de una intervención más amplia. Por último, el estudio número 4 (9%) utiliza un diseño de métodos mixtos, que combina elementos cuantitativos cuasiexperimentales y cualitativos de observación participante.

En relación con la temporalidad de las publicaciones, los estudios 8 y 9 (20%) poseen un diseño de investigación de corte transversal. Asimismo, los artículos 2, 3, 4, 5, 6, 7, y 10 (80%) tienen un corte longitudinal.

3.3. Unidades de análisis, muestra y tipo de muestreo de los estudios analizados

Los estudios 4, 8 y 9 (25%) efectuaron un análisis intersujetos mediante la asignación de un grupo experimental y otro de control. En contraste, las publicaciones 5, 6, 7 y 8 (33%) optaron por un análisis intrasujetos, en el que cada sujeto fue sometido a las mismas pruebas bajo las mismas condiciones.

Vale la pena mencionar que las publicaciones 1, 2, 3, 4 y 10 (42%) presentaron una unidad de análisis mixta que incluye tanto variables cuantitativas como cualitativas.

En relación con la muestra y el tipo de muestreo, los resultados explicitan que la mayoría de las investigaciones (1, 5, 6, 9 y 10) utilizaron muestras de menos de 50 participantes, mientras que los estudios 2, 3, 4 y 7 contaron con muestras que oscilaron entre los 50 y los 100 estudiantes. Destaca el estudio número 8, que contó con una muestra de 117 sujetos.

Asimismo, es interesante observar cómo todas las investigaciones utilizaron un muestreo no probabilístico incidental, lo que sugiere que la selección de los participantes se basó en la disponibilidad y conveniencia, en lugar de en un proceso aleatorio.

3.4. Instrumentos de recogida de datos

En la tabla 2 se puede observar una variedad de instrumentos de medición utilizados en los diferentes estudios. La mayoría de ellos, específicamente los estudios 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 9, emplearon un cuestionario diseñado *ad hoc* para la intervención. Sin embargo, la publicación número 2, además de utilizar un cuestionario diseñado específicamente, empleó un cuestionario validado por otros autores para complementar la recopilación de datos.

Por otro lado, el estudio 4 optó por una observación sistemática para complementar el cuestionario diseñado *ad hoc*. Por su parte, el estudio 6 utilizó el cuestionario British Picture Vocabulary Scale III (BPVS III) para evaluar el vocabulario de los participantes. En cuanto a la experiencia 8, esta utilizó los cuestionarios WWL y WWL-AR para evaluar la comprensión del lenguaje, mientras que la publicación 10 empleó el Cuestionario de la Eficacia del Aprendizaje (LEQ) y el Cuestionario de la Motivación del Aprendizaje ARCS (LMQ) para medir la eficacia y la motivación en el aprendizaje.

Tabla 2. Instrumentos de recogida de datos de los estudios seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

ID	Instrumentos de recogida de datos
1	Cuestionario diseñado ad hoc con 20 preguntas sobre Ciencias Naturales.
2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuestionario diseñado ad hoc con 6 preguntas sobre Historia. ▪ Cuestionario validado adaptado de Cózar y Sáez (2016) y Sáez y Cózar (2017), con cuatro bloques: aprendizaje activo, contenido de Ciencias Sociales, utilidad percibida y diversión.
3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuestionario diseñado ad hoc para evaluar la dimensión de rendimiento académico. ▪ Cuestionario diseñado ad hoc con una escala Likert de uno a cinco para evaluar la motivación, compromiso, diversión y colaboración del alumnado.
4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuestionario diseñado ad hoc. ▪ Observación sistemática.
5	Cuestionario diseñado ad hoc.
6	British Picture Vocabulary Scale III (BPVS III).
7	Cuestionario diseñado ad hoc.
8	Cuestionario WWL y WWL-AR.
9	Cuestionario con diseño ad hoc.

