

LA REALIDAD AUMENTADA COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DEL PATRIMONIO HISTÓRICO. EL EDIFICIO DEL MOSAICO DE LOS AMORES DEL CONJUNTO ARQUEOLÓGICO DE CÁSTULO (LINARES, JAÉN)

AUGMENTED REALITY AS DIDACTIC RESOURCE FOR TEACHING AND LEARNING THE CULTURAL HERITAGE. THE BUILDING OF THE MOSAIC OF AMORES FROM THE ARCHAEOLOGICAL SITE OF CÁSTULO (LINARES, JAÉN)

Ana Luisa MARTÍNEZ CARRILLO

Resumen

La virtualización de los espacios arqueológicos ha constituido en las últimas décadas una vía eficaz para comprender y dar a conocer lugares históricos que han llegado hasta nuestros días en diferentes estados de conservación. En este artículo se muestra cómo la realidad aumentada puede contribuir a la contextualización y a la comprensión in situ de un edificio singular como es el que contiene el mosaico de los Amores del Conjunto Arqueológico de Cástulo (Linares, Jaén). Para ello se ha realizado un estudio de caso descriptivo y analítico de este edificio singular en el que se señala el potencial didáctico de esta tecnología para mejorar la comprensión de la interpretación histórica de un espacio desaparecido parcialmente.

Palabras claves

TIC, Realidad Aumentada, patrimonio arqueológico.

Abstract

The virtualization of the archaeological sites has been an effective way to understand and to publish historical places that have survived until this day in different states of conservation. This article shows how augmented reality can contribute to the contextualization and the understanding of a singular building such as one which contains the mosaic of "Amores" from the archaeological site of Cástulo (Linares, Jaén). For this, a descriptive and analytical case of study of this unique building has been carried out, in which the didactic potential of this technology is pointed out to improve the understanding of the historical interpretation of a partially disappeared space.

Key words

ICT, Augmented Reality, archaeological heritage.

Ana Luisa MARTÍNEZ CARRILLO

Universidad de Granada. Correo electrónico: anamartinez@ugr.es.

Recepción: 02/XI/2020

Revisión: 29/XI/2021

Aceptación: 03/III/2021

Publicación: 30/III/2021

LA REALIDAD AUMENTADA COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DEL PATRIMONIO HISTÓRICO. EL EDIFICIO DEL MOSAICO DE LOS AMORES DEL CONJUNTO ARQUEOLÓGICO DE CÁSTULO (LINARES, JAÉN)

1. INTRODUCCIÓN

El acentuado proceso de desarrollo en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se ha convertido en uno de los temas más destacados de discusión en el mundo académico durante las últimas décadas. La irrupción del mundo digital en la vida diaria ha supuesto un cambio esencial en la manera de afrontar aspectos como el trabajo, los estudios, la vida cotidiana, el ocio, etc. Nuevas maneras de producir y de consumir, de aprender y de enseñar, de divertirse y de actuar están sustituyendo las pautas de comportamiento que regían las relaciones sociales anteriores a esta aceptación general de las tecnologías digitales (Bradley, 2010; Rasimah et al., 2011).

Tal y como indican Rivero y Feliú (2017) al visitar un yacimiento arqueológico se suelen tener distintas reacciones generadas, obviamente, por el interés que suscita el espacio pero también condicionadas por la formación y educación recibida, sea de manera formal o no. Para la gran mayoría de personas que no han estudiado arqueología puede ser, sin duda, un entorno difícilmente comprensible. Y es que el resto arqueológico no suele interpretarse por sí mismo, salvo que se tenga una formación específica determinada (Masriera, 2008; Rivero, 2008).

La mayoría de los yacimientos arqueológicos se exponen hoy en día con escasa o nula interpretación y sus datos se muestran desarticulados al gran público sin que este pueda llegar a comprenderlos en su totalidad. La principal dificultad

de comprensión está muy vinculada a la tercera dimensión del espacio debido al estado de conservación en el que se encuentran determinados bienes culturales. En la mayoría de las ocasiones, cuando se visita un yacimiento se puede intuir cómo podría ser un determinado espacio en el pasado, pero si se carece de herramientas de interpretación eficaces, no se puede llegar a comprenderlo en su totalidad.

Es este vacío interpretativo el que ha propiciado en parte el desarrollo de la arqueología virtual. Dentro de los estudios sobre educación patrimonial, este campo de conocimiento es el que más expansión ha experimentado en los últimos años para comprender e interpretar el pasado histórico a través de los restos de su cultura material.

