

---

## Diseño de objetos de Realidad Aumentada: Experiencia con el alumnado de Educación

*Designing Augmented Reality objects: An experience with teacher education students*

**Sandra Martínez Pérez<sup>1</sup>, Bárbara Fernández Robles<sup>2</sup>, y Rocío Alejandra Funes Cabrerizo<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Educación, Universidad de Barcelona, España

<sup>2</sup>Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Isabel I, España

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla, España

### Resumen

El presente capítulo relata la experiencia innovadora llevada a cabo en la Universidad de Sevilla en relación al diseño de Objetos de Realidad Aumentada por parte del alumnado, bajo el paraguas del proyecto de investigación RAFODIUN: Realidad Aumentada para Aumentar la Formación. Diseño, Producción y Evaluación de Programas de Realidad Aumentada para la Formación Universitaria (EDU2014-57-P). Para ello, el profesorado propuso al estudiantado, de las asignaturas de Tecnología Educativa y las Tecnologías de la Información y de la Comunicación Aplicadas a la Educación de la Facultad de Ciencias de la Educación, analizar las posibilidades educativas que para contextos de formación universitaria puede tener la Realidad Aumentada (RA) como tecnología emergente. La finalidad de la experiencia gira en torno a dos ejes: a) definir y reflexionar en torno a dicha tecnología: usos y potencialidades y; b) diseñar y producir distintos contenidos en formato RA para ser aplicados en contextos de formación universitaria. Los resultados obtenidos del diseño de dichos objetos apuntan que: la incorporación de la RA en los procesos de enseñanza-aprendizaje estimula al alumnado en su actividad intelectual, promueve la motivación, la curiosidad y la creatividad, potenciando las prácticas pedagógicas y dibujando escenarios educativos enriquecedores, donde el profesorado es un guía y acompañante.

*Palabras clave:* Realidad Aumentada, Educación Superior, alumnado universitario, tecnologías emergentes.

---

#### Suggested citation:

Martínez Pérez, S., Fernández Robles, B., y Funes Cabrerizo, R. A. (2018). Diseño de objetos de Realidad Aumentada: Experiencia con el alumnado de Educación. In López-García, C., & Manso, J. (Eds.), *Transforming education for a changing world*. (pp. 71-81). Eindhoven, NL: Adaya Press.

### **Abstract**

This current chapter describes the innovative experience carried out by University of Seville in relation with the design of Augmented Reality Objects by the students, within the investigation project named RAFODIUN: Augmented Reality to Increase Training. Design, Production and Evaluation of Augmented Reality Programmes for University Education (EDU2014-57-P). The teachers proposed to the students of the subjects of Educational Information Technology and Communication Technologies Applied to Education of the Faculty of Educational Sciences, analyse the educational possibilities that in contexts of university training may have the Augmented Reality (AR) as an emerging technology. The purpose of this experience revolves around two main points: a) define and reflect about this technology: its uses and potentialities and, b) design and produce different contents in AR format to be applied in university contexts of training. The results achieved from the design of these objects state that: the inclusion of AR in the teaching-learning processes stimulate students in their intellectual activity, promotes motivation, curiosity and creativity, enhancing pedagogical practices and creating enriching educational scenarios where teachers are guiders and companions.

*Keywords:* Augmented Reality, Higher Education, university student, emerging technologies.

## **Introducción**

Reflexionar significa explorar nuevos significados de las pedagogías dentro de los contextos pedagógicos contemporáneos (sociedad, cultura, economía y democracia) y los componentes de tecnología, pedagogía y contenido. Reflexionar profundiza en los nuevos significados de las pedagogías y provee un fundamento para que los profesores desarrollen pedagogías transformativas que permitan el avance de la sociedad, la economía, la diversidad, la democracia y las alfabetizaciones; respondiendo a sus necesidades y aspiraciones (Gurung, 2015, p. 275).

