

Co-creación desde el colegio, para generar recursos educativos digitales con realidad aumentada para diferentes áreas

Co-creation from school, to generate digital educational resources with augmented reality in different areas

Jairo Hernando Quintero Madroñero¹², Johann Sebastian Saavedra¹, Jhoni Ricardo Cerón Chaves¹

¹ Docente investigador, *Departamento de ingeniería, Grupo Virtualab, Instituto Tecnológico del Putumayo, Barrio Luis Carlos Galán, Mocoa, Colombia*

jairo.quintero@upb.edu.co; johann328@hotmail.com; jceronch@itp.edu.co

² Estudiante investigador, *Facultad de ingeniería, Grupo GIDATIC, Universidad Pontificia Bolivariana, Circular 1a 70-01 Laureles, Medellín, Colombia.*

Recibido: 15/feb/2019 Revisado: 30/abr/2019

Aceptado: 30/may/2019 Publicado: 30/jul/2019

Resumen El uso de la Realidad Aumentada (RA) con fines educativos se ha incrementado, fundamentalmente durante la última década. Existen reportes de investigación del uso de RA en distintos niveles de formación, sin embargo, es conveniente analizar si éstos se encuentran adaptados a las verdaderas necesidades de las instituciones educativas y de su contexto, si han sido pensados en favor de los requerimientos del profesor de cada área y del mismo discente, si se han analizado los costos de implementación de algunas aplicaciones de RA. En el caso de la institución educativa Luis Carlos Galán (Colombia), donde se realizó este estudio, existe una escasa participación de docentes en los proyectos de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), la institución casi no cuenta con recursos digitales adaptados a las necesidades educativas existentes, y por otro lado, existe una baja usabilidad de los dispositivos tecnológicos de dotación con que se cuenta. En este contexto, se creó un grupo llamado "Sinergia Digital", para trabajar en conjunto tanto estudiantes y profesores, con el propósito de crear recursos educativos digitales según los requerimientos de las diferentes áreas de conocimiento. Inicialmente se trabaja con las profesoras de Preescolar en una aplicación móvil para enseñar las vocales, según la necesidad en este grado, aprovechando las bondades de la Realidad Aumentada Móvil (MAR) para atraer la atención y motivar el aprendizaje mediante objetos 3D superpuestos. Al terminar las docentes de preescolar, mostraron un interés en la prueba y uso de la herramienta creada, así mismo en el uso del material de dotación TIC.

Palabras claves: realidad aumentada (RA); recursos digitales; TIC; co-creación.

Abstract The use of Augmented Reality (AR) for educational purposes has increased, fundamentally over the last decade. There are research reports on the use of AR at different levels of education, however, it is useful to analyze whether these are adapted to the real needs of educational institutions and their context, whether they have been thought in favor of the teacher's requirements of each area and of the same dialer, if the implementation costs of some AR applications have been analyzed. In the case of the educational institution Luis Carlos Galán (Colombia), where this study was carried out, there is little participation of teachers in the Information and Communication Technologies (ICT) projects, the institution has almost no digital resources adapted to existing educational needs, and on the other hand, there is a low usability of the technological equipment available. In this context, a group called "Digital Synergy" was created to work together with both students and teachers, with the purpose of creating digital educational resources according to the requirements of the different areas of knowledge. Initially we work with the teachers of Preschool in a mobile application to teach the vowel s, according to the need in this degree, taking advantage of the benefits of Mobile Augmented Reality (MAR) to attract attention and motivate learning through overlapping 3D objects. At the end of the first application with RA, the preschool teachers showed an interest in the test and use of the tool created in your classroom, as well as in the incorporation of ICT equipment as tablets into the educational process.

Keywords: Augmented Reality (AR); digital resources; ICT; Co-creation.

