

# Realidad aumentada como recurso en el aula de ciencias experimentales y sociales

EMILIO JOSÉ DELGADO-ALGARRA (UHU)  
Y ANTONIO ALEJANDRO LORCA-MARÍN (UHU)

## 1. Introducción

La sociedad de la información, la sociedad del conocimiento y la sociedad del aprendizaje implican cambios profundos, como indica Alfonso-Sánchez (2016), necesita que tanto ciudadanos como organizaciones desarrollen nuevas demandas cognitivas y nuevas capacidades; asumiendo una serie de principios éticos que hagan brindar oportunidades para el desarrollo de las comunidades.

La sociedad del conocimiento, en países desarrollados desde mediados del siglo xx, y sociedad de la información, desde los comienzos de los 2000, se sustentan en el acceso a la información, libertad de expresión y diversidad lingüística. En líneas generales, dentro de la sociedad del conocimiento se identifican dos ámbitos claramente diferenciados (Bueno, 2001; Alfonso-Sánchez, 2016):

- Ámbitos de creación e intercambio de conocimiento:
  - Espacios organizativos para compartir, modelos cooperativos y comunidades de conocimiento.
  - Plataformas en la red para general y compartir conocimiento, que puede derivar en la creación de cibercomunidades.

- Parques científicos y tecnológicos.
- Mercados de conocimiento.
- Ámbitos de difusión y aplicación del conocimiento:
  - Regiones y comunidades.
  - Ciudades y barrios.
  - Empresas y organizaciones.
  - Unidades organizativas además de grupos sociales o grupos de trabajo.

La información y el conocimiento se han convertido en elemento básico de la comunicación asíncrona; contando con el apoyo del acceso a la tecnología. Así pues, algunas características de deberíamos destacar se resumen a continuación (García Perea, 2015):

- El conocimiento sustituye otras formas de conocimiento por la ciencia.
- Se debate sobre las reglas y se desarrollan nuevas reglas, generando una transformación de las estructuras de poder.
- El acceso a la información genera un aumento de la cultura de los usuarios, lo cual permite la reflexión.
- El acceso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) produce una disminución de las brechas culturales, sociales y económicas.
- La negación del acceso al uso de la TIC genera exclusión social.
- El sensacionalismo y a la propaganda del engaño llega con más facilidad y tiene una mayor difusión por parte de los usuarios.
- En los últimos años, se ha impulsado el uso de las redes sociales, con sus ventajas e inconvenientes.

El nuevo papel del profesor de cara a los nuevos retos que le va a plantear la era digital y en su papel dentro del proceso, debe pasar no solo por el uso de los materiales, si no por un comportamiento, una actitud, un modelo de hacer, que hará de este un planteamiento tal, que haya que considerar su definición para

pasar de un papel formador, educador, a un papel dinamizador, de orientación y tutela. (Lorca-Marín *et al.*, 2017). Por lo tanto, alejándonos de posturas que consideran la inclusión de las tecnologías como un fin en sí mismo y considerando la importancia de la profesionalización de la labor docente el presente capítulo, se hace una breve revisión teórica sobre la realidad aumentada (RA), algunas aplicaciones destacadas y su uso en educación. Posteriormente, pasamos a describir propuestas significativas del uso de la RA en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales y sociales.

## 2. Hacia una sociedad del aprendizaje

En general, los sectores de mayor relevancia serían la educación, los medios de comunicación, los administradores de información, los servicios informáticos y la investigación tecnológica. Todo esto nos lleva a ir un paso más allá y hablar de lo que se conoce como *sociedad del aprendizaje*, concepto que fue formulado en la obra *The Learning Society* (Hutchins, 1970) y que, en la actualidad, se refiere al planteamiento de un aprendizaje cooperativo y universal, apoyado en el uso de las tecnologías y en la creciente virtualización de los espacios de aprendizaje.

