

Revisión de la realidad aumentada y realidad virtual como impulso a la educación de los estudiantes más jóvenes

Jorge de Jesús Cedillo Gutiérrez

2023-09-28

Abstract

Este artículo presenta una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre la integración de la realidad aumentada y la realidad virtual en el ámbito educativo. Se analizan casos de estudio, investigaciones y enfoques pedagógicos que han empleado estas tecnologías con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, se exploran tendencias emergentes y perspectivas futuras en este campo. La revisión destaca el impacto positivo de la realidad aumentada y virtual en la motivación de los estudiantes, el compromiso y la comprensión de los conceptos. Se discuten los desafíos y las oportunidades que estas tecnologías presentan en el contexto educativo y se subraya la importancia de su implementación adecuada.

Contents

1	Introducción	3
2	Método	3
3	Revisión de la literatura	3
3.1	Realidad Aumentada	3
3.1.1	Beneficios de la Realidad Aumentada en la educación	3
3.1.2	Desafíos y Limitaciones de la Realidad Aumentada en la Educación	4
3.1.3	Impacto en la Enseñanza y el Aprendizaje	4
3.1.4	Motivación y Participación de los Estudiantes	5
3.1.5	Opiniones y Experiencias de los Profesores	5
3.1.6	Comparación entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual en Educación	5
3.2	Realidad Virtual	8
4	Resultados	8
	Bibliografía	8

1 Introducción

La educación es un pilar fundamental en el desarrollo de la sociedad, y en la era digital en la que vivimos, la integración de tecnologías innovadoras se ha convertido en una oportunidad clave para enriquecer la experiencia de aprendizaje de los estudiantes más jóvenes. En este contexto, la realidad aumentada y la realidad virtual han surgido como herramientas prometedoras que pueden transformar la forma en que los estudiantes interactúan con el conocimiento.

El presente estudio busca abordar las implicaciones y posibilidades que ofrecen la realidad aumentada y la realidad virtual en el contexto educativo. A través de una revisión exhaustiva de la literatura existente, se analizarán casos de estudio, investigaciones y enfoques pedagógicos que han empleado estas tecnologías con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, se examinarán las tendencias emergentes y las perspectivas futuras en este campo, con el propósito de proporcionar una visión completa y actualizada de cómo la realidad aumentada y virtual están influyendo en la educación de los jóvenes estudiantes.

2 Método

Se realizó una búsqueda de artículos con las palabras clave:

- Realidad aumentada en la educación
- Realidad aumentada
- ¿Qué es la realidad aumentada?
- Does Augmented Reality (AR) improve learning?

Y se clasificaron los resultados de acuerdo a lo siguiente...

3 Revisión de la literatura

3.1 Realidad Aumentada

3.1.1 Beneficios de la Realidad Aumentada en la educación

La Realidad Aumentada (RA) en la educación ha demostrado ser una herramienta prometedora con diversos beneficios. Prendes (2015) destaca la posibilidad de interacción entre marcadores y la mejora continua de aplicaciones existentes, como ARChemistry de Paradox. Aunque se señala la falta de implementaciones gratuitas, esto representa una área de desarrollo futuro [1].

Cabero and Barroso (2016) enfatizan la importancia de diseñar entornos flexibles que aborden los desafíos tecnológicos, convirtiendo la incorporación de RA en un asunto educativo y didáctico. Subrayan la necesidad de desarrollar competencias digitales en docentes y estudiantes, así como investigar metodologías y crear materiales multiplataforma [2].

Wu et al. (2013) señalan que, aunque la RA tiene un gran potencial para respaldar el aprendizaje y la enseñanza al integrar múltiples tecnologías, su implementación en entornos educativos presenta diversas consideraciones. Analizaron estudios empíricos y discutieron las cuestiones que deben tenerse en cuenta al implementar la RA en entornos educativos [3].

Lin et al. (2013) llevaron a cabo un estudio sobre un sistema de Física en Realidad Aumentada y encontraron que los puntajes postprueba de los estudiantes relacionados con colisiones elásticas mejoraron significativamente con el uso del sistema de RA. Esto sugiere un impacto positivo en el conocimiento de los estudiantes mediante la implementación de la RA [4].

Chang et al. (2022) sugieren que intervenciones más prolongadas con RA tienden a generar respuestas más positivas, incluyendo una mayor motivación para el aprendizaje, una actitud de aprendizaje

mejorada y mayores logros en términos de conocimientos y habilidades aprendidas [5].