Siguiendo a Gurung (2015), los contextos pedagógicos han evolucionado y con ellos las prácticas pedagógicas, que intentan dar respuestas a los cambios, demandas y necesidades de la sociedad. La combinación de la sociedad del conocimiento y la sociedad en red “construye un nuevo espacio social teniendo estructuras e interacciones nuevas y más eficientes” (p. 276), y con ella nace un nuevo concepto de alfabetizaciones digitales, entendida como un conjunto de habilidades complejas cuyos componentes son los fundamentos (conocimientos básicos en tecnología), los conocimientos previos, las competencias centrales y las actitudes y perspectivas. Así pues, estos cambios en nuestras prácticas pedagógicas y metodologías, con principios reinventados y renovados, nos llevan a repensar y reflexionar en torno a otros espacios formativos y de creación.

Otros contextos y maneras de hacer nos invitan a diseñar e implementar propuestas emergentes, como sería la Realidad Aumentada (RA). Se ha observado que son muchas las posibilidades y usos que ofrece esta tecnología al sector educativo, pero sin lugar a duda como cualquier tecnología, en estado embrionario, o recurso que se integra en la enseñanza necesita de una dotación didáctica para lograr procesos formativos de calidad. En este sentido, debemos señalar que en los últimos tiempos se están desarrollando proyectos y experiencias para promover su uso en contextos formativos (Cabero y Fernández, 2018).

Entre estas experiencias encontramos el proyecto RAFODIUN: Realidad Aumentada para Aumentar la Formación. Diseño, Producción y Evaluación de Programas de Realidad Aumentada para la Formación Universitaria (EDU2014-57-P, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad) se persigue entre otros objetivos analizar las posibilidades educativas que ofrece esta tecnología al ámbito universitario desde diferentes perspectivas. Dentro de este último proyecto se ha desarrollado la experiencia que presentamos en las siguientes líneas, con la que pretendíamos reflexionar sobre las potencialidades de la RA, a la vez que capacitábamos a futuros profesionales de la educación en el uso de dicha tecnología.

Para lograr el fin planteado se desarrolló una investigación con alumnos de los Grados de Pedagogía y Educación Infantil de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. En el cual se les formó en el uso de la realidad aumentada y en la utilización de dos herramientas para diseñar objetos en RA. Concretamente, los programas que se explicaron fueron Aurasma y Blippar, debido a que no es necesario tener grandes competencias tecnológicas para aprender a utilizarlos y a que ofrecen diversas funciones para personalizar el diseño del objeto de RA.

Una vez que se les explicó el funcionamiento de ambos programas, se les invitó a que formasen grupos de trabajo y a que cada grupo seleccionase un tema de los que se trabajan en la asignatura. Tras esta selección, se propuso a cada grupo el diseño de un recurso de RA que tratase el tema que habían elegido.

Los objetos de RA fueron expuestos en clase al resto de compañeros, explicando en este momento tanto el funcionamiento del recurso de RA, como el procedimiento seguido y los retos afrontados en el desarrollo. Los resultados alcanzados en esta experiencia muestran las potencialidades que puede ofrecer esta tecnología en el aprendizaje, pero no debemos perder de vista que es necesario realizar un diseño minucioso para extraer el máximo provecho de la misma.

## La Realidad Aumentada

La realidad aumentada es una tecnología que permite combinar el mundo real con el mundo digital a través de dispositivos tecnológicos. Prendes (2015, p.188) la define como “una tecnología que superpone a una imagen real obtenida a través de una pantalla imágenes, modelos 3D u otro tipo de información generada por ordenador”. Otros autores (Sommerauer y Müller, 2014; Cabero y García, 2016) la definen como una tecnología que

permite combinar el mundo real con información digital a través de diferentes dispositivos tecnológicos. Di Serio et al. (2013, p.587) destacan las cualidades más relevantes de la misma, resaltando las siguientes:

- Combinar objetos reales y virtuales en un entorno real.
- Alineación de objetos reales y virtuales entre sí.
- Y por ejecutarlos de forma interactiva en tiempo real.