-
- 10
- Cuestionario de la Eficacia del Aprendizaje (LEQ).
 - Cuestionario de la Motivación del Aprendizaje ARCS (LMQ).
-

Discusión

La presente revisión sistemática aborda el impacto de la RA en la etapa de Educación Primaria y examina los resultados obtenidos en los estudios seleccionados tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. En este sentido, se ofrece una discusión detallada de los hallazgos más relevantes obtenidos en esta investigación, cuyo objetivo principal es analizar el impacto y la utilidad de la RA como herramienta pedagógica en la etapa de Educación Primaria a través de una revisión sistemática de la literatura científica publicada entre los años 2018 y 2022.

Es importante señalar que se han analizado exhaustivamente los resultados más significativos para el presente estudio, ya que estos aportan información relevante y detallada sobre la realidad del uso de la tecnología de RA en la etapa de Educación Primaria, lo que está directamente relacionado con el objetivo de esta investigación. Por tanto, se presenta una discusión crítica de los resultados y se reflexiona sobre su implicación práctica y su relevancia para futuras investigaciones en este campo tan innovador y prometedor.

La heterogeneidad de las aplicaciones utilizadas en las publicaciones seleccionadas es notable. En dos de ellas, no se proporciona información específica sobre el software empleado en la intervención. Sin embargo, en las demás publicaciones se emplearon diferentes aplicaciones, lo que evidencia la existencia de una amplia variedad de herramientas tecnológicas de RA disponibles, adaptadas a distintos criterios y necesidades para su uso en las aulas. Esto sugiere que es posible sacar el máximo provecho y beneficio de la tecnología de RA en la educación primaria a través de la utilización de múltiples herramientas disponibles en el mercado.

En segundo lugar, resulta relevante destacar que un 50% de las publicaciones examinadas evidencia una diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento académico del alumnado (Castellano & Santacruz, 2018; Chang et al., 2013; Kamarainen et al., 2013; Liu, 2009; Redondo et al., 2012; Toledo & Sánchez, 2017), datos que concuerdan con estudios previos de la materia. No obstante, Radu (2014), sostiene que el uso de la RA puede producir el efecto “túnel”, dando lugar a variaciones en el aprendizaje del alumnado. En tal sentido, mientras que aquellos con un rendimiento bajo-medio pueden mejorar, aquellos que ya presentaban

un buen nivel de desempeño previamente, no experimentan necesariamente los mismos niveles de beneficio.

Por otro lado, un 22% de los estudios examinados concluyen que la RA aumenta la motivación del alumnado (Akçayır & Akçayır, 2017; Cabero & García, 2016; Kellems et al., 2019; Park et al., 2019), resultados que se respaldan en otras investigaciones del ámbito. Además, Di Serio et al. (2013), indica que el incremento en la motivación no solo incide en los niveles de satisfacción personal del alumnado, sino que también se relaciona con una mayor atención en el aula, siempre y cuando el tema resulte de interés para los estudiantes.

De este modo, en los estudios analizados se han encontrado resultados contradictorios. Por un lado, un 21% de las publicaciones concluyen que no existen diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento académico del alumnado al utilizar la RA, mientras que un 7% afirma que no hay efecto en la motivación. Fombona y Pascual (2017), encontraron los mismos hallazgos y los justificaron argumentando que los niños tienen un exceso de uso de la RA en los planes de estudio, hay resistencia a su uso educativo, dificultades con algunas interfaces iniciales, una laguna legal que rodea a dicha tecnología y la posibilidad de que pierda su interés como una moda pasajera.

De la misma manera, existen estudios que demuestran que la RA beneficia el proceso de enseñanza-aprendizaje y aumenta la motivación de los alumnos. Hernández-Horta et al. (2018) y Ortiz-Colón et al. (2018) afirman que la RA es una nueva tendencia que potencia al máximo la motivación del alumnado. Además, López et al. (2019) y Quintero et al. (2018), argumentan que esta tecnología tiene consecuencias positivas en la involucración y el interés por la materia impartida.

Asimismo, en todas las publicaciones se ha realizado el muestreo de manera no probabilística. Por tanto, no se pueden generalizar las conclusiones mostradas en dichos documentos.