Sáez-López et al. (2020) destacan que, una vez superadas las barreras de recursos, planificación de clases y capacitación inicial de maestros, la Realidad Aumentada proporciona beneficios centrados en pedagogías que generan entusiasmo entre los estudiantes. Se observan ventajas significativas en creatividad, innovación, participación y especialmente en la motivación de los participantes [6].

Gutiérrez y Meneses Fernández (2014) destacan que las aplicaciones de RA pueden mejorar, motivar y estimular la comprensión de los estudiantes en eventos específicos, especialmente aquellos para los cuales la instrucción tradicional ha resultado inapropiada o difícil. Además, la interacción en entornos aumentados permite un aprendizaje rápido [7].

Montecé-Mosquera et al. (2017) subrayan la idea de que la combinación de una o varias herramientas con la Realidad Aumentada puede mejorar la obtención de resultados en diversas áreas de aplicación [8].

3.1.2 Desafíos y Limitaciones de la Realidad Aumentada en la Educación

A pesar de los beneficios, la integración de la RA en entornos educativos no está exenta de desafíos. En el estudio de EcoMOBILE (2013), los profesores expresaron opiniones mixtas sobre el impacto específico de la RA en el aprendizaje de los estudiantes. Aunque la RA fue efectiva para aumentar la participación y mejorar las actividades basadas en probeware durante excursiones, las opiniones sobre su impacto directo en el aprendizaje fueron variadas [9].

Estos beneficios no vienen sin desafíos. El estudio de Demitriadou et al. (2019) indica que, aunque la implementación de tecnologías de realidad virtual y aumentada en la educación mejora la interactividad y el interés de los estudiantes en la educación matemática, se deben considerar cuidadosamente las estrategias de enseñanza y los objetivos de aprendizaje [10].

A pesar de estos beneficios, es esencial abordar los desafíos prácticos. Yaman y Karaköse (2016) resaltan que la educación visual, respaldada por animaciones y presentaciones, ofrece ventajas como un aprendizaje más rápido, mayor memorabilidad y ahorro de costos en términos de materiales impresos. Sin embargo, la implementación efectiva de estas tecnologías debe ser considerada [11].

3.1.3 Impacto en la Enseñanza y el Aprendizaje

El estudio de Di Serio et al. (2013) sugiere que la RA puede tener un impacto significativo en la enseñanza y el aprendizaje. Se destaca que las capacidades inmersivas de la RA ayudan a mantener altos niveles de atención e interés en el contenido de aprendizaje, lo que resulta en mayores niveles de concentración y memorización entre los estudiantes [12].

La investigación de AR Strategies (2020) enfatiza la importancia de una planificación cuidadosa antes de la implementación de la tecnología de RA en entornos de aprendizaje. Se destaca la necesidad de considerar las necesidades de los estudiantes, los objetivos de aprendizaje, el equipo de soporte y los tipos de estrategias de aprendizaje que se adapten a las necesidades de los estudiantes [13].

Bower et al. (2014) subrayan la capacidad de la RA para superponer medios ricos en el mundo real a través de dispositivos habilitados para web, como teléfonos y tabletas. Esto puede reducir la sobrecarga cognitiva al proporcionar un andamiaje perfectamente situado y permitir el aprendizaje de diversas maneras [14].

Rizov y Rizova (2015) presentan resultados de una encuesta que sugiere que los estudiantes muestran resultados significativamente mejorados al aumentar el interés, comprender y interiorizar el material de aprendizaje mediante el uso de la Realidad Aumentada. Los profesores universitarios también observaron mejoras significativas en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y en su propio proceso de enseñanza, tanto desde una perspectiva pedagógica como técnica [15].

Morales et al. (2016) expanden la discusión hacia el potencial transformador de las soluciones educativas de Realidad Aumentada y Realidad Virtual (AR-VR). Estas soluciones representan una nueva frontera en la enseñanza, el trabajo y la investigación, ofreciendo un amplio campo por descubrir sobre cómo influyen en tiempo real en los procesos cognitivos y emocionales durante las actividades de aprendizaje [16].

3.1.4 Motivación y Participación de los Estudiantes

Los docentes han observado altos niveles de participación de los estudiantes al utilizar smartphones con RA en el aula. Sin embargo, según el estudio de Teachers' Views on Integrating Augmented Reality in Education (2023), aunque los profesores informan una fuerte participación de los estudiantes, las opiniones sobre el impacto específico de la RA en el aprendizaje son diversas [17].