Estas cualidades facilitan la comprensión del objeto real, gracias a que se puede visualizar desde diferentes ángulos y bajo diversos soportes (vídeo, audio, imágenes, URL, texto, modelos 3D). Para producir RA necesitamos varios elementos, entre los que se pueden acentuar los siguientes (Cabero y Barroso, 2015):

- Dispositivo que capture la imagen de la realidad (ordenador, móvil, videoconsola).
- Un dispositivo para proyectar la realidad aumentada, entre estos podemos encontrar: ordenador, móvil, videoconsola.
- Un software específico para la producción del programa.
- Un marcador o activador.
- Un servidor de contenidos donde se encuentra la información digital que queremos incorporar a la realidad.

Destacar que según el tipo de activador utilizado podemos diferenciar diferentes tipos o niveles de RA. Estebanell et al. (2012) reconocen varios tipos: basada en el reconocimiento de formas; marcadores (imágenes en blanco y negro); imágenes; objetos; basada en el reconocimiento de la posición (depende de la inclinación del móvil). Por su parte, Cabero y Barroso (2016) subrayan los siguientes tipos: marcadores de posición (superponen la posición sobre una imagen, un vídeo o animación), geolocalización (la información se localiza en puntos de interés del espacio), y códigos QR (la información se almacena en una matriz de puntos o en un código de barras bidimensional).

Por otro lado, señalar que la RA no es reciente y que esta tecnología como la conocemos en la actualidad es el resultado de varias evoluciones tecnológicas y estudios desarrollados, entre las que se pueden poner de relieve las siguientes (Badilla y Sandoval, 2015):

- Máquina Sensorama (1962). Fue creado por Morton Heilig. Esta máquina proyectaba imágenes en 3D, a la vez que emitía un ambiente multisensorial.
- The Ultimate Display (1965). Propuesto por el científico Ivan Sutherland. Constaba de un "casco" con lentes semitransparentes que proyectaban datos. Se puede considerar como el primer casco de visión estereoscópica.
- Video Place (1988). Proyecto propuesto por Myron Krueger. Utilizaba la tecnología para rastrear las siluetas de personas y generar efectos.
- Karma (1990). Steven Feiner, Blair MacIntyre y Doree Seligmann desarrollaron un sistema que daba instrucciones sobre cómo recargar la impresora, utilizando para ello la proyección de imágenes en 3D.
- Tom Caudell y David Mizell (1992), acuñaron el término Realidad Aumentada.

A las evoluciones comentadas, podemos añadir las destacadas por Ruiz (2011):

- Paul Milgram y Fumio Kishino (1994) acuñaron el concepto de realidad mezclada, haciendo referencia a la combinación de elementos virtuales con el espacio físico real.
- Ronal Azuma (1997) identifica las características que diferencian a la realidad virtual de la aumentada, haciendo hincapié en que la realidad aumentada permite en todo momento ver el espacio real.
- Ronal Azuma (2001) especifica las cualidades de la realidad aumentada, señalando: combinar lo real y lo virtual en un entorno real, interactividad en tiempo real, y registro en 3D.

Además, en 1997 se inventó The Touring Machine (Cabero y García, 2015), el cual puede ser considerado como el primer sistema de RA móvil, siendo el precedente de otras aplicaciones de RA como: Artoolkit (1999), ArQuake (2000), Archeoguide (2001). Por último, señalar que la inclusión de los dispositivos móviles en nuestra vida diaria ha promovido la utilización de esta tecnología en diferentes ámbitos de la sociedad.

### *La Realidad Aumentada en Educación*

En los últimos tiempos están creciendo los proyectos etiquetados como realidad aumentada, extendiéndose a nuevas áreas de aplicación como son el marketing, la publicidad, el turismo y guías en los museos. El ámbito educativo también ha empezado a introducir la tecnología de la realidad aumentada en diferentes disciplinas y niveles educativos, debido a los beneficios que ofrece su uso en la adquisición del conocimiento (Fernández, 2018).

