

# 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

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Método</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Revisión de la literatura</b>	<b>3</b>
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 . . . . .	3
3.1.3	Impacto en la Enseñanza y el Aprendizaje . . . . .	3
3.1.4	Motivación y Participación de los Estudiantes . . . . .	3
3.1.5	Opiniones y Experiencias de los Profesores . . . . .	3
3.1.6	Comparación entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual en Educación . . . .	3
3.2	Realidad Virtual . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Resultados</b>	<b>9</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>10</b>

# 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

### 3.1.2 Desafíos y Limitaciones de la Realidad Aumentada en la Educación

### 3.1.3 Impacto en la Enseñanza y el Aprendizaje

### 3.1.4 Motivación y Participación de los Estudiantes

### 3.1.5 Opiniones y Experiencias de los Profesores

### 3.1.6 Comparación entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual en Educación

1. “Los elementos motivacionales del uso de la tecnología están ya suficientemente probados como para quedar fuera de discusión (Reinoso, 2012) y muchos autores defienden que la tecnología de RA sirve realmente para mejorar la práctica educativa y la comprensión de ciertos aspectos de la realidad por parte de los alumnos. Igualmente se ha utilizado también para proporcionar prácticas a los discentes (aplicaciones médicas) que de otra forma serían imposibles de proporcionar con sujetos reales”. [1]
2. “Otras mejoras vendrán de la mano de aplicaciones que permitan la interacción entre los propios marcadores, esta clase de interacción ya está conseguida y funciona perfectamente (por ejemplo, ARChemistry de Paradox). No se ha encontrado ninguna aplicación gratuita que las implemente, ésta es una de las características que la empresa Aumentaty ha señalado para desarrollar en su próxima versión de su software gratuito Aumentaty Author”. [1]

3. “The incorporation of AR into teaching situations makes it necessary to envisage several principles, such as: designing environments which are flexible enough to ensure that AR incorporation does not become a technological problem but an educational and didactic issue; assuming the limitations posed by the context; working with curricular contents for the purpose of achieving a penetration level that goes beyond merely marginal aspects, and enabling teachers as well as students to have sufficiently developed digital competences; doing research into the methodologies which can be mobilized within AR; producing multi-platform materials which can be used in various formats; and training the teaching staff in didactic competence so that they can incorporate AR into educational practices and use it to create scenographies that prove enriching in educational terms, and not merely beautiful from an esthetic and technological perspective. These are the aspects around which our research project will revolve. The present paper is going to conclude with the remarks made”. [2]
4. “The considerations above allow us to establish a clear difference between AR and VR, since virtual data replace physical ones in the latter, as a result of which a new reality arises. Instead, AR shows two realities overlapping on different information layers in various formats (computer-generated images, video sequences, animations, etc.) in order to shape a new reality which is the one that a person truly interacts with.”. [2]
5. “Overall, results of the students’ surveys and teacher feedback suggest that there are multiple benefits to using this suite of technology for teaching and for learning. For teaching, AR can be harnessed to create a learning experience that is student-centered, and provides opportunities for peer-teaching, collaboration, and one-on-one teacher guidance.”. [3]
6. “Teachers reported high levels of student engagement with the smartphones, but written survey results from the teachers indicated mixed opinions about the specific impact of the smartphones on student learning. Teachers’ surveys indicated a strong feeling about the effectiveness of the probeware for supporting student learning, while the AR was rated more neutrally on this same question. Through analysis of observations, survey responses, and interviews we concluded that, in this use case, AR was most effective as a mode of engagement and as a way of structuring and enhancing the probeware-based activities of the field trip.”. [3]
7. “Such feedback suggests that AR can provide a powerful pedagogical tool that supports student-centered learning. Given the positive effects of student-centered approaches on higher-order skills such as critical thinking and problem solving (McCombs & Whisler, 1997), these technologies may support the use of sophisticated pedagogical approaches of great benefit to student learning. They can encourage active processing thus helping students to develop deeper understanding, discover gaps in their understanding, and realize the potential for transfer in similar contexts.”. [3]
8. “Students had no problems at all in learning how to interact with the different masterpieces presented and easily switched among the pictures. They quickly learned how to navigate through the information presented. From the very beginning of the experience, a collaboration nexus among students was established.”. [4]
9. “The motivation mean scores obtained were  $M = 3.62$  for the augmented reality based learning scenario and  $M = 3.29$  for the course based on slides. A clear improvement on the attention and the satisfaction motivation factors for the learning environment based on augmented reality technology compared with a more traditional learning environment was noticed. These results were supported by a qualitative study where students claimed that an AR learning environment was more appealing and easy to understand than the slidebased course”. [4]