El artículo de Basogain et al. (2007) presenta la idea de que la Realidad Aumentada puede servir como un puente entre los conceptos teóricos y la realización física de experimentos. Utilizando una cámara para capturar la imagen de dispositivos reales, la RA muestra al alumno el dispositivo real con información adicional relacionada con los conceptos teóricos. Esta adición virtual puede presentarse en varios formatos, como 2D, 3D, video, audio o texto [18].

Gurevych et al. (2021) destacan la introducción de la tecnología de Realidad Aumentada como un medio para mejorar la calidad de la educación. La RA motiva a los estudiantes a estudiar de manera autónoma, aumenta el interés en el material educativo, desarrolla el deseo de utilizar capacidades técnicas interactivas y tecnologías modernas, y ofrece la posibilidad de reemplazar libros de texto y equipos de laboratorio con modelos multimedia de computadora [19].

3.1.5 Opiniones y Experiencias de los Profesores

Marín Díaz et al. (2016) aportan una perspectiva importante sobre la RA en la etapa de educación infantil. Afirman que la RA puede provocar la curiosidad y la sorpresa en los estudiantes, elementos cruciales en esta etapa formativa. La visión de los maestros en formación sobre esta herramienta emergente es esencial para su implementación efectiva [20].

3.1.6 Comparación entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual en Educación

11. "a longer AR intervention is likely to result in higher positive responses, such as higher learning motivation or better learning attitude, and higher learning achievements, such as learned knowledge and skill." [5]
12. "From the data analyzed, we also highlight that once the availability of resources, class planning and initial teacher training are overcome, augmented reality provides benefits and advantages centered on pedagogies that allow for greater enthusiasm on the part of the students, with significant advantages in creativity, innovation, participation, and especially in the motivation of participants." [6]
13. "Visual education has many advantages, such as learning faster, memorability and in terms of paper expenses. The visual animations and presentations have become a very important material in higher education in recent years along with the development of computer technologies." [11]
14. "The capacity to overlay rich media onto the real world for viewing through web-enabled devices such as phones and tablet devices means that information can be made available to students at the exact time and place of need. This has the potential to reduce cognitive overload by providing students with "perfectly situated scaffolding", as well as enable learning in a range of other ways." [14]

15. "The introduction of augmented reality technology makes it possible to improve the quality of education by motivating students to self-study, increasing audience interest in educational material, developing a desire to use modern interactive technical capabilities and technologies, replacing textbooks and laboratory equipment with multimedia computer models." [19]
16. "These applications show that augmented reality can be means of enhancing, motivating and stimulating learners' understanding of certain events, especially those for which the traditional notion of instructional learning have proven inappropriate or difficult. Furthermore, the students can learn in a quick mode by interacting on the augmented environments." [7]
17. "Se considera que la unión de una o varias herramientas a la realidad aumentada podrían generar mejor obtención de resultados independientemente del área de aplicación a la que sea sometida esta tecnología." [8]
18. "La RA puede provocar en los estudiantes la curiosidad y sorpresa por aprender, elementos claves en la etapa de infantil, momento en el que las actitudes, aptitudes, estereotipos, valores, creencias, etc. van cobrando forma. En consecuencia, es relevante la visión que tienen los maestros en formación en torno a esta herramienta catalogada como emergente ya en 2012" [20]
19. "Results from the survey imply that students show significantly improved results in increasing the interest, understanding and interiorizing the learning material. University teachers found that using augmented reality is significantly improving the learning process of students and their teaching process in a pedagogical and technical sense." [15]
20. "Las soluciones educativas AR-VR representan una nueva frontera, no sólo en la enseñanza, sino incluso en el trabajo y la investigación. Hay un campo amplio por descubrir con el fin de averiguar cómo influyen estas aplicaciones de educativas interactiva en tiempo real en procesos cognitivos y emocionales durante nuestras actividades de aprendizaje." [16]
21. "La realidad aumentada (RA) mejora el rendimiento de la enseñanza de forma similar a la de los materiales didácticos más utilizados por profesores (tanto libros ilustrados como interacciones físicas). La RA no solo facilita el aprendizaje sino que también incrementa la motivación de los estudiantes de mejor manera que los materiales didácticos previamente mencionados" [21]
22. "La RA es más eficaz como medio de aprendizaje porque los estudiantes pueden ver los objetos reales reproducidos durante el aprendizaje y la práctica. Una mayor investigación y desarrollo hará de la RA una herramienta de aprendizaje más prometedora en el futuro." [22]
23. "Los resultados indicaron que el uso de la tecnología RA puede tener el potencial de mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes en el nivel de análisis y sus actitudes de aprendizaje hacia la biología, además, los mismos estudiantes mencionaron que la RA podría ser eficaz para mejorar su aprendizaje de biología." [23]
24. "Actualmente, la RA es una tecnología popular que se utiliza ampliamente en entornos educativos. Una de las razones más importantes por las que la Realidad Aumentada se utiliza tan ampliamente es que ya no requiere hardware costoso ni equipos sofisticados." [24]
25. "Cuando los estudiantes y profesores no se enfrentan a un espacio plano o puramente tridimensional, sino a un entorno de aprendizaje integrado por objetos virtuales