En este sentido, según el estudio sobre sociedad del aprendizaje elaborado por CISCO en 2010, para avanzar en la construcción de una sociedad del aprendizaje, se debe poner el foco en la colaboración interdisciplinar, el pensamiento crítico y la resolución de problemas; destaca el planteamiento de 9 principios de la sociedad del aprendizaje (Chambers, 2010: 5):

- Genera una cultura de aprendizaje.
- Tiene por objeto desarrollar estudiantes motivados y comprometidos, que están preparados para responder a los desafíos imprevistos del futuro, así como los del presente.
- Acerca el aprendizaje al estudiante, puesto que considera al aprendizaje como una actividad, no un lugar físico.

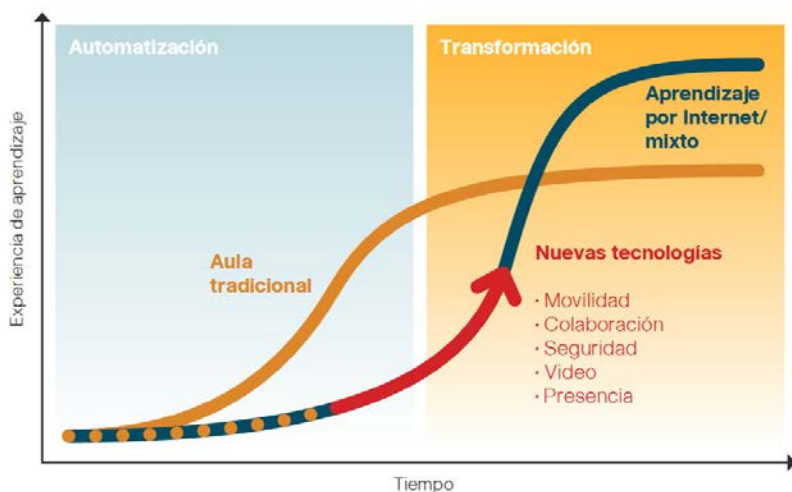
- Considera que el aprendizaje es para todos y que nadie debe quedar excluido.
- Reconoce que las personas aprenden de maneras diferentes y procura satisfacer esas necesidades.
- Cultiva e integra nuevos proveedores educativos, de los sectores público, privado y sin fines de lucro.
- Desarrolla nuevas relaciones y redes entre estudiantes, proveedores (nuevos y anteriores), entes de financiación e innovadores.
- Ofrece la infraestructura universal necesaria para lograr el éxito, aún física pero cada vez más virtual.
- Sustenta sistemas de innovación y realimentación continuas para conocer qué cosas funcionan en qué circunstancias.

El carácter activo que se precisa por parte de los usuarios en la sociedad del aprendizaje ha dado como resultado la derivación hacia lo que se conoce como *tecnologías de aprendizaje y el conocimiento* (TAC), que, a diferencia de la TIC, deja de poner el foco en los aspectos instrumentales para poner el acento en los aspectos educativos que requieren de una mediación didáctica.

En este sentido, es responsabilidad de los docentes aprovechar las tecnologías propiciando entornos innovadores que permitan, entre otras cuestiones, adquirir una serie de competencias consideradas fundamentales (Cabero, Leiva, Moreno, Barroso y López-Meneses, 2016).

Como se muestra en la figura 1, debido a la expansión de uso de internet y al uso didáctico de las tecnologías, ha sido posible la transformación de las experiencias de aprendizaje desde el aula tradicional a un aprendizaje por internet y mixto. Sin embargo, si a esto le sumamos la expansión del uso de móviles y tabletas, además del desarrollo y uso de las aplicaciones móviles, mediante un planteamiento didáctico que aproveche significativamente estos recursos, se ofrece un extenso abanico de posibilidades y expande las posibilidades en el seno de una sociedad de aprendizaje donde hemos pasado la fase de la automatización y de la mera integración de las tecnologías a centrar la atención en los aspectos didácticos de su uso.