1 Introducción

La realidad Aumentada es una tecnología emergente que ha permeado diferentes ámbitos de la sociedad, entre ellos la educación (Wu, Lee, Chang, & Liang, 2013), es un sistema que da la posibilidad de combinar objetos del mundo real con otros virtuales de forma superpuesta, de tal forma que parecen coexistir en el mundo real (Azuma, Billinghurst, & Klinker, 2011), de esta manera se crea una realidad mejorada y aumentada (Bronack, 2011). Algunos investigadores han demostrado el uso de esta tecnología para aumentar la motivación en los estudiantes en su proceso de aprendizaje. (Liu & Chu, 2010)(Chang et al., 2014).

En este sentido, en los últimos años se observa un aumento en la cantidad de investigaciones y aplicaciones en este campo (Sánchez-García & Toledo-Morales, 2017). No obstante, en algunos casos los recursos educativos creados para educación tienen un alto costo, o no se ajustan a las necesidades del contexto educativo en particular (Quintero, Baldiris, Rubira, Cerón, & Velez, 2019).

En la institución educativa Luis Carlos Galán de Villagarzón Putumayo (Colombia), se evidencian actualmente diferentes problemáticas: 1) El uso nulo o limitado de dotación de infraestructura tecnológica con la que cuenta la institución educativa, como tabletas; 2) La escasa participación de los docentes en proyectos de inclusión de la tecnología en los procesos educativos.

En cuanto a metodología, se sigue el modelo CO-CREARIA de creación colaborativa, aunque no es un recurso educativo abierto, se enmarca en sus lineamientos (Baldiris et al., 2015), se creó un grupo de trabajo para co-crear aplicaciones de Realidad Aumentada para dispositivos móviles (MAR), acorde a las necesidades contextualizadas y con la participación activa de docentes y estudiantes. En concreto, participan docentes desde su área respectiva, por su conocimiento profesional, pedagogía y metodología, enfocados a las diversas necesidades de los estudiantes.

Los estudiantes participantes pertenecen a los dos cursos de grado noveno de básica secundaria, cuentan con conocimientos previos en tecnología y

para su selección se ha tenido en cuenta su grado de interés, además se consideró que teóricamente aún tienen tres (3) años más de permanencia continua en la institución.

Los docentes líderes, son dos ingenieros del área de Tecnología e Informática de la misma institución, quienes establecen los roles a cada participante y colaboran con la capacitación respectiva en la parte técnica y de programación para alcanzar los objetivos.

Para finalizar, se libera el recurso terminado para que pueda ser usado en otra institución, se reinicia con otra idea y si es el caso con otro(s) docente(s), aprovechando el conocimiento y experiencia de los estudiantes del grupo capacitados.

El proceso busca también disminuir la inversión económica, por esta razón se hace uso de Software Libre para las etapas de diseño y desarrollo, utilizando el talento humano existente en la misma institución educativa.

Cada recurso es probado en el aula de clase por el docente cooperante. Para este caso, se trabajó con una aplicación creada para las vocales en preescolar, cada profesora aplica el recurso digital con RA en su grupo correspondiente, teniendo el acompañamiento de los docentes líderes (Arvanitis et al., 2009), esta etapa aún se encuentra en proceso.

Este documento está organizado de la siguiente manera. En la sección II se presentan los antecedentes de este trabajo. En la sección III la descripción del proceso, así como la planificación, capacitación, diseño, co-creación del recurso, desarrollo, prueba y publicación. En la sección IV se da a conocer el caso de prueba vocales con RA. En la sección V las conclusiones y agradecimientos.

2 Antecedentes

Un ejemplo práctico de aplicación de Realidad Aumentada en la educación, es el sistema creado para estudiantes sordos y mudos llamado (ASLM), para el aprendizaje del lenguaje de señas, usando marcadores y dispositivos móviles lograron crear una herramienta de aprendizaje y comunicación para el aula inclusiva (Deb, Suraksha, & Bhattacharya, 2018),