Su uso estimula nuevas prácticas educativas que animan a explorar la realidad y el entorno (Fombona y Vázquez-Cano, 2017), promoviendo el trabajo en grupo y la colaboración en entornos inclusivos (Marín, 2017). Las cualidades de la misma facilitan la creación de entornos de aprendizaje innovadores, donde el alumno alcanza un rol activo y donde se promueve un aprendizaje basado en competencias (Maquilón, Mirete y Avilés, 2017).

Lo comentado, permite que cada discente pueda llevar su propio ritmo de aprendizaje, logrando finalmente un aprendizaje significativo. Desde esta perspectiva, podemos decir que la RA promueve el uso de una metodología constructivista, permitiendo al alumno realizar sus propias comparaciones y conclusiones.

Además, facilita el aprendizaje de temas complejos y de difícil acceso, ya que su interacción permite experimentar pensamientos, emociones y conductas similares a las que se viven en una situación de la vida real (Fabregat, 2012). Cabero y Barroso (2016) también llaman la atención a este aspecto, resaltando que la RA facilita el acercamiento a entornos complejos de acceder, como pueden ser escenarios ya no existentes o el entendimiento del cuerpo humano (ejemplo: órganos o huesos del cuerpo). Lo comentado, permite evitar riesgos físicos que en muchas ocasiones se pueden producir al trabajar temas complejos, como pueden ser los destinados a laboratorios.

Las cualidades destacadas, suscitan que los entornos formativos sean más motivadores y enriquecedores, influyendo de forma positiva en la actitud de los discentes hacia el aprendizaje (Del Cerro y Morales, 2017). En este sentido, son diversos los autores (Di Serio et al., 2013; Sommerauer y Müller, 2014) que han demostrado que el rendimiento de alumnado aumenta cuando se introducen aplicaciones de realidad aumentada en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Además, tenemos grandes posibilidades para trabajar la categoría “crear” de Bloom para la era digital, gracias a que existen aplicaciones fáciles de utilizar que permiten que el alumno diseñe recursos de RA. Este aspecto promueve el desarrollo de competencias tanto tecnológicas como pedagógicas, a la vez que se incentiva la motivación y la atención de los alumnos hacia el aprendizaje (Barroso y Gallego, 2017).

Los beneficios comentados, han hecho que la expectación de esta tecnología crezca en los diferentes niveles educativos, y especialmente en el nivel universitario. Hecho que se refleja en las diferentes experiencias que se han puesto en marcha en distintas áreas de conocimiento.

Entre estas experiencias encontramos el Proyecto RAUS y el Proyecto RAFODIUN, ambos desarrollados desde la Universidad de Sevilla. Con los mismos, se está promoviendo el uso de esta tecnología, gracias a la creación de recursos y experiencias de RA en diferentes áreas de conocimiento de esta Universidad.

De Pedro y Martínez (2012) destacan algunas experiencias desarrolladas en contextos universitarios, resaltando:

- El uso de RA para presentar proyectos arquitectónicos de alumnos de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile.
- La RA como recurso para enseñar el funcionamiento de dispositivos eléctricos en los laboratorios de ingeniería de la Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao.
- La Universidad EAFIT emplea la RA para la enseñanza del cálculo.

Otro proyecto que destacar es el desarrollado por Knowledge Media Institute de la Open University, con el que se pretende crear conocimiento teórico-práctico a través de RA, gracias al uso de una aplicación que muestra los movimientos que se tendrían que realizar con la mano para hacer una operación concreta (Johnson et al., 2016).

En el área de medicina son varios los proyectos desarrollados (Barba, Yasaca y Manosalvas, 2015), ya que son grandes las potencialidades que ofrece para la adquisición de conocimiento teórico-práctico de difícil acceso, como pueden ser temas relacionados con la Anatomía Humana.