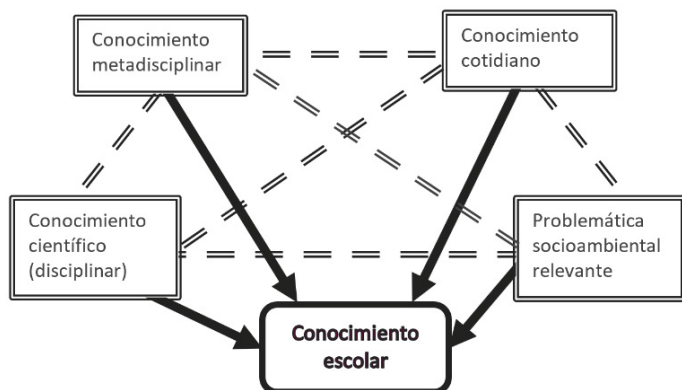
**Figura 1.** De la automatización a la transformación educativa.



Fuente: Extraído de Chambers (2010: 17).

A nivel de proyecto curricular, tomamos como referencia el Proyecto Curricular Investigado Nuestro Mundo (6-12) (Cañal, Pozuelos y Travé, 2005) que tiene como finalidad última el aprendizaje de contenidos escolares; asegurando la formación de ciudadanos críticos, informados y la interiorización de competencias útiles para la vida a través de la investigación escolar (figura 2).

**Figura 2.** Construcción del conocimiento escolar desde un enfoque basado en la investigación escolar.



Fuente: Elaboración propia a partir de Estepa (2007).

Cabe matizar que la Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Didáctica de las Ciencias Sociales, comparten el interés de conocer el mundo entendiendo que desde ambas didácticas se produce un enriquecimiento de las temáticas de estudio y en la comprensión de las problemáticas socioambientales. Igualmente, en coherencia con el enriquecimiento antes mencionado y que queda plasmado en INM, muchos de los programas y aplicaciones móviles a los que se hará alusión en apartados posteriores pueden ser de uso común en ambas áreas de conocimiento.

### 3. Concepto de *realidad aumentada*

El desarrollo y uso generalizado de internet, la expansión del uso de las tecnologías móviles y el desarrollo de todo tipo de aplicaciones para portátiles, móviles y tabletas han dado como resultado el desarrollo de distintas modalidades de aprendizaje ubicuo entre las que se encuentra (Delgado-Algarra y Lorca-Marín, 2019):

- *e-learning*: lecciones desarrolladas en línea, incluyendo la teleformación, formación a distancia, enseñanza virtual o enseñanza en línea de forma flexible.
- *m-learning*: lecciones desarrolladas a través de dispositivos móviles, que se pueden desarrollar mediante un aprendizaje asincrónico, sincrónico o de interacción durante las lecciones.
- *b-learning*: lecciones desarrolladas de manera semipresencial que combina los encuentros asincrónicos del *e-learning* con los encuentros sincrónicos de la presencialidad, incluyendo en su fase no presencial entornos virtuales de aprendizaje (LMS), recursos multimedia, herramientas de comunicación virtual (foros, correos electrónicos, etc.), documentos descargables, videoconferencias, *webinars*, *flipped classroom*, trabajo por proyectos, etc.
- *u-learning*: lecciones de aprendizaje ubicuo apoyados en la extensión de los entornos de *e-learning* con la inclusión de aplicaciones y servicios asociados a dispositivos móviles.

Como indica García-Perea (2015), el reto de los docentes consiste en mantenerse actualizado teniendo en cuenta que algunas de las características del *u-learning* son:

- Permanencia de los trabajos.
- Accesibilidad a los materiales desde cualquier sitio.
- Inmediatez para acceder a los materiales en cualquier momento.
- Interactividad, actividades según las necesidades e inquietudes y la adaptabilidad.

En resumen, el *m-learning* podría entenderse como el *e-learning* usando aplicaciones y dispositivos móviles. Así pues, dentro de las aplicaciones móviles, cuyo uso, en algunos casos, se apoya en programas de PC y plataformas web complementarias, cabe destacar aquellas que se relacionan con la RA.