La arqueología virtual nace, en parte, de la necesidad de incorporar el patrimonio a los procesos educativos a través de una mejora en su difusión; en su legibilidad por parte del público no especializado. De este modo, y a través de estas herramientas, se tiende a superar la concepción del patrimonio, de su gestión y de su difusión como un elemento ligado a la historia del arte (Santacana y Masriera, 2012) (monumentalismo centrado en elementos estéticos, formales, etc.), y, a través de la interactividad que pueden permitir las nuevas tecnologías, se utiliza el patrimonio para abordar un conocimiento extenso sobre el pasado histórico, sobre la cultura material e intelectual, sobre los usos, las costumbres y los modos de vida de las sociedades a lo largo de la historia.

Este hecho, sin duda, condiciona el alto potencial didáctico que tiene el resto arqueológico. Conocer nuestro pasado, saber cómo vivían civilizaciones de otro tiempo, descubrir qué comían, cómo se relacionaban, son intereses comunes entre las personas y es que la historia, y por ende la arqueología, genera curiosidad. Pero para poder comprender el pasado en toda su complejidad necesitamos de herramientas didácticas que nos acerquen a él (Rivero y Feliú, 2017). Así pues se abre otra problemática que gira en torno a la adquisición de un aprendizaje significativo a través de estas representaciones virtuales y acerca de su carácter atractivo y motivador (Gisbert Santaballa, 2019).

La aplicación del aprendizaje basado en dispositivos móviles (también conocido como *mobile learning* en espacios arqueológicos, tanto en contextos de aprendizaje informal como formal dirigido a escolares, ha sido objeto de estudio en los últimos años, convirtiéndose en una de las líneas actuales de investigación en educación patrimonial en España (Ibáñez, Vicent y Asensio, 2012; Vicent e Ibáñez, 2012; Vicent, Ibáñez y Asensio, 2015; Vicent, Rivero y Feliu, 2015; Cózar et al., 2015). Estos estudios abren una cuestión relevante de investigación: la evaluación de programas de educación patrimonial basados en tecnologías, aspecto clave si se quiere valorar el aprendizaje de los participantes. El debate actual, por tanto, ya no se limita la científicidad de la reconstrucción virtual, sino que busca instrumentos para analizar adecuadamente el proceso de aprendizaje resultante de su aplicación, estableciendo así buenas prácticas y pautas para el diseño y desarrollo de aplicaciones educativas.

Dentro de esta línea de actuación que pretende mejorar la comprensión de un yacimiento arqueológico a través de herramientas didácticas basadas en el empleo de las nuevas tecnologías es donde se enmarca este artículo. En él se expone un ejemplo de aplicación de realidad

aumentada para la visualización y la explicación del espacio que ocupa el mosaico de los Amores en el Conjunto Arqueológico de Cástulo (Linares, Jaén).

2. METODOLOGÍA

Una definición completa y sencilla de realidad aumentada es la que recogen Estebanell y otros (2012, p.136) quienes la presentan como “una tecnología que permite añadir información virtual sobre la realidad”. Un proceso que se realiza en tiempo real a través de la captura de una cámara, estableciendo una relación espacial entre la información virtual y su entorno real. De este modo, objetos virtuales bidimensionales y/o tridimensionales se superponen al mundo real, suscitando la coexistencia de dos mundos, virtual y real, en el mismo espacio, en tiempo real (De Pedro y Martínez, 2012). Kato (2010) se centra en su utilidad y la define como información virtual (objetos o anotaciones) que pueden ser superpuestas a imágenes del mundo real como si coexistieran.

En muchas ocasiones, la realidad aumentada se confunde con la realidad virtual con la que comparte algunas características en común. La principal diferencia entre ambas radica en que la realidad aumentada está basada en el reconocimiento de formas. La aplicación que ejecuta la realidad aumentada hace “aparecer” algún elemento (imagen, audio, vídeo o modelos en 3D) cuando la cámara de un dispositivo móvil o de un ordenador reconoce una forma determinada. Estas formas pueden ser de distintos tipos: marcadores, imágenes u objetos.