Además de las áreas destacadas, se han creado experiencias en otras áreas de conocimiento como: Educación (Cózar et al., 2015; Ke y Hsu, 2015), Física (Parroquin, Ramírez, González y Mendoza, 2016), Matemáticas (Coimbra, Cardoso y Mateus, 2015), Comunicación (Meneses y Martín, 2016) o Historia del Arte (Chang et al., 2014).

Para finalizar este apartado, destacar que, a pesar de los grandes beneficios y experiencias resaltadas, queda mucho por hacer para extraer el máximo provecho a este recurso tecnológico en la enseñanza, ya que encontramos algunas debilidades que

se deben ir superando, entre los que encontramos los siguientes: falta de conocimiento sobre su uso didáctico, falta de experiencias que sirvan de ejemplo, necesidad de formación de los agentes educativos, olvidar el efecto novedoso de la tecnología.

## **Diseñar objetos de Realidad Aumentada: La experiencia del estudiantado de la Facultad de Ciencias de la Educación**

Las experiencias dan cuenta de cómo las tecnologías digitales pueden favorecer una perspectiva de enseñanza que promueva la comunicación entre el alumnado, y de este con el profesorado, la construcción colaborativa y compartida de conocimiento, y la superación de los límites espacio-temporales de las aulas convencionales (Sánchez, 2017, p. 97).

Los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA), según Wiley (2000), son aquellos recursos digitales que pueden ayudar al proceso de aprendizaje. Pero también, se caracterizan por ser: entidades digitalizadas encaminadas a lograr el aprendizaje de una competencia, que se configuran didácticamente con objetivos, metodología, contenidos, evaluación, con recursos abiertos... que se sustentan en las propiedades de reusabilidad, subjetividad, historicidad, comunicabilidad, integridad (Ramírez y Valenzuela, 2010, p.4).

A través de la experiencia que mostramos a continuación con el alumnado de los Grados de Pedagogía y Educación Infantil, hemos observado que la RA puede ser una tecnología motivadora y atractiva para el estudiantado universitario, ya que puede “mejorar sus conocimientos y habilidades, especialmente en materias en las que se requiera aprender teorías, mecanismos de sistemas o máquinas complejas” (Cabero y García, 2016, p.127). El objetivo de esta experiencia consistía en analizar las posibilidades educativas que ofrece la Realidad Aumentada en los contextos de formación universitaria, con una doble finalidad: por un lado se propuso definir y reflexionar en torno al significado de la RA, sus usos y potencialidades y; por otro, el diseñar y producir distintos contenidos en formato RA para ser aplicados en contextos de formación universitaria.

Bajo la idea de describir, reflexionar, diseñar objetos de Realidad Aumentada (ORA) en grupos de 4 personas, el profesorado invitó al estudiantado a trabajar en torno a dos temas: 1) el papel del profesorado y alumnado en los nuevos entornos tecnológicos (tratando temas como los escenarios formativos emergentes, los nativos e inmigrantes digitales y los roles que juegan docentes y estudiantes) y; 2) ciudadanos en la Sociedad del Conocimiento (los riesgos de red, la identidad digital, la participación, política y redes sociales). Para ello, los dos programas que se les propusieron fueron: Aurasma y Blippar, ambos no requieren de conocimientos sobre programación para la creación de materiales.

Aurasma (<https://studio.aurasma.com>) es una plataforma de RA gratuita y es considerada una de las aplicaciones más completas de creación de recursos educativos, el usuario la puede utilizar de forma sencilla e intuitiva. Este programa, funciona como una

red social, todas las personas tienen que disponer de un usuario, una vez finalizado el proyecto, tienen que seguir al resto con el fin de visualizar las “auras” diseñadas.

Blippar (<https://accounts.blippar.com/signup/free>) también es una plataforma de RA gratuita, para acceder se recomienda hacerlo desde blippbuilder, en la que podemos crear objetos y escenarios con nuestros marcadores, vinculando diferentes escenas e insertando distintos recursos. A diferencia de la anterior, no es necesario que los usuarios se sigan para poder visualizar los recursos generados; con tener descargada la app será suficiente.