La RA es un campo de tecnología que supone la superposición perfecta de imágenes virtuales en el mundo real, de forma que el contenido virtual se alinea con los objetos del mundo real y permite la visualización y la interacción (Azuma, 1997, Dey, Billinghamurst, Lindeman y Swan, 2018). Ofrece un nuevo espacio de aprendizaje que se puede aplicar en diferentes contextos, entre los que se encuentra el educativo. Así Villalustre y Del Moral (2016) y Cawood y Fiala (2008) establecen diferentes niveles de RA:

- Nivel 0: Hiperenlaces en el mundo físico a través de códigos QR que se activan desde cualquier dispositivo móvil.
- Nivel 1: RA centrada en marcadores, convirtiendo elementos en activadores mediante la superposición de modelos 3D.
- Nivel 2: RA *markerless*; utilizando imágenes y objetos como activadores.
- Nivel 3: Visión aumentada con gafas específicas o lentillas biónicas.

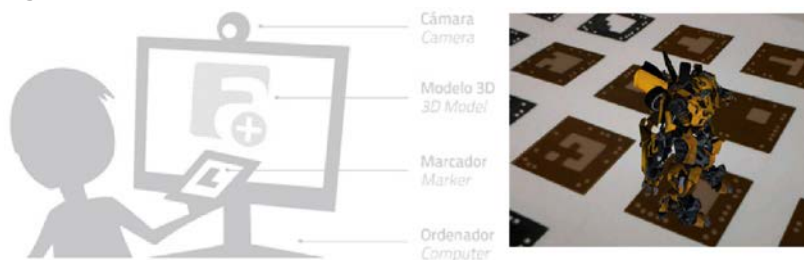
La RA ha entrado en mayor o menor medida en los niveles educativos; es destacable especialmente en los entornos universitarios (Fombona y Pascual, 2017). De esta forma, como afirman

**Figura 1.** Clasificación de las herramientas de RA.

APLICACIONES MÓVILES	PROGRAMAS PARA PC	PLATAFORMAS WEB
Aurasma	Aumentaty Autor	Augment
Aumentaty Viewer	BuildAR	Aurasma Studio
Layar	EstARteco	Layar Creator
Quiver		Learn AR
Chromville		ARcrowd
Chromville Barcy		Bakia
Chromville Science		estARteco
AR ARKids		Visuar
AR Flashcards Animal Alphabet		
AR Flashcard Space		
AR Dino Roar		
AR DinoPark		
AnimalCAM		
Zookazam		
Arloon Anatomy		
Anatomy 4D		
The Brain AR		
iSkull AR		
Durolane		
FaceYou		
Taggar		
Wikitude		
Junaio		
Goggles		
Aumentaty VSearch		
Sky Map		
Mapa estelar		
3D Compas AR		
La Patena de Cástulo RA		
AR Showcase		
Visuar		

Fuente: Extraído de Cabero, Leiva, Moreno, Barroso y López-Meneses (2016: 39).

**Figura 3.** Representación de ejemplo de Aumentaty Viewer.



Fuente: <<http://author.aumentaty.com>>.

Cabero, García y Barroso (2016), se han publicado experiencias en diferentes disciplinas, entre las que se encuentra ciencias sociales, arte, historia, geografía, ciencias naturales, física y química.

## 4. Aplicaciones, programas y plataformas de realidad aumentada

En este contexto, cabe destacar una serie de aplicaciones móviles, programas de ordenador y plataformas web que se basan en la tecnología RA, disponible para diferentes dispositivos y ofreciendo entornos enriquecidos de exploración, experimentación, inmersión e investigación (figura 1).

Por su parte, centrandó nuestra atención en las aplicaciones móviles, por motivos de espacio, destacaremos las siguientes: HP Reveal, Aumentaty Viewer, Layar, Quiver Vision

El programa HP Reveal (antiguamente conocido como Aurasma) permite que cualquier elemento del entorno funcione como marcador de RA y ofrece la posibilidad de añadir capas virtuales de imagen, vídeo, animaciones o modelos 3D. Ofrece también la posibilidad de geolocalización.