- y escenas reales, al igual que la realidad aumentada, los medios tradicionales de interacción pueden no adaptarse. Pero también proporciona más espacio para explorar, como por ejemplo cómo establecer el contenido del curso mediante la teoría de la cognición situada y la teoría de las actividades de aprendizaje en el entorno de la fusión virtual-real, cómo crear actividades de enseñanza, cómo la comunicación entre los estudiantes puede ser más directa, cómo construir el modelo de experiencia de aprendizaje de los usuarios y el modelo de comportamiento interactivo, todos estos problemas esperan que los desarrolladores y usuarios del entorno de aprendizaje de realidad aumentada los exploren.”[25]
26. “Igualmente encontramos el proyecto “APRENDRA”, desarrollado por El grupo de Gráficos y Multimedia del Instituto de Automática e Informática Industrial (ai2) y l’Escola d’Estiu de la Universidad Politécnica de Valencia, junto con el Instituto Tecnológico del Juguete (AIJU) de Ibi(Alicante). Aquí se pretende utilizar la tecnología de Realidad Aumentada para elaborar juegos educativos para el aula mediante la fórmula educación + entretenimiento conocida como “edutainment”. Los primeros resultados han consistido en implementar una aplicación para iphone en la que a través de unos marcadores, es posible observar a través de la pantalla diferentes modelos virtuales 3D que se corresponden con la flora, fauna y monumentos de Asia, África y América Central y del Sur(Aprendra, 2010). La aplicación ha sido testada con alumnos de tercero y cuarto de Educación Primaria, para los que se han desarrollado diferentes juegos educativos que utilizan la tecnología de Realidad Aumentada para favorecer la interacción entre el niño y los modelos virtuales.” [26]
 27. “Aunque las investigaciones han indicado que la instrucción facilitada por la realidad aumentada (RA) mejora el rendimiento del aprendizaje, se recomienda realizar más investigaciones sobre la utilidad de la RA desde una perspectiva psicológica. Los investigadores consideran que la presencia es un efecto psicológico importante cuando los usuarios están inmersos en entornos de realidad virtual. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones sobre la presencia de estudiantes se han centrado en medirla más que en los factores que la influyen.”[27]
 28. “En muchos casos, a lo largo del curso académico se realizan salidas fuera del aula y se visitan lugares como complemento educativo a las clases regladas. Los museos, galerías, fábricas, empresas, incorporan la realidad aumentada en sus recorridos proporcionando una información completa y audiovisualmente muy atractiva a los visitantes. Los estudiantes además de aprender la materia objeto de la visita desarrollan las destrezas que el manejo de esta tecnología les proporciona.” [28]
 29. “La Realidad Aumentada (RA) actúa como un puente entre la enseñanza y el aprendizaje digital. Los docentes son el factor central de cualquier sistema educativo y desempeñan un papel importante en la incorporación y adopción de la tecnología en la educación.” [29]
 30. “Los libros de texto aumentados comprenden otra variante interesante de la RA. Para visualizar objetos de RA, únicamente se precisa la instalación de un software especial en el ordenador, así como enfocar el libro con una cámara web. La finalidad no es otra que complementar la información textual o gráfica, característica de un libro, con simulaciones o análisis de casos de estudio, propiciándose así una aproximación más global y holística de los contenidos expuestos” [30]
 31. “El estudio realizado muestra que la participación en experiencias de RA aumenta la motivación de los estudiantes, esto medido a través del IMMS y las diferentes dimensiones que lo componen: confianza, atención, satisfacción y relevancia. Se encontró una relación significativa entre el grado de motivación y el aumento del