El uso educativo de la tecnología siempre se ha relacionado con una mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje. No obstante, es un hecho constatado que la tecnología en sí misma no garantiza una mejora significativa (Hattie, 2009; Tamim et. al., 2011). De hecho, la tecnología puede tener un impacto neutral o medio y, en

LA REALIDAD AUMENTADA COMO RECURSO DIDÁCTICO

Ana Luisa MARTÍNEZ CARRILLO

algunos casos, incluso efectos negativos debido a la sobrecarga del proceso cognitivo, problema que ha sido subrayado por la “Teoría de la carga cognitiva” (Sweller et al., 1998). Todos los trabajos de investigación apuntan al hecho de que la medida más importante de éxito en el uso de la tecnología en la enseñanza es la elección de metodologías adecuadas al contexto en los que se utilizaran (Kirschner et al., 2006).

Desde este punto de vista, los dispositivos móviles como los teléfonos inteligentes a través de los cuales se accede a la realidad aumentada se consideran tecnologías más disruptivas que los dispositivos tradicionales utilizados en la escuela (es decir, ordenadores, pizarras inteligentes, etc.) principalmente porque los alumnos siempre los llevan consigo y los utilizan en contextos informales de la vida diaria. Las estrategias de enseñanza que incluyen el uso de los dispositivos móviles deben tener en cuenta el entorno complejo y la experiencia de aprendizaje transversal.

Así se puede afirmar que las aplicaciones de realidad aumentada se apoyan en nuevos paradigmas de aprendizaje (Chen y Wang, 2008) llenando el vacío entre la teoría y la práctica mediante actividades constructivas.

Las experiencias con realidad aumentada móvil se pueden utilizar dentro de un entorno de enseñanza tradicional, en el aula por ejemplo, pero de esta manera perderían gran parte de su gran potencial (Auld y Johnson, 2015). Es necesario proponer un nuevo método que permita al estudiante integrar el aprendizaje informal a través de esta tecnología y experimentar fuera del contexto escolar con procesos de aprendizaje informal. En este paradigma el rol de los docentes debe fomentar estas experiencias de aprendizaje significativo (Jonassen, 2008) que proporciona a los estudiantes un medio para juzgar sus experiencias con la realidad aumentada dentro de la perspectiva de la autorregulación del aprendizaje y del aprendizaje permanente.

Un enfoque educativo que contiene todas estas características es la del Aprendizaje Basado en Proyectos (*PBL*) (Strobel y van Barneveld, 2009) que considera estos ejemplos de aprendizaje informal no como elementos distintos de lo social sino una parte integral de ellos por la forma social y activa que tienen para construir conocimiento (Sharples, 2013). Es por esta razón por la que el entorno de elección y el papel del profesor son tan importantes.

Otra ventaja a destacar de la realidad aumentada es que permite una experiencia de aprendizaje situado (Wenger y Lave, 1991) mediada por la tecnología.

En el caso concreto de su implantación en la esfera educativa, es evidente que la realidad aumentada deberá superar, como sucede en cualquier proceso de transformación, una serie de obstáculos de tipo institucional, técnico, metodológico, etc. si quiere integrarse en el futuro en las corrientes didácticas mayoritarias y ya aceptadas por la comunidad docente. En ese sentido, y teniendo en cuenta que su aplicación experimental en la enseñanza comprende un periodo de solo dos décadas (Reinoso, 2012), parece claro pensar que todavía le queda un largo recorrido de análisis de sus teóricas ventajas antes de que se produzca una amplia utilización de estos recursos en las aulas (Santos et al., 2016).

Al evaluar el proceso de penetración de la realidad aumentada en la educación es importante tener en cuenta que las tecnologías emergentes atraviesan normalmente cuatro etapas que deben ser superadas a fin de que la innovación sea aceptada por completo en cualquier institución (Rogers, 1995). En la primera fase, se valora sobre todo, si sus ventajas relativas mejoran aquello que se quiere reemplazar o complementar; en la segunda, que los resultados y consecuencias de su introducción sean tangibles y visibles; en la tercera, que la novedad esté en consonancia con los valores, los hábitos y las necesidades

de la institución; y en la cuarta, finalmente, se evalúa su facilidad de comprensión, aplicación y mantenimiento. La realidad aumentada aún está en los primeros estadios de implementación en el ámbito educativo y, por lo tanto, es necesario que se realicen más estudios para calibrar si sus capacidades la convertirán en una herramienta realmente efectiva a la hora de generar aprendizaje significativo.

El potencial de la realidad aumentada es tan grande que implica mejoras a nivel cuantitativo y cualitativo. De hecho, la realidad que se reinterpreta a través de un proceso continuo de atribución y a través de los instrumentos que median nuestra relación con la realidad cambia proporcionalmente la calidad de la interacción dada por la capacidad del propio dispositivo.