10. “We believe that the immersive capabilities of AR helped students maintain higher levels of attention and interest on the learning content. The higher concentration and memorization levels that students claimed to achieve with AR technology, seems to cause this positive effect on learning outcomes.” [4]
11. “In relation with the usability study, authors were greatly surprised to observe how students were able to quickly learn and use the augmented reality system and the ease with which students overcame the technical problems that arose. Students manifested their interest in continuing using this technology in other courses and at home. Thus, although AR is not mature enough to be used massively in education, enthusiasm of middle-school students diminished most of the barriers found.” [4]
12. “Teachers appreciated the visualization/ virtualization, augmentation, and interactivity affordances offered by AR for integrating ARinE. Some teachers thought that it is easy to find AR resources, while others thought that it is difficult.” [5]
13. “Teachers believed that AR mainly increases students’ interest and engagement as well as it facilitates students’ interaction, understanding, exploration, explanation and experiences that previously were not possible. In addition, they considered that AR supports and facilitates interactive learning and experiential learning as well as visualization and teaching topics that previously were not possible” [5]
14. “On the other hand, these teachers believed that the cost of buying and maintaining AR equipment and resources as well as the lack of AR educational content and resources prevent the integration of ARinE” [5]
15. “One type of AR technologies includes a head-mounted display and/or an additional backpack with computer equipment. The cumbersome and expensive design could cause problems such as discomfort and poor depth perception (Kerawalla et al., 2006). To avoid these problems, current development of AR systems adopts portable technologies that are less obtrusive and enhance a sense of immersion and presence.” [6]
16. “Our analyses and discussions of empirical studies in AR indicated that while augmented reality can be created by integrating multiple technologies and has a great potential to support learning and teaching, there are various issues to consider when AR is implemented in educational settings.” [6]
17. “The t-test result of their post-test scores indicates that the learners’ knowledge related to elastic collision was significantly improved by using the developed AR Physics system.” [7]
18. “The results indicate that the implementation of new technologies in education of virtual and augmented reality improve interactivity and student interest in mathematics education, contributing to more efficient learning and understanding of mathematical concepts when compared to traditional teaching methods.” [8]
19. “Prior to using the AR technology in the learning environment, researchers are encouraged to plan well-structured teaching and learning components encompassing (1) students’ needs, (2) learning objectives, (3 ) the forms of support such as equipment, and (4) the types of learning strategies that suit students’ needs” [9]
20. “The technologies used in particular Augmented Reality must be integrated with appropriate learning strategies for the purpose of making an impact on improving the quality of the learning process. The selection of appropriate learning strategies can influence the success and effectiveness of the technology support used, such as Augmented Reality in education.” [9]

21. “Una aplicación de contenidos multimedia basada en Realidad Aumentada requiere realizar los siguientes pasos: a) diseño de la aplicación y de los contenidos, b) generación de los contenidos y c) desarrollo de la aplicación en la plataforma de Realidad Aumentada (AMIRE)”. [10]
22. “La Realidad Aumentada establecerá un puente entre los conceptos teóricos y la realización física de los experimentos con los dispositivos reales. El sistema mediante una cámara captura la imagen del dispositivo real (por ejemplo un circuito electrónico) y mostrará al alumno en la pantalla del ordenador el dispositivo real con información adicional. La información virtual añadida a la imagen real estará relacionada con los conceptos teóricos del dispositivo real y se presentará en un formato 2D, 3D, video, audio o texto entre otros”. [10]
23. “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.” [11]
24. “Use of AR in language or social studies learning is more likely to result in higher positive responses than use of AR in science learning. The reason conjectured for this finding may relate to the nature of different subject areas and how AR may provide different degrees of senses of innovative experiences for a subject area, but this conjecture requires future investigation” [11]
25. “It was found that using refined or innovative AR interventions can further promote students’ positive responses by another small effect size, and enhance students’ knowledge and skill by another medium effect size, when compared to original or regular AR interventions.” [11]
26. “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.” [12]
27. “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.” [13]
28. “It can be easily preferred and applied in the departments such as Chemistry, Biology and Geography in the field of Science. The unclarity of images used in courses leads to ambiguity. In this study, image processing based approaches have been developed to ensure more effective learning of the courses in higher education.” [13]
29. “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]
30. “It was found that augmented reality technologies stimulate the educational process and provide the opportunity to implement knowledge in both humanities and natural sciences. This technology expands the educational process towards clarity and motivates the student to further study the material.” [15]
31. “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.”[15]
32. “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.” [16]
  33. “Se aporta una solución tecnológica móvil de bajo costo, con el fin de innovar el proceso de enseñanza donde los estudiantes podrán acceder a contenidos virtuales en tercera dimensión sobre los temas que están aprendiendo, generando un ambiente de trabajo diferente que motive a los alumnos a aprender.” [17]
  34. “La aplicación de la tecnología de la realidad aumentada al proceso de enseñanza-aprendizaje presenta ventajas respecto a los métodos tradicionales de enseñanza. El realismo, interactividad, motivación e interés en aprender son los factores más importantes a destacar, evidenciado en los alumnos a partir del uso de esta herramienta.” [17]
  35. “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.” [17]
  36. “En el caso de las Ciencias de la Educación llevar a cabo estudios como este presenta como principal limitación, el desconocimiento que tanto docentes en ejercicio como en formación puedan presentar ante las herramientas digitales que van apareciendo en la sociedad y que los estudiantes incorporan a su vida cotidiana de manera natural.” [18]
  37. “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” [18]
  38. “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.” [19]
  39. “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.” [20]
  41. “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]
  42. “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 inves-

- tigación y desarrollo hará de la RA una herramienta de aprendizaje más prometedora en el futuro.” [22]
43. “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]
44. “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]
45. “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]
46. “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]
47. “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]
48. “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]
49. “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]

50. “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]
51. “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]
52. “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]
53. “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]
54. “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]
55. “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).”
56. ""

### 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. 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)
4. 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)
5. 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)
6. 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)
7. 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)
8. 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)
9. 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)
10. 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)
11. 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)
12. 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)
13. 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)
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. Gurevych, R., Silveistr, A., Mokliuk, M., Shaposhnikova, I., Gordiichuk, G., Saiapina, S.: Using augmented reality technology in higher education institutions. Postmodern Openings. (2021)
16. Gutiérrez, J.M., Fernández, M.D.M.: Augmented reality environments in learning, communicational and professional contexts in higher education. Digital Education Review. 26, (2014)

17. 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)
18. 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)
19. 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)
20. Morales, E.Á., Bellezza, A., Caggiano, V.: Realidad aumentada: Innovación en educación. *Didasc@lia: didáctica y educación*. 7, 195–212 (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 Aprendiz.* 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)