igualmente en diversas universidades de algunos países como es el caso de UNAM-Managua, han trabajado en una propuesta para el uso de RA en el área de matemáticas para mejorar los conocimientos en estudiantes de bachillerato próximos a ingresar a la Universidad (Carrecedo, J., Martínez, 2012), En otro ejemplo, en la universidad de Sevilla España, hicieron una convocatoria para la producción de objetos de aprendizaje con Realidad Aumentada, un total de 8 fueron aprobados para diferentes áreas como fisioterapia, ingeniería de diseño, urbanística, literatura, histología, ingeniería gráfica, cirugía bucal y Rafodiun, un proyecto con recursos para anatomía (Almenara, Jiménez, & Osuna, 2016), En la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) en Colombia hacen otra convocatoria para 162 participantes, de los cuales recibieron 144 propuestas innovadoras con RA para aplicarlas a los estudiantes, en el curso e-mediador como parte de su formación a profesionales, concluyendo que la realidad aumentada es una estrategia didáctica soportada tecnológica y pedagógicamente muy pertinente para motivar al estudiante y al docente (Pedraza, Amado, Lasso, & Munévar, 2017).

La aplicación de esta tecnología en la educación se ha incrementado progresivamente en varias disciplinas y niveles, (Prendes Espinosa, 2014), como la geometría y trigonometría (Avendaño, Chao, Mercado, & Bazán, 2012), aprendizaje de idiomas (Tsai, Liu, & Yau, 2013)(Santos et al., 2016), ciencias naturales (Fracchia, Alonso De Armiño, & Martins, 2015), geografía (Klopfer & Squire, 2008), química y física, entre otros (Pasareti O.i, Huba Hajdú, Tamás Matuszka, András Jámbori, István Molnár, 2012). En los últimos años en el nivel Universitario es donde se ha inclinado un mayor interés (Santos et al., 2016)(NMC Horizon Report, 2016), hace algunos años también han crecido las experiencias en educación primaria y secundaria, como es el caso de un grupo de estudiantes de 6º de primaria de Sevilla España; usaron una herramienta gratuita llamada Aumentaty Autor para crear los contenidos en el tema impartido “mecanismos y estructuras”, encontrando un gran impacto en la motivación y mejora de las

calificaciones (Morales & García, 2017), otra experiencia con estudiantes de 3º de bachillerato que tenían un rendimiento académico inferior, usaron RA como una estrategia innovadora, con el fin de mejorar la inteligencia espacial (Del-Cerro-Velázquez & Morales-Méndez, 2017).

3 Metodología

3.1 Planificación

Todo el proceso está organizado por las etapas que se indican en la figura 1, desde la planificación hasta la terminación de cada recurso digital nuevo.

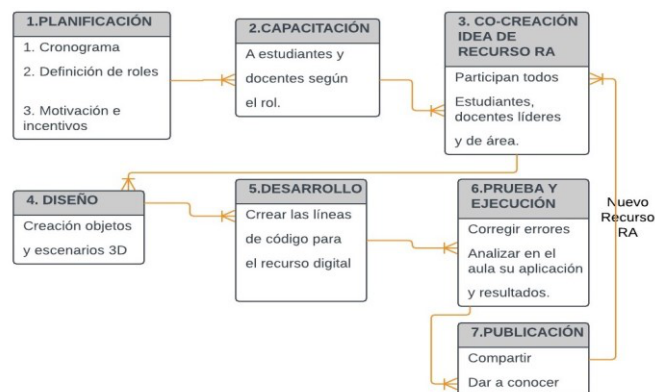


Fig 1. Etapas del proceso

3.1.1 Población y muestra

Está orientado a los 42 docentes que integran la institución educativa como población general, el primer recurso digital se enfoca a 5 docentes de preescolar como muestra.

Ejemplo de la alineación de la primera línea de los párrafos siguientes de una sección. Nótese que no hay espacio entre el final del párrafo anterior. Note igualmente que a partir de la segunda línea de este párrafo la alineación no tiene sangría.

3.1.2 Cronograma

Para el primer recurso relacionado con las vocales de preescolar, se ha propuesto el siguiente

cronograma en meses, respetando el cronograma escolar.