Es indudable que hay un fuerte desarrollo de la realidad aumentada desde las perspectivas técnicas y tecnológicas, pero para su incorporación en la enseñanza se necesita tener bases pedagógicas en las cuales apoyar su utilización e inserción educativa (Cabero y Barroso, 2016).

La metodología seguida en este artículo se fundamenta en el análisis descriptivo y analítico de un estudio de caso teórico que constituye un ejemplo de referencia: la visualización tridimensional del espacio que alberga el mosaico de los Amores de Cástulo a través de la realidad aumentada. Para ello se ha realizado un estudio descriptivo y analítico en el que se muestra detenidamente el proceso a través del cual puede ser visualizada la estancia de manera tridimensional *in situ*.

3. REALIDAD AUMENTADA EN LA ESTANCIA DEL MOSAICO DE LOS AMORES DE CÁSTULO (LINARES, JAÉN)

El *oppidum* ibérico de Cástulo es uno de los grandes asentamientos fortificados de la Península Ibérica durante la Antigüedad, estimándose

su extensión en 50 hectáreas. Este asentamiento se encuentra en una planicie suave orientada al mediodía, situada en la margen derecha del río Guadalimar. Además de la ciudad intramuros, situada en el interior de la meseta, la zona arqueológica incluye un amplio entorno suburbano (en conjunto, comprende más de 3.200 hectáreas), donde se han documentado necrópolis, vías, puerto y talleres de época ibérica y romana, además de otros asentamientos pertenecientes a la Prehistoria y las Edades Media y Moderna.

El período ibero-romano es el más conocido, no sólo por la importancia que ha adquirido durante este tiempo, sino también por ser el período más extensamente documentado en las intervenciones arqueológicas. Para este período hay que destacar el trabajo del profesor Blázquez Martínez en el santuario de La Muela (Blázquez y Molina, 1975a) fechado en torno al S. VIII a.C., y las necrópolis ibéricas y romanas (Arribas y Molina, 1969; Blázquez y Molina, 1973; Blázquez y Molina, 1975b; Blázquez y Remensal, 1979; Canto, 1979; Canto y Urruela, 1979). La relevancia de este sitio es incuestionable y es fundamental destacar la importancia que merece Cástulo, tanto a nivel local como regional.

La investigación en el yacimiento arqueológico de Cástulo se ha visto impulsada fuertemente en los últimos años a partir de su declaración como Conjunto Arqueológico en 2011 por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía (Decreto 261/2011, de 26 de julio) como consecuencia de las diferentes actuaciones llevadas a cabo dentro de los proyectos de investigación *Forvm MMX* (2011-2014) y *Cástulo Siglo XXI* (2015-2020).

Los objetivos científicos se centran en la reconstrucción histórica de un episodio clave en la conformación de la identidad europea actual, como es la constitución del Imperio Romano, que en su día supuso la consolidación cultural y política de una gran región en torno al Mediterráneo.

LA REALIDAD AUMENTADA COMO RECURSO DIDÁCTICO

Ana Luisa MARTÍNEZ CARRILLO

Ambos proyectos, conseguidos por una extensa cooperación institucional, reúnen desde 2011 a cincuenta y siete profesionales de diversas disciplinas así como a empresas de informática, telecomunicaciones y de patrimonio histórico. Además, cuenta con más de cuatrocientas personas que han contribuido a la ampliación de conocimiento de este yacimiento con su trabajo voluntario.

Los bienes patrimoniales, entendidos aún en su sentido más tradicional, vienen a representar la supervivencia en el territorio actual de un conjunto de documentos materiales e históricos que tenemos necesidad de conocer y conservar, y para que eso sea finalmente factible, debemos promover una activa apropiación social de esos bienes (entenderíamos incompleto un acercamiento científico que estuviera centrado solamente en observar y comprender). El proyecto se perfila como un ensayo-marco de nuevas relaciones en el seno de la comunidad científica y la ciudadanía alrededor del patrimonio arqueológico.

Dentro de este marco de investigación tuvo lugar el descubrimiento en el año 2011 del edificio que alberga el mosaico de los Amores (figura 1), junto a un conjunto de pintura parietal de gran calidad y de grandes dimensiones. Está fechado entre finales del siglo I y principios del II, y llama la atención por su colorido en tonos rojos, amarillos, verdes o azules, con teselas de pequeño tamaño, características del Alto Imperio y semejantes a las de Pompeya, de piedra y pasta de vidrio.