En tercer y último lugar, en cuanto al diseño de la investigación y los instrumentos de recogida de datos, se puede apreciar como tan solo los artículos 8 y 9 poseen un diseño transversal, el resto emplean uno longitudinal. Este hecho es positivo por diferentes razones, un diseño longitudinal permite el análisis del cambio, puesto que el estudio se centra en un espacio de tiempo más largoplacista que en el caso de los diseños transversales; mayor precisión en la medición, ya que la medición de los datos en los diseños longitudinales se realiza en varias ocasiones.

Del mismo modo, lo más significativo en cuanto a los instrumentos de recogida de datos es que hay un gran porcentaje elevado de estudios (70%) que utilizan diseños de cuestionarios ad hoc. Lo que denota una falta de estandarización, que puede desencadenar una limitación de la comparabilidad de los resultados entre diferentes estudios; sesgos de selección, debido al hecho de que las preguntas seleccionadas pueden reflejar los prejuicios personales del investigador y sesgos de respuesta, porque si dichas preguntas no están correctamente formuladas o si los participantes no las entienden correctamente, los resultados pueden verse afectados por dicho sesgo.

Conclusión

A lo largo del presente trabajo se ha expuesto que la tecnología de RA es una herramienta efectiva y eficaz para mejorar tanto el rendimiento académico como la motivación en el alumnado. Sin embargo, no se pueden extraer conclusiones certeras sobre esto, puesto que los 2, 4 y 8 demuestran totalmente lo contrario, es decir, efectos nulos en el beneficio en las dimensiones nombradas anteriormente en el alumnado de Educación Primaria. Asimismo, mediante la revisión sistemática, se ha podido analizar e investigar diferentes estudios que evalúan el impacto y la influencia de la incorporación de la RA en las aulas de dicha etapa educativa, que sostienen la argumentación anterior.

En el mismo contexto, se puede apreciar como siete de los diez artículos analizados exponen los beneficios significativos, tanto en motivación como en rendimiento académico, al utilizar la RA en el aula. No obstante, dos de los restantes obtienen resultados nulos en cuanto a dichos beneficios y aumento de la motivación y el interés. A su vez, uno de ellos, obtiene resultados dispares, debido al hecho de que expone el beneficio significativo en cuanto a motivación, obteniendo un aumento estadísticamente significativo en ella, pero no en cuanto a rendimiento académico. Por ello, no se puede establecer una conclusión clara en cuanto a la temática analizada, ya que el porcentaje de estudios que demuestran un beneficio nulo de dicha tecnología es considerable. Además, las publicaciones seleccionadas y analizadas poseen metodologías que tienen algunas fallas como, por ejemplo, errores en la metodología empleada o la utilización de grupos de sujetos no aleatorios. Por ello, no se pueden generalizar los resultados obtenidos en dichos artículos y su comparabilidad es bastante limitada con otros estudios, puesto que los instrumentos de recogida de datos de algunas de las publicaciones analizadas en la revisión sistemática carecen de estandarización. De este modo, tras la búsqueda y análisis de la literatura científica disponible con respecto al tema abordado en la presente revisión sistemática, se pueden extraer las siguientes

conclusiones en relación con los objetivos establecidos: existen multitud de aplicaciones para llevar a cabo una intervención con RA en el aula; el dispositivo más utilizado para usar la tecnología de la RA en las clases es el teléfono móvil; el 80% de estudios poseen un diseño con un corte longitudinal; no se puede establecer si el uso de la RA aporta beneficios claros al alumnado de Educación Primaria.