Tabla 1. Cronograma de actividades

Planificación y Capacitación	Diseño por Co-creación	Desarrollo y Pruebas	Evaluación y Publicación
Febrero 1 mes	Marzo-abril 2 meses	Mayo-Julio 3 meses	Agosto 1 mes

Ejemplo de la alineación de la primera línea de los párrafos siguientes de una sección. Nótese que no hay espacio entre el final del párrafo anterior. Note igualmente que a partir de la segunda línea de este párrafo la alineación no tiene sangría.

3.1.3 Definición de roles

Cada participante debe tener un rol (Aumentada, 2017), por lo tanto se han definido los siguientes:

Tabla 2. Generación de roles

ROL	FUNCIÓN(ES)
Diseñador	Diseñar y crear en Blender los objetos 3D, según el recurso RA requerido.
Creador de animación	Crear las animaciones a los objetos 3D según los requerimientos del docente líder, usando Unity.
Programador	Encargado(a) de crear las líneas de código en Unity para darle vida a la aplicación.
Líder(es)	Docentes que colaboran con todo el proyecto
Activador	Docente cooperante, encargado(a) de apoyar el proceso con su pedagogía y temáticas en el diseño de la aplicación y aplicar los recursos en su área o en su curso respectivo.

Los dos últimos están dirigidos a los docentes, los demás roles a estudiantes.

3.1.4 Motivación e incentivos

Es de trascendental importancia, en especial, porque la mayoría de estudiantes buscan un incentivo o una motivación para integrar y continuar en el grupo (Keller, 2010), primero se trabaja desde el área de tecnología para explicar y motivar en los grados noveno, se usan videos ilustrativos y ejemplos

existentes, además del trabajo social que se pretende hacer enfocado en la educación; se establecieron unos requisitos para incluir en el grupo a los estudiantes tales como:

- Amor y gusto por la tecnología
- Interés por participar activamente
- Responsabilidad y
- Aprobación por parte de sus padres

Otra motivación para los estudiantes es su calificación, en el área de tecnología se incentiva directamente para quienes participan de forma activa, además en grado once es obligatorio hacer 80 horas sociales; se acordó se les tenga en cuenta y homologue.

La motivación a los docentes también es importante (Pedraza et al., 2017), sobre todo porque la mayoría, generalmente piensa que participar en un proyecto como éste, significa incremento de trabajo, reuniones y dedicación para aprender otros conocimientos; por ello se ha querido cambiar la metodología y se inicia con el grupo de docentes de preescolar, ya que ellas se reúnen constantemente a trabajar en su área y es posible aprovechar ese espacio, no sin antes, aclarar con ellas, que no se les ocupará mucho tiempo en cada reunión, además recibirán la capacitación adecuada y el soporte respectivo, sin abandonar el proceso, hasta que puedan aplicar el recurso didáctico de forma independiente; esto llamó la atención en las profesoras y accedieron a colaborar, dejando claro que no habrá sobrecarga de trabajo. Las profesoras de preescolar se han convertido en la base para motivar a los demás docentes a unirse al trabajo en equipo.

3.2 Capacitación

Toda la parte de capacitación la ejecutan los dos ingenieros líderes del proyecto, quienes son docentes del área de tecnología e informática, centrada según el rol de cada participante (Prendes Espinosa, 2014); aunque los estudiantes quisieron recibir capacitación en todos los temas y luego cumplir el rol que le corresponde, de ésta forma ellos deciden con qué función quedan y continúan aportando.

La capacitación a estudiantes se ha enfocado en el manejo de modelado 3D con Blender, por ser un

software de código abierto con excelentes herramientas de diseño (Deb et al., 2018), la parte de animación y programación con el motor de juegos Unity3d, actualmente viene con el SDK Vuforia para crear los marcadores de realidad aumentada en su versión básica libre.

En cuanto a docentes cooperantes, se los capacita en el manejo del dispositivo móvil o Tablet y la aplicación del recurso creado con Realidad Aumentada.