El pavimento que cubre esta gran estancia está enmarcado por una orla en blanco y negro de aves y plantas acuáticas. La composición geométrica en blanco, negro y ocre, que enmarca el emblema ostenta una composición geométrica, con bandas de cuadrados rectos y oblicuos rellenos de otras figuras geométricas. Aparecen también las representaciones de las cuatro estaciones del año. En la parte central del

mosaico, que recubre el suelo de una habitación cuadrada de unos doce metros por doce, hay escenas de dos mitos clásicos: el del juicio de Paris y el mito de Selene (figura 2).

Con el primero, comenzó la guerra de Troya, tras el enfrentamiento de Afrodita (Venus), Hera (Juno) y Atenea (Minerva) por la manzana de la discordia. En el mito de Selene, diosa griega que en la mitología romana era la Luna, se cuenta como Endimión, pastor del que se enamoró, cayó en un profundo sueño del que solo despertaba para ella. El mosaico no presenta señales de desgaste por uso y apareció debajo de una capa fina de cenizas, lo que lleva a pensar que el edificio fue destruido de forma inmediata tras la finalización de su construcción.

Desde el punto de vista técnico, se trata de un mosaico de una gran calidad, tanto en las imágenes como en el sogueado que va enlazando las distintas figuras geométricas de la composición y cuyas uniones se han resuelto con una gran pericia y conocimiento de la geometría (López Monteagudo, 2014).

Una vez terminada la excavación del mosaico se procedió a su restauración y su puesta en valor a través de la construcción de un ensamblaje que aislara este espacio de las inclemencias meteorológicas. Además para facilitar la comprensión de este espacio se realizó una reconstrucción tridimensional del edificio para integrar los elementos que había aflorado durante la excavación. De esta manera, la investigación arqueológica podría también ser explicada.

A partir del modelo 3D del edificio reconstruido se pudo desarrollar una aplicación de realidad aumentada. El tipo de realidad aumentada empleada para la visualización del edificio del mosaico de los Amores es la basada en el reconocimiento de marcadores.



Figura 1. Apariencia del mosaico de los Amores una vez finalizada la excavación. Fuente: Conjunto Arqueológico de Cástulo (Linares, Jaén)



Figura 2. Emblema central del mosaico de los Amores. Fuente: Conjunto Arqueológico de Cástulo (Linares, Jaén)

LA REALIDAD AUMENTADA COMO RECURSO DIDÁCTICO

Ana Luisa MARTÍNEZ CARRILLO

Para ello es necesario tener descargada en el dispositivo móvil la aplicación “Cástulo Virtual” disponible en Google Play en el siguiente enlace: <http://bit.ly/2ORbkBJ>

Una vez descargada la aplicación en el dispositivo móvil hay que abrirla y situar la cámara en el marcador que contiene un código QR y que se encuentra a la entrada del edificio del mosaico, en el yacimiento (figura 3). El dispositivo móvil reconocerá la imagen que está enfocando y ofrecerá la información ampliada relacionada que en este caso es un modelo 3D (figura 4).

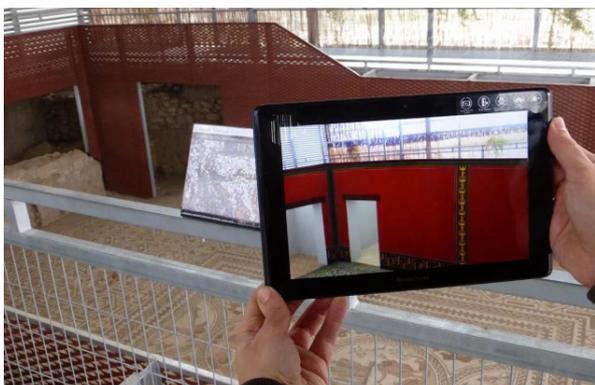


Figura 3. Marcador del mosaico de los Amores en Cástulo. Fuente: Conjunto Arqueológico de Cástulo (Linares, Jaén). Empresa desarrolladora: esTRESd Patrimonio Virtual.



Figura 4. Visualización de la reconstrucción tridimensional in situ. Fuente: Conjunto Arqueológico de Cástulo (Linares, Jaén). Empresa desarrolladora: esTRESd Patrimonio Virtual.