Para poder llevar a cabo los ORA (ver figura 1), cada grupo tenía que elaborar un guión compuesto por las siguientes fases: cómo iba a ser el diseño (destinatarios, objetivos, contenidos...), la producción (con qué se iba a elaborar y los recursos -videos, artículos, presentaciones, etc.- que dieran respuestas al tema en cuestión) y la evaluación, si es positiva finaliza el objeto, si por el contrario es negativa focalizar la mirada en la parte de diseño y producción.



**Figura 1.** Objetos de RA diseñados por el estudiantado. Fuente: Elaboración Propia

Tras el diseño, planificación y realización de los objetos de aprendizaje, y con el fin de ser compartidos con resto de la clase, se programaron dos días para las exposiciones de los ORA. En estas presentaciones se tenía que desarrollar las temáticas acordadas mediante el guión y el programa (elegido libremente, entre Aurasma o Blippar) y el proceso del diseño de los objetos, poniendo especial interés en los recursos llevados a cabo para transmitir el contenido del tema seleccionado. Paralelamente, los y las compañeras realizaron una co-evaluación de los materiales presentados, valorando el recurso y el discurso de la presentación.

## Conclusiones

A través de esta experiencia, hemos observado que la noción de prácticas pedagógicas no es estática, sino que dicha concepción se va transformando, a la vez que va dando lugar a emergentes tesis que nos invita a reflexionar y repensar sobre los cambios que vamos viviendo en los contextos actuales. Como ya apuntaba Gurung (2015), esta nueva manera de situarse y de hacer nos lleva a combinar elementos tales como pedagogía, tecnología, conocimientos, competencias, educación, diversidad y prácticas educativas.

Con esta combinación, hemos vislumbrado que la utilización de la Realidad Aumentada favorece el desarrollo de algunas de las categorías de Bloom para la era digital, como es el caso de la categoría crear. En este modo, existen grandes posibilidades cuan-

do se pone al alumno en disposición para que diseñe sus propios recursos de aprendizaje de realidad aumentada, ya que adquiere mayores niveles de satisfacción al lograr desarrollar conocimiento sobre el contenido de la formación y sobre la tecnología (Barroso y Gallego, 2017). Y por consiguiente, podemos afirmar, siguiendo a Akcayier et al. (2016) y Reinoso (2012) que su utilización ofrece grandes posibilidades a la enseñanza, reflejándose claramente en la atención y en el rendimiento de los alumnos.

Así pues, podemos decir que la incorporación de la RA en los procesos de enseñanza-aprendizaje fomenta el uso y posibilidades de las tecnologías, estimula al estudiantado en su actividad intelectual, desarrolla habilidades para el autoaprendizaje, el trabajo en equipo y en red, convirtiéndose en diseñadores y productores de objetos; promueve la motivación, la curiosidad y la creatividad, potenciando las prácticas pedagógicas y dibujando escenarios educativos enriquecedores, en el que profesorado es un acompañante y guía del proceso.

Además, de acuerdo a esta experiencia y a otros autores como Breesler y Bodzin (2013), podemos afirmar que el uso de RA permite aprender jugando, a la vez que se trabaja colaborativamente y se desarrolla el interés hacia el aprendizaje. Pero a su vez requiere de una mínima formación y competencia digital por parte del alumnado, por la falta de conocimientos y habilidades al ser considerada una tecnología emergente.

Teniendo en cuenta lo señalado, concluimos que la RA despierta un gran interés en los futuros profesionales de la educación (Cózar et al., 2015; Fernández, 2018), así nos lo han manifestado en las valoraciones tras los diseños ORA, cumpliendo con sus expectativas y considerando la experiencia como muy útil para fomentar y adquirir competencias relevantes para su desarrollo profesional futuro. Estas conclusiones nos permiten aconsejar a otros docentes e investigadores en el desarrollo de la experiencia en otros estudios y conocimientos, debido al alto nivel de expectación e interés que ha despertado, y a los grandes beneficios que ofrece para desarrollar competencias que son necesarias para los estudiantes en la actualidad.