3.3 Co-creación idea del recurso RA

En esta etapa trabajan todos los integrantes del grupo, tanto estudiantes como docentes del área respectiva (Sanders & Stappers, 2008), junto con los líderes, para unificar la idea del recurso digital educativo que se pretende crear y sus componentes, con el objetivo de ayudar a mejorar el proceso de enseñanza en un tema correspondiente en el aula. El, o los docentes vinculados cooperantes del área respectiva, sustentan un problema a solucionar dentro de un tema específico, para empezar a trabajar el diseño correspondiente.

3.4 Diseño

Como primer paso se recrea un diseño manual, cada estudiante elabora un bosquejo, generalmente a mano como se observa en la figura 2, luego se trabaja en la creación de los objetos 3D y demás componentes de la animación y del escenario, usando inicialmente Blender, luego pasa a Unity.



Fig 2. Estudiantes creando vocales en y para Blender

3.5 Desarrollo

Este grupo genera el código necesario con el apoyo de los docentes líderes para armar la aplicación final, están pendientes de las pruebas y correcciones necesarias, hasta dejar el recurso terminado.

El grupo encargado de programación recibe del equipo de diseño todos los objetos 3d necesarios y sus escenarios, para pasarlos a Unity, con el fin de darle vida a la aplicación, teniendo en cuenta la idea que ha sido co-creada; se utiliza Vuforia para generar los marcadores RA.

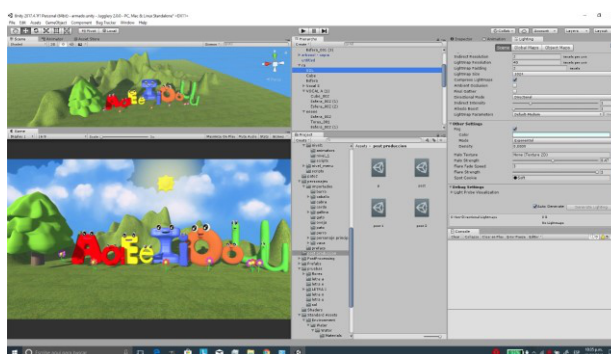


Fig 3. Programando la aplicación final en Unity 3d

3.6 Prueba y ejecución

Todos los estudiantes participan en las pruebas con el docente del área involucrada, para colaborar en las correcciones respectivas, o si existen mejoras por hacer, se devuelve al grupo encargado según el rol (Prendes Espinosa, 2014), este proceso se hace con una evaluación técnica donde se revisa el funcionamiento de la aplicación en todos sus componentes y marcadores, utilizando una lista de chequeo (Barroso et al., 2017), la participación de las docentes cooperantes y expertos en el área es clave para afinar la aplicación.

3.7 Publicación

Los docentes líderes publican cada producto generado (Barroso et al., 2017) con licencia Creative

Commons, además se dan a conocer los resultados para informar de la experiencia y replicarse en el sector educativo.

4 Caso de prueba vocales con RA

Para este propósito, se utiliza el primer recurso creado en el proceso descrito anteriormente con el grupo denominado “Sinergia Digital”, se ha co-creado una primera idea de recurso digital RA con las 5 docentes de preescolar, con el propósito de fortalecer el conocimiento de las vocales y los primeros números para los niños, con su conocimiento colaboran en definir los colores, la entrada de las animaciones y qué palabras y números involucrar en el recurso, pero también cómo hacerlo pedagógicamente (Barroso et al., 2017). Está diseñado para trabajar con marcadores para cada vocal, el estudiante busca en el salón de clases la letra correspondiente y recrea los objetos 3d en cada escenario, usando la cámara de las tabletas de dotación del programa “Computadores para Educar” de la misma institución.

La aplicación de vocales con RA fue usada por las 5 profesoras en su grupo respectivo, encontrando un gran nivel de aceptación y pertinencia, tanto de estudiantes como de las docentes, mejorar el proceso educativo de conocimiento de vocales y colores básicos en niños de edades entre 4 y 5 años. Cada docente debe llenar un cuadro para documentar la evaluación, para conocer el impacto, nivel de efecto y percepción (Arvanitis et al., 2009), proceso que aún está en etapa de ejecución.