En este caso la realidad aumentada enriquece el visionado del entorno real al superponer la imagen digital sobre el mismo, lo que facilita establecer relaciones entre ambas imágenes, sobre todo en el caso de superposición de reconstrucciones virtuales totales o parciales de elementos perdidos, como pintura mural sobre el resto arqueológico conservado.

Si hay una característica significativa en la realidad aumentada es que facilita la interacción del alumno con los objetos de manera que permite que los objetos sean observados desde diferentes perspectivas y posiciones, ofreciendo diferentes capas de información y facilitando su comprensión a través de las distintas perspectivas y puntos de vista.

Estas posibilidades interactivas facilitan que los alumnos visualicen las relaciones espaciales complejas y los conceptos abstractos, propiciando además la creación de un entorno activo donde el estudiante debe invertir un esfuerzo específico para su comprensión.

En el caso concreto del edificio del mosaico de los Amores, esta aplicación permite conocer cuáles son los restos arqueológicos que han llegado hasta nosotros y cómo pueden ser reconstruidos, la contextualización del mosaico dentro de su edificio, el tamaño de la edificación, la forma y la decoración de las paredes, el proceso de fabricación del mosaico, los diferentes motivos decorativos que lo componen (tanto geométricos como figurativos), la identificación de los personajes de la mitología romana que aparecen, cómo van ataviados los diferentes personajes y qué acciones están llevando a cabo, la asociación de este espacio con otros del Conjunto Arqueológico de Cástulo así como la importancia del mismo en la Hispania romana.

Por lo tanto se observa que se pueden obtener distintos niveles de conocimiento que van desde la comprensión de la disciplina arqueológica,

pasando por el conocimiento de la arquitectura romana, su mitología y el papel que este espacio tuvo dentro la ciudad de Cástulo de época romana.

4. DISCUSIÓN

Es incuestionable que los dispositivos móviles forman parte de nuestra vida y que cada vez están ocupando más espacios en ella. Su uso está cada vez más generalizado en la esfera educativa (ya sea en el ámbito formal y en el no formal), incorporándose de manera muy rápida. En el campo de la educación patrimonial la incorporación de la tecnología ha abierto nuevos planteamientos a través de la proliferación de una serie de recursos al servicio de la interpretación didáctica con una finalidad educativa; en concreto se trata de APPs, códigos QR y realidad aumentada (Ibáñez, Fontal y Rivero, 2017). Las dificultades técnicas iniciales debido a la complejidad del software se van solucionando progresivamente y de ahí que actualmente se considere que la realidad aumentada constituye uno de los campos técnicos que mayor desarrollo va a experimentar en los próximos años, como ya auguró Ruiz (2013) hace tiempo.

El uso simultáneo de reconstrucción o recreación digital y del modelado digital del estado actual de los restos es lo que permite establecer una comparación entre ambos que posibilita su comprensión, a partir del cotejo de ambas imágenes. Esto puede ayudar a comprender el resto arqueológico unido a su comparación con el espacio reconstruido digitalmente, si bien la visita sobre el terreno contiene siempre un elevado interés, pues el hecho de recorrer el espacio es lo que permite interiorizarlo, valorar de manera real su extensión y su contexto.

La digitalización y la reconstrucción de contextos arqueológicos e históricos permiten poner imágenes al pasado y, en un mundo donde el poder de la imagen es enorme, ha sido funda-

mental poder introducirla en la educación patrimonial. Poder ver cómo vestían, cómo eran sus casas, para qué se usaban sus objetos, etc., es esencial para comprender el pasado, para comenzar a desarrollar una “imagen de época” y poder trabajar principios estructurantes del pensamiento histórico como el cambio y la permanencia. La virtualidad encaja perfectamente en el modelo social que viven nuestros escolares y les habla en un plano de igual a igual (López et al., 2012). En pleno siglo XXI los cambios en este sentido están siendo muy significativos, ya que la tecnología está abriendo un campo enorme a la interpretación del patrimonio y la educación patrimonial en espacios arqueológicos.

5. CONCLUSIONES

En cuanto al estado de la investigación cabe concluir que existe una preocupación creciente por la evaluación de las aplicaciones y herramientas de arqueología virtual en lo referido a su efectividad para la comprensión del patrimonio y la educación patrimonial, habiéndose ya superado el debate sobre la científicidad y ubicándose ahora el interés en su valor como herramienta de educación patrimonial, entendiéndose que la reconstrucción o recreación virtual puede ser un elemento integrado en actividades de aprendizaje activo y su valor puede variar, por tanto, en función de la metodología y del diseño instruccional aplicados. Por lo tanto, la realidad móvil aumentada permite llevar a cabo un proyecto de aprendizaje estructurado fuera del aula.