## Referencias

- Akcayir, M., Akcayir, G., Pektas, H., y Ocak, M. (2016). Augmented reality in science laboratories: the effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342.
- Badilla, M., y Sandoval, A.M. (2015). Realidad aumentada como tecnología aplicada a la educación superior: Una experiencia en desarrollo. *Innovaciones educativas*, 17(23), 41-49.
- Barba, R.G., Yasaca, S., y Vaca, C.A. (2015). Impacto de la realidad aumentada móvil en el proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes universitarios del área de medicina. En Adipe (Ed.), *Educación con y para la sociedad* (vol 3, pp.1421-1431). España: Bubok.
- Barroso, J., y Cabero, J. (2015). Realidad Aumentada: posibilidades educativas. En J. Ruiz, J., Sánchez y E. Sánchez (Eds.). *Innovaciones con tecnologías emergentes* (pp. 1-12). Málaga: Universidad de Málaga.

- Barroso, J., y Gallego, O. (2017). Producción de recursos de aprendizaje apoyados en Realidad Aumentada por parte de estudiantes de magisterio. *Revista Edmetic*, 6(1), 23-38. Recuperado de <https://www.uco.es/ucopress/ojs/index.php/edmetic/article/view/5806>
- Bressler, D.M., y Bodzin, A. M. (2013). A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), 505-517.
- Cabero, J., y Barroso, J. (2016). The educational possibilities of Augmented Reality. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5(1), 44-50.
- Cabero, J., y Fernández. (2018). Las tecnologías digitales emergentes entran en la Universidad: RA y RV. RIED, 21 (2), versión preprint.
- Cabero, J., y García, F. (Coords.) (2016). *Realidad Aumentada. Tecnologías para la formación*. Madrid: Síntesis.
- Cabero, J., y García, F. (2015). Conceptos previos. En F. García y J. Cabero (Ed.), *Realidad aumentada. Tecnología para la formación* (pp.13-20). Madrid, España: Síntesis.
- Chang, K. E., Chang, C. T., Hou, H. T., Sung, Y. T., Chao, H. L., y 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 & education*, 71, 185-197.
- Coimbra, T., Cardoso, T., y Mateus, A. (2015). Augmented Reality: an Enhancer for Higher Education Students in Math's learning? 6th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Infoexclusion (DSAI 2015). *Procedia Computer science*, 67, 332-339.
- Cózar, R., Del Valle, M., Hernández, J.A., y Hernández, JR. (2015). Tecnologías emergentes para la enseñanza de las Ciencias Sociales. Una experiencia con el uso de Realidad Aumentada en la formación inicial de maestro. *Digital education review*, 27, 138-153.
- Del Cerro, F., y Morales, G. (2017). Realidad Aumentada como herramienta de mejora de la inteligencia espacial en estudiantes de educación secundaria. *RED*, 54, 2-14.
- Di Serio, A., Ibáñez, M.B., y Delgado, C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computer & education*, 68, 586-596. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131512000590>
- Fabregat, R. (2012). Combinando la realidad aumentada con las plataformas de e-learning adaptativas. *Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 9(2), 69-78.
- Fernández, B. (2018). La utilización de objetos de aprendizaje de realidad aumentada en la enseñanza universitaria de Educación Primaria. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 9(2), 90-104.
- Fombona, J., y Vázquez-Cano, E. (2017). Posibilidades de utilización de la geolocalización y realidad aumentada en el ámbito educativo. *Educación XXI*, 20(2), 319-342.
- Gurung, B. (2015). Pedagogías emergentes en contextos cambiantes: pedagogías en red en la sociedad el conocimiento. *Enunciación*, 20(2), pp. 271-286.
- Johnson, L., Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., y Hall, C. (2016). NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Ke, F., y Hsu, Y.C. (2015). Mobile augmented-reality artifact creation as a component of mobile computer-supported collaborative learning. *The internet and higher*, 26, 33-41.