Como segundo producto se ha iniciado el trabajo con los dos docentes de Lengua Castellana de la institución, para crear un TextBook con Realidad Aumentada, según la temática que ellos han aportado, este es un producto en desarrollo inicial.

5 Conclusiones

Creando recursos digitales contextualizados que atiendan algunas necesidades educativas desde la misma institución, ha permitido generar mayor confianza en los docentes que participan en su

proceso de generación, pese a la falta de recursos económicos, contribuyendo a mejorar el uso de las TIC y las bondades en la educación, especialmente con Realidad Aumentada.

A medida que se logre avanzar con el grupo de co-creación, se empieza a formalizar un banco de aplicaciones de realidad aumentada para diferentes áreas que permiten afianzar el aprovechamiento de los recursos TIC existentes.

Los docentes que para este caso son llamados cooperantes, se han vinculado de forma voluntaria, generando mayor experiencia y conocimiento digital, contribuyendo a disminuir las barreras existentes en cuanto al uso de las TIC en la institución, para aplicarse académicamente con el apoyo del grupo de trabajo, como es el caso de las 5 docentes de preescolar, además aprovechando la dotación TIC existente.

Los estudiantes de bachillerato, una vez vinculados y capacitados, pueden realizar grandes aportes desde su propia perspectiva al desarrollo digital institucional, prácticamente con muy pocos límites.

Trabajo Futuro. Este resultado es considerado por el equipo de co-creación como trabajo inicial, se espera ampliar el desarrollo e investigación para distintas áreas, teniendo en cuenta otras metodologías activas que generen procesos de inclusión con RA., además buscando otros métodos de para modelado 3d.

Agradecimientos. Los autores agradecen a los directivos de la Institución Educativa Luis Carlos Galán de Villagarzón de Putumayo, por su aprobación a la ejecución del Proyecto y apoyo al mismo, igualmente a los docentes que participaron.

Referencias

- Almenara, J. C., Jiménez, F. G., & Osuna, J. B. (2016). La producción de objetos de aprendizaje en “Realidad Aumentada”: la experiencia del SAV de la Universidad de Sevilla. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 0(6), 110–123.
- Arvanitis, T. N., Petrou, A., Knight, J. F., Savas, S., Sotiriou, S., Gargalagos, M., & Gialouri, E. (2009). Human factors and qualitative pedagogical evaluation of a