Por otro lado es importante señalar que la narración histórica debe ir acorde con la representación que se muestra al estudiante. En este caso la reconstrucción virtual está basada en las excavaciones arqueológicas llevadas a cabo en esta área desde el año 2011. Es el rigor de la investigación arqueológica el que conlleva una buena interpretación del sitio basada en todos los elementos documentados que a su vez permiten la reconstrucción del discurso histó-

LA REALIDAD AUMENTADA COMO RECURSO DIDÁCTICO

Ana Luisa MARTÍNEZ CARRILLO

rico. Por lo tanto los modelos virtuales que se muestran en la realidad aumentada no sólo son reconstrucciones ideales del pasado, sino que están sustentadas en evidencias científicas.

No obstante, aún quedan varias dificultades por superar en la implementación de esta tecnología en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Uno de los principales problemas de la incorporación de la realidad aumentada en el aula es la falta de capacitación por parte del profesorado. En buena parte, las posibilidades que esta tecnología puede brindar en la educación superior están todavía por descubrir y dependen más de lo que seamos capaces de imaginar e idear como aplicaciones didácticas que de las posibilidades de la tecnología en sí (García et al., 2010; Serrano, Hernández y Álvarez, 2017). Dicho de otro modo, los recursos que proporciona la realidad aumentada son amplios pero, en muchos casos, están todavía por descubrir y dependen más de las reflexiones y formulaciones que puedan hacerse en torno a ella para integrarlas en el campo de la didáctica que de las características intrínsecas de la herramienta en sí misma (Wu et al., 2013).

Otra de las trabas a señalar es que si bien es cierto que la arqueología virtual se ha convertido en un recurso muy frecuente para la investigación y la difusión del patrimonio, en el campo de la didáctica plantea algún problema. Todavía existe poca tradición en el uso de modelos virtuales y la dificultad para recrear espacios grandes con precisión iconográfica todavía hoy es elevada (Hernández, 2011; Hernández y Rubio, 2009). Aun así, los cambios en pocos años están siendo sustanciales y se está llegando a productos cada vez más fieles a la realidad del pasado.

BIBLIOGRAFÍA

- Arribas, A. y Molina, F. (1969). La necrópolis ibérica del Molino de Calzona (Finca Torrubia). *Oretania* (28-33).
- Auld, G. y Johnson, N. F. (2015). Teaching the “Other”: Curriculum “Outcomes” and Digital Technology in the Out-of-School Lives of Young People. In S. Bulfin, N. Johnson, & C. Bigum (Eds.). *Critical Perspectives on Technology and Education*. Palgrave Macmillan.
- Blázquez, J.M. y Molina, F. (1975a). La necrópolis de Baños de la Muela. En J.M^a. Blázquez (Dir). *Cástulo I. A.A.H.* (8), (pp. 123-218). Ministerio de Educación y Ciencia.
- Blázquez, J.M. y Molina, F. (1975b). Necrópolis de la Puerta Norte de Cástulo. En J. M^a Blázquez (Dir). *Cástulo I. A.A.H.* (8), (pp. 237-304). Ministerio de Educación y Ciencia.
- Blázquez, J.M. y J. Molina, F. (1973). La necrópolis ibérica de Los Patos. En J.M^a. Blázquez, (Dir). *Cástulo I. A.A.H.* (8), (pp. 411-121). Ministerio de Educación y Ciencia.
- Blázquez, J.M. y Remesal J. (1979). La necrópolis del Estacar de Robarinas. En J.M^a Blázquez, (Dir). *Cástulo II. E.A.E.* (105), (pp. 347-495). Ministerio de Cultura.
- Bradley, G. (2010). The Convergence Theory on ICT, Society and Human Beings—towards the Good ICT society. *Triple C*, 8 (2), 183-192.
- Cabero, J. y Barroso, J. (2016). Ecosistema de aprendizaje con realidad aumentada: posibilidades educativas. *Tecnología, Ciencia y Educación*, (5), 141-154.
- Canto, A. M^a. (1979). Necrópolis de la Puerta Norte. En J.M. Blázquez (Dir). *Castulo II, E.A.E.* (105), (pp. 9-87). Ministerio de Cultura.
- Canto A. M^a. y Urruela, J. (1979). Necrópolis del Cerrillo de los Gordos Campaña de 1971. En J.M. Blázquez (Dir). *Castulo II, E.A.E.* (105), (pp. 321-346). Ministerio de Cultura.
- Chen, R. y Wang, X. (2008). An empirical study on tangible augmented reality learning space for design skill transfer. *Tsinghua Science & Technology*, 13(1), 13–18.
- Cózar Gutiérrez, R., Moya Martínez, M., Hernández Bravo, J.A. y Hernández Bravo, J.R.