Para finalizar, se plantean nuevas propuestas para futuros estudios científicos: evaluación del impacto de la RA en el aprendizaje de los estudiantes y su rendimiento académico en la Educación Primaria; estudios de caso que analicen la implementación de programas específicos de RA en escuelas con alumnado que padece TEA y TDAH; investigaciones sobre el uso de la RA en el desarrollo de habilidades socioemocionales en estudiantes de Educación Primaria; análisis de la efectividad de la RA en el aprendizaje de estudiantes con Necesidades Educativas Especiales; estudios que evalúen la capacidad de la RA para motivar y retener a los/as estudiantes con altas capacidades en programas de educación; investigar sobre el uso de la RA con el fin de mejorar el aprendizaje en áreas específicas (Educación Física, Geografía, Historia...).

Referencias bibliográficas

- Adrián de Ganzo, M. del C., Padrón, F., & Dionis, A. (2019). Estrategias de aprendizaje: Incentivando la autonomía y motivación del alumnado. Vicerrectorado de Docencia. Universidad de La Laguna. Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Laguna. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/14307>
- 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>
- Álvarez, E., Bellezza, A., & Caggiano, V. (2016). Realidad Aumentada: Innovación en Educación. *Didasc@lia: didáctica y educación*, 7(1), Article 1. <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/466>
- Brazuelo, F., & Gallego, D. J. (2014). Estado del Mobile Learning en España. *Educar en Revista*, 99-128. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.38646>
- Cabero, J., & García, F. (2016). Realidad aumentada: Tecnología para la formación. Síntesis.
- Castellano, T., & Santacruz, L. P. (2018a). EnseñAPP: Aplicación Educativa de Realidad Aumentada para el Primer ciclo de Educación Primaria. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 21, 7-14.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1850-99592018000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Castellano, T., & Santacruz, L. P. (2018b). EnseñAPP: Aplicación Educativa de Realidad Aumentada para el Primer ciclo de Educación Primaria. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 21, 7-14. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1850-99592018000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Chang, H.-Y., Wu, H.-K., & Hsu, Y.-S. (2013). Integrating a mobile augmented reality activity to contextualize student learning of a socioscientific issue. *British Journal of Educational Technology*, 44(3), E95-E99. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01379.x>
- de la Horra, I. (2017). Realidad aumentada, una revolución educativa. *EDMETIC*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5762>
- de Pedro, J., & Martínez, C. L. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *Revista Iberoamericana de Tecnología del Aprendizaje*, 7(2), 102-108.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Delgado, C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>
- Flores, M., Diago, P. D., Villena, R., & Yanez, D. F. (2020). 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>
- Fombona, J., & Pascual, M. Á. (2017a). La producción científica sobre Realidad Aumentada, un análisis de la situación educativa desde la perspectiva SCOPUS. *EDMETIC*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5807>
- Gamboa, M., Gómez, R., Iparraguirre, O., Cabanillas, M., & Salazar, J. L. H. (2021). Mobile Application with Augmented Reality to Improve Learning in Science and Technology. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(10), 487-492. Scopus. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0121055>
- Hernández-Horta, I. A., Monroy-Reza, A., & Jiménez-García, M. (2018). Aprendizaje mediante Juegos basados en Principios de Gamificación en Instituciones de Educación Superior. *Formación universitaria*, 11(5), 31-40. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062018000500031>