Aumentaty Viewer permite ver tus proyectos de Realidad Aumentada basados en la colocación de modelados 3D sobre los marcadores realizados con Aumentaty Author (<<http://www.aumentaty.com/es/content/aumentaty-author>>) (figura 3). Siguiendo los siguientes pasos: impresión de marcador, activación de cámara, visualización de marcador, asignación de modelo, ajuste de modelo, guardado o cargado de escena y exportación para compartir. Los marcadores utilizados por Author, por su parte, se pueden encontrar en: <<http://author.aumentaty.com/aumentatyMarkers.pdf>>.

Por su parte, Layar admite el escaneo de objetos aumentados desde la aplicación web Layar Creator (<<https://www.layar.com/accounts/login>>), añadiendo información que se superpone a la realidad.

Por otro lado, las láminas impresas desde <<http://quivervision.com>> (y posteriormente coloreadas) cobran vida gracias a

la aplicación Quiver Vision. Dentro de Quiver Vision hay packs de coloreado que se reparten en varias categorías. Una de esas categorías es Quiver Education que, en relación con las ciencias naturales y ciencias sociales incluye plantillas para RA relacionadas con células, animales marinos, sistema solar, estaciones, mapas, banderas o monumentos (figura 4).

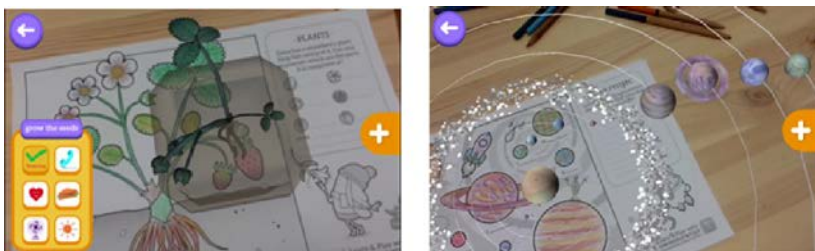
**Figura 4.** Ejemplos de plantilla y representación RA de Quiver Education.



Fuente: <<http://www.quivervision.com/education-coloring-packs>>.

Chromville: basada en la línea de la anterior, parte de láminas para colorear que actúan de marcadores para generar entornos de RA. A través de la cámara de la aplicación móvil permite generar entornos de RA que actúan como marcadores (<<https://chromville.com>>). Permiten introducir al alumnado en experiencias relacionadas con el campo de las ciencias organizada por secciones como: el cuerpo humano, los seres vivos, el laboratorio y el planeta Tierra (figura 5).

**Figura 5.** Ejemplos de plantilla y representación RA de Chromville.



Fuente: <<https://chromville.com>>.

## 5. Innovaciones e investigaciones con realidad aumentada en la enseñanza de las ciencias sociales y de las ciencias naturales

Con el desarrollo de la realidad aumentada, la realidad virtual, la impresión 3D, las aplicaciones móviles, las plataformas digitales, etc. Delgado-Algarra (2018) destaca la labor de los docentes que han desarrollado experiencias de aula y que, acompañados en muchas ocasiones por un proceso de investigación educativa, ponen de manifiesto tanto las ventajas de su uso didáctico como su contribución a la motivación y al aprendizaje, facilitando procesos igualmente motivantes como, por ejemplo, la gamificación.

En el contexto de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias sociales, cabe destacar la implementación de una unidad didáctica para la comprensión de elementos artísticos en Educación Primaria, incluyendo contenidos conceptuales sobre los íberos y haciendo uso de la RA en tres fases (Sáenz-López, Cózar y Domínguez Garrido, 2018: 65):

- Fase I: explorar las imágenes a través de la realidad aumentada con dispositivos móviles y con ordenadores. Tratar de identificar las diferentes esculturas desde un primer contacto y motivación.
- Fase II: recopilar información, a través del trabajo grupal, del arte, cultura y sociedad de los pueblos prerromanos, y el motivo de esas figuras. Información detallada de cada una de ellas.
- Fase III: identificar características generales del arte ibérico a través de la comparación de las diferentes obras. Elementos religiosos, de formas (ojos de almendra, cuerpo de animal, esfinges...).