- rendimiento. Cuanto mayor sea la motivación (confianza, atención, satisfacción y relevancia), mayor será el desempeño o la retención de la información aprendida.” [31]
32. “Pese a esta percepción positiva de alumnos y docentes estos primeros pasos en la implantación conllevan dificultades y problemas. Los principales son la creación de los contenidos, que para los alumnos no es relevante, es para el profesor un problema. No se siente preparado para enfrentarse a los problemas técnicos no ya de la creación de los contenidos sino de los problemas que plantean los errores que aparecen en los Tablet o en los contenidos.” [32]
33. “El avance de la tecnología hoy en día ha mejorado los métodos de aprendizaje que están empezando a anular los métodos tradicionales. La Realidad Aumentada (AR) es una de esas tecnologías que ha tenido muchas aplicaciones en la educación. Este artículo describe cómo una aplicación de Realidad Aumentada Inmersiva (iAR), junto con un libro, pueden actuar como un nuevo método de aprendizaje inteligente al involucrar tantos sentidos y funciones humanas del usuario como sea posible.” [33]
34. “Tal y como manifiestan los alumnos, la capacitación en la integración de las TIC puede abrir grandes oportunidades laborales a los profesionales de la educación, puesto que es imprescindible que sean capaces de responder a las necesidades y exigencias del contexto social actual. Pero, esta formación no solamente repercutirá en los docentes, sino que se reflejará en las destrezas de los discentes, puesto que el uso de las TIC puede traer grandes beneficios (autonomía, interactividad, cooperación, creatividad, integración. . .)” [34]
35. “Los profesores y estudiantes pueden utilizar la tecnología actual para visualizar conceptos de física que son bastante difíciles de comprender, como el concepto de imágenes en espejos y lentes, el concepto de inducción magnética, el concepto de fuerza magnética, concepto de inducción electromagnética y otros. Hay muchas muchas de estas tecnologías que se pueden utilizar en la educación y una de las cuales es la tecnología de Realidad Aumentada (RA).”
36. ""

3.2 Realidad Virtual

4 Resultados

Se encontraron 20 artículos referentes al tema, entre los cuales, destaca la postura o iniciativa de tecnología en la que se describe un método como lo plantean los autores x, y, y z. A partir de lo cual, se reconoce que. . .

Bibliografía

1. Espinosa, C.P.: REALIDAD aumentada y educación: ANÁLISIS de experiencias prácticas. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación. (2015)
2. Cabero, J., Barroso, J.: The educational possibilities of augmented reality. New Approaches in Educational Research. 5, (2016)
3. Wu, H.-K., Lee, S.W.-Y., Chang, H.-Y., Liang, J.-C.: Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. Computers & Education. 62, (2013)
4. Lin, T.-J., Duh, H.B.-L., Li, N., Wang, H.-Y., Tsai, C.-C.: An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system.

Computers & Education. 68, (2013)