- Ilyana, J., Ramiza, D., & Lilliat, I. (2021). Application of Mobile Augmented Visual Reality (MAVR) for Vocabulary Learning in the ESL Classroom. *Asian Journal of University Education*, 17(3), 162-173. Scopus. <https://doi.org/10.24191/ajue.v17i3.14507>
- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.018>
- Kellems, R. O., Cacciatore, G., & Osborne, K. (2019). Using an Augmented Reality-Based Teaching Strategy to Teach Mathematics to Secondary Students with Disabilities. *Career Development and Transition for Exceptional Individuals*, 42(4), 253-258. <https://doi.org/10.1177/2165143418822800>
- Liu, T.-Y. (2009). A context-aware ubiquitous learning environment for language listening and speaking. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(6), 515-527. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00329.x>
- López, J., Pozo, S., & Fuentes, A. (2019). Análisis de la competencia digital docente: Factor clave en el desempeño de pedagogías activas con Realidad Aumentada. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 17(2), 27-40.
- Ortiz-Colón, A.-M., Jordán, J., & Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: Una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e pesquisa*, 44.
- Park, Y. J., Ro, H., Lee, N. K., & Han, T.-D. (2019). Deep-cARe: Projection-Based Home Care Augmented Reality System with Deep Learning for Elderly. *Applied Sciences*, 9(18), Article 18. <https://doi.org/10.3390/app9183897>
- Piqueras, E. M., Cózar, R., & Calero, J. A. (2018). Incidencia de la realidad aumentada en la enseñanza de la historia. Una experiencia en tercer curso de educación primaria. *Enseñanza & Teaching: Revista interuniversitaria de didáctica*, 36(1), 23-39. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6538952>
- Querol, J. M., & Marías, D. (2014). La situación actual de la educación en España: ¿un suicidio colectivo? *Revista ábaco*, 4(82).
- Quintero, L. E., Jiménez, F., & Area, M. (2018). Más allá del libro de texto. La gamificación mediada con TIC como alternativa de innovación en Educación Física. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 34, 343-348. <https://doi.org/10.47197/retos.voi34.65514>

- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533-1543. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>
- Redondo, E., Sánchez, A., & Moya, J. (2012). La ciudad como aula digital: Enseñando urbanismo y arquitectura mediante Mobile Learning y la realidad aumentada: un estudio de viabilidad y de caso. *ACE: Architecture, City and Environment*, 7(19), 27-54. <https://doi.org/10.5821/ace.v7i19.2560>
- Rossano, V., Lanzilotti, R., Cazzolla, A., & Roselli, T. (2020). Augmented Reality to Support Geometry Learning. *IEEE Access*, 8, 107772-107780. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3000990>
- Sáez, J. M., Cózar, R., & Domínguez, M. C. (2018). Realidad aumentada en Educación Primaria: Comprensión de elementos artísticos y aplicación didáctica en ciencias sociales. *Digital Education Review*, 34, 59-75. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6765342>
- Sáez, J. M., Sevillano, M. L., & Pascual, M. A. (2019). Aplicación del juego ubicuo con realidad aumentada en Educación Primaria. *Comunicar: Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación*, 61, 71-82. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7048466>
- Sánchez, M. E., & Ortega, I. (2016). Propuesta de innovación metodológica en el aula de inglés para la mejora de la producción oral a través de apps educativas. En III Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC (2016), 17-18 noviembre, Las Palmas de Gran Canaria [ISBN 978-84-608-9007-2]. <https://accedacris.ulpgc.es/jspui/handle/10553/20449>
- Santiago, R., Amo, D., & Díez, A. (2014). ¿Pueden las aplicaciones educativas de los dispositivos móviles ayudar al desarrollo de las inteligencias múltiples? *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 47, Article 47. <https://doi.org/10.21556/edutec.2014.47.63>
- Santiago, R., & Díez, A. (2012). Dispositivos móviles y educación, ejemplos de las tres mejores apps para cada nivel educativo: www.eduapps.es. *Biribilka - En espiral: revista del Centro de Apoyo al Profesorado de Navarra*, 10, 6. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6415598>
- Toledo, P., & Sánchez, J. M. (2017). Realidad Aumentada en Educación Primaria: Efectos sobre el aprendizaje. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 16(1), 79-92. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6046929>

- Tosto, C., Hasegawa, T., Mangina, E., Chifari, A., Treacy, R., Merlo, G., & Chiazzese, G. (2021). Exploring the effect of an augmented reality literacy programme for reading and spelling difficulties for children diagnosed with ADHD. *Virtual Reality*, 25(3), 879-894. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00485-z>
- Tsai, C.-Y., & Lai, Y.-C. (2022). Design and Validation of an Augmented Reality Teaching System for Primary Logic Programming Education. *Sensors*, 22(1), 389. <https://doi.org/10.3390/s22010389>
- Yáñez, J. C., & Arias, M. (2018). M-learning: Aceptación tecnológica de dispositivos móviles en la formación online. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 193, 13-34. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.193>