Tras la implementación y análisis mediante triangulación de instrumentos, los autores de la experiencia didáctica llegan a la conclusión de que la integración de la RA en el contexto educati-

vo no genera una mejora significativa en el rendimiento académico; sin embargo, si produce mejoras significativas en motivación, interés, entusiasmo, participación, compromiso, trabajo en equipo y reconocimiento de contenidos artísticos durante el proceso de aprendizaje.

En términos motivacionales, se obtienen resultados similares en la investigación sobre una experiencia con tecnologías AR en un proceso de autoaprendizaje a través del juego desarrollada por Iwata, Yamabe y Nakajima (2011); llevándose a cabo una comparación entre aprendizaje a través de AR y la asistencia de aprendizaje convencional basada en PC. Sin embargo, en este caso sí que se reconoce una mejora en el rendimiento de los usuarios, pues destaca una mayor concentración y mejora en la resolución de problemas.

Otras experiencias que se destacan como alternativa a la realidad aumentada a través de una pantalla son las de Hatala y Wakkary (2005), quienes crearon una guía auditiva museística para educar a los usuarios sobre los objetos del museo, o de Szymczak, Rassmus-Gröhn, Magnusson y Hedvall (2012), quienes crearon una aplicación multisensorial (audio-táctil) para enseñar sobre los sitios históricos de una ciudad (centro histórico y sitio arqueológico). En este último caso, los autores indican que, en contraste con la experiencia de realidad aumentada a través de una pantalla, la propuesta auditivo-táctil mantiene el foco de atención visual en el ambiente.

Juan, Furió, Alem, Ashworth y Cano (2011) desarrollaron el juego ARGreenet para crear conciencia sobre el reciclaje y enseñar a reciclar. A raíz del pretest y postest con estudiantes de entre 8 y 13 años, y comparando los resultados en relación con el uso de dicho juego y a otra alternativa más básica (BasicGreenet), se llega a la conclusión de la combinación de juego y AR resulta más atractiva e intuitiva para el estudiante y se destaca que los dispositivos móviles son buenas plataformas para aprender sobre el aprendizaje y para condicionar el cambio en las actitudes al respecto.

Villalustre, del Moral y Nereira-Piñeiro (2019) abordaron contenidos científicos bajo la propuesta Árboles y arbustos del

entorno del colegio con estudiantes de 4.º de primaria. A través de los códigos QR, pudieron conocer e indagar sobre la flora de entorno próximo elaborando distintos itinerarios didácticos. Hp Reveal, Quiver-ed y editores de QR, fueron las herramientas que pusieron en juego para profundizar en el conocimiento de las fases del ciclo del agua, la flotabilidad y el consumo responsable de esta. Se concluye con varias de las experiencias donde se emplearon láminas-marcadores prediseñadas de Quiver y Chromville Science para abordar temáticas relacionadas con los diferentes proyectos. Tras un análisis DAFO, destacan del uso de la RA, la contribución al aprendizaje de conocimientos relativos a conceptos y procesos científicos, especialmente aquellos que pueden presentar más complejidad y abstracción para el alumnado de primaria. En cambio, describen como debilidad el que se ejercitó menos la experimentación científica directa. Destacan el carácter lúdico y motivador de este tipo de experiencias, así como ejercicio de concentración, implicación, autonomía, trabajo colaborativo y mejora del clima de aula que ejercen. Destacan la idoneidad para adoptar metodologías activas basadas en la indagación, aunque requiere una formación complementaria docente va más allá del uso de los recursos técnicos.