- mobile augmented reality system for science education used by learners with physical disabilities. *Personal and Ubiquitous Computing*, 13(3), 243–250. <https://doi.org/10.1007/s00779-007-0187-7>
- Aumentada, R. (2017). Producción de recursos de aprendizaje apoyados en Realidad Aumentada por parte de estudiantes de magisterio Learning resource production in Augmented Reality supported by education students Producción de recursos de aprendizaje apoyados en Realidad Aumentada, 6(1), 23–38.
- Avendaño, V. C., Chao, M. M., Mercado, O., & Bazán, O. (2012). La gestión del conocimiento en ambientes de aprendizaje que incorporan la realidad aumentada: el caso de la Universidad Virtual del Estado de Guanajuato en el nivel Bachillerato. *Revista Educación y Futuro Digital*, 2, 51–67.
- Azuma, R., Billinghurst, M., & Klinker, G. (2011). Special section on mobile augmented reality. *Computers and Graphics (Pergamon)*, 35(4), vii–viii. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2011.05.002>
- Baldiris, S., Avila, C., Fabregat, R., Potes, E., Cuesta, J., Muñoz, T., & Cardona, S. (2015). CO-CREARIA MODELO DE CO-CREACIÓN DE REA INCLUSIVOS Y ACCESIBLES. *Ingeniería E Innovación*, 3, 39–48.
- Barroso, J., Cabero, J., García, F., Calle, F., Gallego, ó., & Casado, I. (2017). *Diseño, producción, evaluación y utilización educativa de la Realidad Aumentada*.
- Bronack, S. C. (2011). The role of immersive media in online education. *Journal of Continuing Higher Education*, 59(2), 113–117. <https://doi.org/10.1080/07377363.2011.583186>
- Carrecedo, J., Martínez, C. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *Ieee-Rita*, 7(2), 102–108.
- Chang, K. E., Chang, C. T., Hou, H. T., Sung, Y. T., Chao, H. L., & Lee, C. M. (2014). Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. *Computers and Education*, 71, 185–197. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.022>
- Deb, S., Suraksha, & Bhattacharya, P. (2018). Augmented Sign Language Modeling(ASLM) with interaction design on smartphone - An assistive learning and communication tool for inclusive classroom. In *Procedia Computer Science*. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.064>
- Del-Cerro-Velázquez, F., & Morales-Méndez, G. (2017). Realidad Aumentada como herramienta de mejora de la inteligencia espacial en estudiantes de educación secundaria. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (54). <https://doi.org/10.6018/red/54/5>
- Fracchia, C., Alonso De Armiño, A., & Martins, A. (2015). Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de Ciencias Naturales. *Revista Iberoamericana de Educación En Tecnología y Tecnología En Educación*, (16), 7–15. Retrieved from http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/50745/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1
- Keller, J. M. (2010). *Motivational Design for learning and performance*. Springerlink.
- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental detectives- the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203–228. <https://doi.org/10.1007/s11423-007-9037-6>
- Liu, T. Y., & Chu, Y. L. (2010). Using ubiquitous games in an English listening and speaking course: Impact on learning outcomes and motivation. *Computers and Education*, 55(2), 630–643. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.023>
- Morales, P. T., & García, J. M. S. (2017). Realidad Aumentada en Educación Primaria: efectos sobre el aprendizaje / Augmented Reality in Primary Education: effects on learning. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*, 16(1), 79–92. <https://doi.org/10.17398/1695-288x.16.1.79>
- NMC Horizon Report. (2016). *Horizon Report - 2016 Higher Education Edition*. NMC Horizon Report. https://doi.org/ISBN_978-0-9968527-5-3
- Pasareti O.i, Huba Hajdú, Tamás Matuszka, Andrés Jámbori, István Molnár, M. T.-S. (2012). Augmented Reality in Education and Training. *Semantic Scholar*, 56(2), 13–21. <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>
- Pedraza, C. E., Amado, O. F., Lasso, E., & Munévar, P. A. (2017). La experiencia de la realidad aumentada (RA) en la formación del profesorado en la universidad nacional abierta y a distancia UNAD Colombia. *Revista de Medios y Educación*, 51, 111–131.
- Prendes Espinosa, C. (2014). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, (46), 187–203. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12>
- Quintero, J., Baldiris, S., Rubira, R., Cerón, J., & Velez, G. (2019). Augmented Reality in Educational Inclusion . A Systematic Review on the Last Decade. *Frontiers in Psychology*, 10(August), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01835>
- Sánchez-García, J. M., & Toledo-Morales, P. (2017). Tecnologías convergentes para la enseñanza: Realidad Aumentada, BYOD, Flipped Classroom. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (55). <https://doi.org/10.6018/red/55/8>
- Sanders, E. B.-N., & Stappers, P. J. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign*, 4(1), 5–18. <https://doi.org/10.1080/15710880701875068>
- Santos, M. E. C., Lübke, A. in W., Taketomi, T., Yamamoto, G., Rodrigo, M. M. T., Sandor, C., & Kato, H. (2016). Augmented reality as multimedia: the case for situated vocabulary learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11(1), 4.

<https://doi.org/10.1186/s41039-016-0028-2>

Tsai, M. K., Liu, P. H. E., & Yau, N. J. (2013). Using electronic maps and augmented reality-based training materials as escape guidelines for nuclear accidents: An explorative case study in Taiwan. *British Journal of Educational Technology*, 44(1), 18–21.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01325.x>

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers and Education*, 62, 41–49.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>