- Maquilón, J.J., Mirete, A.B., y Avilés, M. (2017). La realidad aumentada (RA). Recursos y propuestas para la innovación educativa. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(2), 183-203.
- Marín, V. (2017). The Relationships Between Augmented Reality and Inclusive Education in Higher Education. *Bordón*, 69(3).
- Meneses, M. D., y Martín, J. (2016). Medios de comunicación impresos y realidad aumentada, una asociación con futuro. *Arbor*, 192(777), a292.
- Parroquín, P., Ramírez, J., González, V., y Mendoza, A. (2013). Aplicación de realidad aumentada en la enseñanza de la física. *Cultura científica y tecnológica*, 51(10), 182-192.
- Prendes, C. (2015). Realidad Aumentada y educación: Análisis de experiencias prácticas. *Revista Pixel bit. Revista de medios y educación*, 46, 187-203.
- Ramírez, M. S. y Valenzuela, J. R. (2010). *Objetos de aprendizaje abiertos orientados a desarrollar competencias docentes para la Sociedad del Conocimiento*. Ponencia presentada en Edutec 2010 "E---learning 2.0: Enseñar y Aprender en la Sociedad del Conocimiento", Bilbao, España.
- Reinoso, R. (2012). Posibilidades de la realidad aumentada en educación En J. Hernández, M. Penessi, D. Sobrino, y A. Vázquez (Ed.), *Tendencias emergentes en educación con TIC* (pp.175-196). Barcelona, España: Espiral.
- Ruiz, D. (2011). Realidad Aumentada, Educación y Museos. *Revista Icono*, 14(2), 212, 226.
- Sánchez, J.A. (2017). Experiencias de colaboración con el profesorado y alumnado de educación superior: una visión de la innovación docente y de los usos de las tecnologías digitales. En J. Quintana y O. Aparicio (Eds.), *Temas emergentes en educación*. (pp. 87-99) Bogotá: Universidad Central.
- Sommerauer, P., y Müller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & education*, 79, 59-68.
- Wiley, D. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. *The Instructional Use of Learning Objects*. Recuperado 12/02/2014 de <http://www.reusability.org/read/>

---

**Sandra Martínez Pérez** es Licenciada en Psicopedagogía y Doctora en Educación por la Universidad de Barcelona. Es investigadora y profesora de los grados de Educación Primaria y de Pedagogía y de diversos másteres en la Universidad de Barcelona. Sensibilizada e interesada en la innovación docente y cambios actuales. Sus líneas de investigación están dirigidas a la Atención a la Diversidad, Identidades, Género y Tecnologías Educativas. Ha participado en diferentes proyectos locales, nacionales e internacionales. Además, ha realizado estancias de docencia e investigación en diferentes instituciones nacionales e internacionales. Autora de artículos y capítulos de libros relacionados con las temáticas mencionadas.

---

**Bárbara Fernández Robles** es Licenciada en Pedagogía por la Universidad de Sevilla y Doctora en Educación por la Universidad de Córdoba. Es profesora de la Universidad Isabel I. Motivada por la innovación y las nuevas tendencias en educación. Ha participado en diferentes proyectos de investigación relacionados con las TIC en educación, siendo autora de diversos artículos relacionados con la temática.

---

**Rocío Alejandra Funes Cabrerizo** es Graduada en Magisterio de Educación Infantil por la Universidad de Granada y posee un Máster en Necesidades Educativas Especiales y Atención a la Diversidad en la Escuela por la Universidad de Sevilla. Es Personal Técnico de Apoyo a la Investigación en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. Interesada y motivada por las tecnologías emergentes para la innovación educativa. Participa en proyectos de investigación relacionados con las Nuevas Tecnologías Educativas.

---