## 6. Conclusiones

Debido a la expansión del uso de las tecnologías por parte de los alumnos, se ha tornado una necesidad que el profesorado ponga en práctica propuestas didácticas en las que se conecte los aprendizajes del contexto escolar y del contexto familiar, lo cual puede incluir el uso de redes sociales, videojuegos, mensajería instantánea y diferentes aplicaciones informáticas y móviles (Aguaded y Cabero, 2014). Dentro de las aplicaciones informáticas y móviles se encuentran las relacionadas con la RA que, en la actualidad, es una tecnología cada vez más extendida en el entorno cotidiano y con grandes potencialidades en el campo educativo, aspecto del que se han percatado empresas creadoras de *software* y docentes que hacen un uso didáctico de las mismas en el aula.

Existe una opción que pasa por la prohibición sin matices del uso de tecnologías en las aulas por los riesgos de adicción. Sin embargo, dado el desarrollo tecnológico producido en las últimas décadas, consideramos que la prohibición no evita que el estudiante haga un uso inadecuado de las tecnologías (Delgado-Algarra y Lorca-Marín, 2019). Por ello, teniendo en cuenta lo visto durante este capítulo y centrando la atención en la RA, su inclusión en las clases de ciencias sociales y de ciencias experimentales, más allá de poder contribuir a educar en un uso responsable de la RA, con un adecuado planteamiento didáctico, ofrece importantes ventajas como la mejora de la motivación, el impulso de la participación, el compromiso con el objeto de estudio, el trabajo en equipo y una mejora en el rendimiento.

Coincidiendo con Sobrino (2011), entendemos que el uso de las TIC en los espacios escolares no supone una transformación de la práctica educativa en sí misma. En otras palabras, el uso de las TIC no puede convertirse en un fin en sí mismo, al igual que el uso de la RA por sí sola no supone una mejora sustancial del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales y de las ciencias sociales. Es uso de la RA en el aula, al igual que la del resto de las TIC, tiene sentido únicamente si se plantea para que ofrezca ventajas y facilidades y para que contribuya a dinámicas diferentes a las que se podrían hacer sin el uso de estos recursos. Como destacan Adell y Castañeda (2012) el contexto educativo, más allá de la evolución tecnológica, lo que realmente es innovador son los usos que se hacen de estos.

## 7. Referencias bibliográficas

- Adell, J.; Castañeda, L. (2012). «Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes?». En: Hernández, J.; Pennesi, M.; Sobrino, D.; A. Vázquez. (coords.). *Tendencias emergentes en Educación con TIC* (pp. 13-32). Barcelona: Espiral.
- Aguaded, I.; Cabero, J. (2014). «Avances y retos en la promoción de la innovación didáctica con las tecnologías emergentes e interactivas». *Educar*, 30: 67-83.

- Alfonso-Sánchez, I. R. (2016). «La Sociedad de la Información, Sociedad del Conocimiento y Sociedad del Aprendizaje. Referentes en torno a su formación. Bibliotecas». *Anales de Investigación*, 12(2): 235-243.
- Bueno, E. (2001). «Propuesta integradora del concepto de Dirección de Conocimiento». En: Arbonés, A. L. (ed.). *Cómo evitar la miopía en la Gestión del Conocimiento, Clúster del Conocimiento* (pp. 251- 268). Madrid: Díaz de Santos.
- Cabero, J.; García, F.; Barroso, J. (2016). «La producción de objetos de aprendizaje en “Realidad Aumentada”: la experiencia SAV de la Universidad de Sevilla». *International Journal of Educational Research and Innovation*, 6: 110-123.
- Cabero, J.; Leiva, J. J.; Moreno, N. M.; Barroso, J.; López-Meneses, E. (2016). *Realidad aumentada y educación. Innovación en contextos formativos* (p. 39). Barcelona: Octaedro.
- Cañal, P.; Pozuelos, F. J.; Travé, G. (2005). *Investigando Nuestro Mundo. Descripción general y fundamentos*. Sevilla: Diada Editora.
- Cawood, S.; Fiala, M. (2008) *Augmented Reality: A Practical Guide*. Denver: Pragmatic Bookshelf
- Chambers, J. (2010). *La sociedad del aprendizaje*. California: Cisco Systems.
- Delgado-Algarra, E. J. (2018). «Enseñanza de la historia y compromiso ciudadano a través de los videojuegos Civilization VI y Stardew Valley: cómo seleccionar e integrar los videojuegos en el aula». *CLIO. History and History teaching*, 44: 1-8.
- Delgado-Algarra, E. J.; Lorca-Marín, A. A. (2019). «Experiencias y recursos móviles para la formación del profesorado en didáctica de las ciencias experimentales y sociales». En: Hervás-Gómez, C.; Vázquez-Cano, E.; Fernández-Batanero, J. M.; López-Meneses, E. (eds.). *Innovación e investigación sobre el aprendizaje ubicuo y móvil en la Educación Superior*. Barcelona: Octaedro.
- Dey, A.; Billinghurst, M.; Lindeman, R. W.; Swan, J. E. II (2018). «A Systematic Review of 10 Years of Augmented Reality Usability Studies: 2005 to 2014». *Front. Robot. AI*, 5: 37. DOI: 10.3389/frobt.2018.00037.
- Fombona, J.; Pascual, M. A. (2017). «La producción científica sobre Realidad Aumentada, un análisis de la situación educativa desde la perspectiva SCOPUS». *EDMETIC*, 6(1): 39-61.