5. Chang, H.-Y., Binali, T., Liang, J.-C., Chiou, G.-L., Cheng, K.-H., Lee, S.W.-Y., Tsai, C.-C.: Ten years of augmented reality in education: A meta-analysis of (quasi-) experimental studies to investigate the impact. *Computers & Education*. 191, (2022)
6. Sáez-López, J.-M., Cózar-Gutiérrez, R., González-Calero, J.A., Carrasco, C.J.G.: Augmented reality in higher education: An evaluation program in initial teacher training. *Education Sciences*. 10, (2020)
7. Gutiérrez, J.M., Fernández, M.D.M.: Augmented reality environments in learning, communicational and professional contexts in higher education. *Digital Education Review*. 26, (2014)
8. Montecé-Mosquera, F., Verdesoto-Arguello, A., Montecé-Mosquera, C., Caicedo-Camposano, C.: Impacto de la realidad aumentada en la educación del siglo xxi. *European Scientific Journal, ESJ*. 13, (2017)
9. Kamarainen, A.M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M.S., Dede, C.: EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*. (2013)
10. Demitriadou, E., Stavroulia, K.-E., Lanitis, A.: Comparative evaluation of virtual and augmented reality for teaching mathematics in primary education. *Education and Information Technologies*. 25, (2019)
11. Yaman, O., Karaköse, M.: Development of image processing based methods using augmented reality in higher education. 2016 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET). (2016)
12. Serio, Á.D., Ibáñez, M.B., Kloos, C.D.: Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*. (2013)
13. Hanid, M.F.A., Said, M.N.H.M., Yahaya, N.: Learning strategies using augmented reality technology in education: Meta-analysis. *Universal Journal of Educational Research*. 8, (2020)
14. Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., Grover, D.: Augmented reality in education – cases, places and potentials. *Educational Media International*. 51, (2014)
15. Rizov, T., Rizova, E.: AUGMENTED reality as a teaching tool in higher education. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*. 3, 7–15 (2015)
16. Morales, E.Á., Bellezza, A., Caggiano, V.: Realidad aumentada: Innovación en educación. *Didasc@lia: didáctica y educación*. 7, 195–212 (2016)
17. Perifanou, M., Economides, A.A., Nikou, S.A.: Teachers' views on integrating augmented reality in education: Needs, opportunities, challenges and recommendations. *Future Internet*. 20, (2023)
18. Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouéche, C., Olabe, J.C.: Realidad aumentada en la educación: Una tecnología emergente. *Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, EHU*. (2007)
19. Gurevych, R., Silveistr, A., Mokliuk, M., Shaposhnikova, I., Gordiichuk, G., Saiapina, S.: Using augmented reality technology in higher education institutions. *Postmodern Openings*. (2021)
20. Díaz, V.M., others: Posibilidades de uso de la realidad aumentada en la educación inclusiva: Estudio de caso. *Ensayos: revista de la Escuela Universitaria de Formación del Profesorado de Albacete*. (2016)
21. Hung, Y., Chen, C.-H., Huang, S.-W.: Applying augmented reality to enhance learning: A study of different teaching materials. *J. Comput. Assist. Learn*. 33, 252–266 (2017)
22. Liono, R.A., Amanda, N., Pratiwi, A., Gunawan, A.A.S.: A systematic literature review: Learning with visual by the help of augmented reality helps students learn better. *Procedia Computer Science*. 179, 144–152 (2021)

23. Weng, C., Otanga, S., Christianto, S.M., Chu, R.J.-C.: Enhancing students' biology learning by using augmented reality as a learning supplement. *Journal of Educational Computing Research*. 58, 747–770 (2020)
24. Akçayir, M., Akçayir, G.: Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational research review*. 20, 1–11 (2017)
25. Zheng, S.: Research on mobile learning based on augmented reality. *Open Journal of Social Sciences*. 03, 179–182 (2015). <https://doi.org/10.4236/JSS.2015.312019>
26. Torres, D.R.: Realidad aumentada, educación y museos. *Revista ICONO 14. Revista científica de Comunicación y Tecnologías emergentes*. 9, 212–226 (2011)
27. Chen, Y.-H., Wang, C.-h.: Learner presence, perception, and learning achievements in augmented-reality-mediated learning environments. *Interactive Learning Environments*. 26, 695–708 (2018). <https://doi.org/10.1080/10494820.2017.1399148>
28. Sevilla, A.B.: Realidad aumentada en educación. (2017)
29. Gargrish, S., Sharma, B., Tuli, N., Mantri, A., Modgil, A.: Augmented reality applications in education: Teachers opinion. *SSRN Electronic Journal*. (2021). <https://doi.org/10.2139/ssrn.3833872>
30. Pedro Carracedo, J. de, Méndez, C.L.M.: Realidad aumentada: Una alternativa metodológica en la educación primaria nicaragüense. *Rev. Iberoam. de Tecnol. del Aprendiziz*. 7, 102–108 (2012)
31. Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Llorente-Cejudo, C., Mar Fernández Martinez, M. del: Educational uses of augmented reality (ar): Experiences in educational science. *Sustainability*. (2019). <https://doi.org/10.3390/su11184990>
32. Morales, P.T., García, J.M.S.: Realidad aumentada en educación primaria: Efectos sobre el aprendizaje. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*. 16, 79–92 (2017)
33. Bazzaza, M.W., Delail, B.A., Zemerly, M., Ng, J.W.P.: IARBook: An immersive augmented reality system for education. 2014 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE). 495–498 (2014). <https://doi.org/10.1109/TALE.2014.7062576>
34. Pérez, S.M., Robles, B.F., Osuna, J.B.: La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior. *Campus Virtuales*. 10, 9–19 (2021)