- García Pera, M. D. (2015). «Tecnología y aprendizaje ubicuo». *Sistemas, cibernética e informática*, 12(1).
- Hatala, M.; Wakkary, R. (2005). «Ontology-based user modeling in an augmented audio reality system for museums». *User Modell. User Adapt. Interact*, 15: 339-380. DOI: 10.1007/s11257-005-2304-5.
- Hutchins, R. M. (1970). *The Learning Society*. Nueva York: Frederick A. Praeger, Publishers.
- Iwata, T.; Yamabe, T.; Nakajima, T. (2011). «Augmented reality go: extending traditional game play with interactive self-learning support». *Proceedings – 17.ª IEEE International Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications, RTCSA 2011*, vol. 1 (Toyama): 105-114.
- Juan, M.; Furió, D.; Alem, L.; Ashworth, P.; Cano, J. (2011b). «ARGreenet and BasicGreenet: Two mobile games for learning how to recycle». *19.ª International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision, WSCG 2011 - In Co-operation with EUROGRAPHICS, Full Papers Proceedings* (Plzen), pp. 25-32.
- Lorca-Marín A. A. et al. (2017). «Attitudes of Teachers in Initial Training Videogames». *Digital Education Review*, 31: 39-60.
- Sáenz-López, J. M.; Cózar, R.; Domínguez Garrido, M. C. (2018). «Realidad aumentada en Educación Primaria: comprensión de elementos artísticos y aplicación didáctica en ciencias sociales». *Digital Education*, 34: 59-75.
- Sobrino, M. (2011). «Proceso de enseñanza-aprendizaje y web 2.0: valoración del conectivismo como teoría de aprendizaje post-constructivista». *Estudios sobre Educación*, 20: 117-140.
- Szymczak, D.; Rasmus-Gröhn, K.; Magnusson, C.; Hedvall, P. O. (2012). «A real-world study of an audio-tactile tourist guide». *MobileHCI'12 - Proceedings of the 14.ª International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (San Francisco, CA), pp. 335-344.
- Villalustre, L.; Del Moral, M. E. (2016). «Itinerarios interactivos con geolocalización y realidad aumentada para un aprendizaje ubicuo en la formación inicial de docentes de educación infantil». En: Villalustre, L.; Del Moral, M. E. (coords.). *Experiencias interactivas con realidad aumentada en las aulas* (pp. 31-53). Barcelona: Octaedro.

Villalustre, L.; Del Moral, M. E.; Neira-Piñeiro, M. R. (2019). «Percepción docente sobre la realidad aumentada en la enseñanza de Ciencias en Primaria. Análisis DAFO». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(3): 3201. DOI: 10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2019.v16.i3.3301.