- (2015). Tecnologías emergentes para la enseñanza de las ciencias sociales. Una experiencia con el uso de realidad aumentada en la formación inicial de maestros. *Digital Education Review*, (27), 138-153.
- De Pedro, J. y Martínez, C.L. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *IEEE-RITA*, 7, (2), pp. 102-108.
- Estebanell, M., Ferrés, J., Cornellás, P. y Codina, D. (2012). *Realidad Aumentada y códigos QR en Educación, en Tendencias emergentes en Educación con TIC*. Espiral.
- García, C. y Pérez, F. (2010). *Aplicaciones de Realidad Aumentada como apoyo a la Educación en Niños con Hiperactividad*. Universidad de Colima.
- Gisbert Santaballa, A. G. (2019). La arqueología virtual como herramienta didáctica y motivadora. *Tecnología, Ciencia y Educación*, (13), 119-147.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning; a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Hernández, F.X. (2011). La iconografía en la didáctica de las ciencias sociales. *Íber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, (68), 7-16.
- Hernández, F.X. y Rubio, X (2009). Interactividad didáctica y museos. *Enseñanza de las ciencias sociales: revista de investigación*, (8), 91-100.
- Ibáñez, A., Vicent, N. y Asensio, M. (2012). Aprendizaje informal, patrimonio y dispositivos móviles: evaluación de una experiencia en educación secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (26), 3-18.
- Ibáñez, A., Fontal, O. y Rivero, P. (2017). *Educación Patrimonial y TIC en España: Marco normativo, variables estructurantes y programas referentes*. Arbor.
- Jonassen, D., Howland, J., Marra, R. M. y Crismond, D. (2008). *Meaningful Learning With Technology*. Pearson.
- Kato, H. (2010). Return to the origin of Augmented Reality. Presentation at IEEE *International Symposium on Mixed and Augmented Reality*. Seoul, Korea. <https://youtu.be/b33eqcVz7X8>
- Kirschner, P. A., Sweller, J. y Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, (41), 75-86.
- López Monteagudo, G. (2014). El mosaico de los "Amores" de Cástulo". *Siete esquinas, Revista del Centro de Estudios Linarenses*, (6), 117-125.
- López, V., Martínez Gil, T. y Romero, M. (2012). Iconografía didáctica y arqueología. En F.X. Hernández, & M.C. Rojo (Coords.), *Museografía didáctica e interpretación de espacios arqueológicos* (pp. 125-138). Trea.
- Masriera, C. (2008). Presentación del patrimonio arqueológico: ruinas versus reconstrucciones, ¿Qué entiende más el público? *Iber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, (57), 39-51.
- Rasimah, C. M. Y., Ahmad, A. y Zaman, H. B. (2011). Evaluation of user acceptance of mixed reality technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27, (8), 1369-1387. <https://dx.doi.org/10.147442/ajet.899>
- Reinoso, R. (2012). Posibilidades de la realidad aumentada en educación. En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (coords). *Tendencias emergentes en educación con TIC* (pp. 13-32). Asociación Espiral, Educación y Tecnología.
- Rogers, E. M. (1995). *Difussion of Innovation*. The Free Press.
- Rivero, P. (2008). Propuesta para una integración del patrimonio arqueológico en el nuevo currículo de educación primaria. En R.M. Ávila, M.A. Cruz, y M.C. Díez, *La didáctica de las ciencias sociales en los nuevos planes*

LA REALIDAD AUMENTADA COMO RECURSO DIDÁCTICO

Ana Luisa MARTÍNEZ CARRILLO

- de estudios* (pp. 391-400). Universidad de Jaén.
- Rivero, P. y Feliu, M. (2017). Aplicaciones de la arqueología virtual para la Educación Patrimonial: análisis de tendencias e investigaciones. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 43(4), 319-330. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052017000400017>
- Ruiz Torres, D. (2013). *La realidad aumentada y su aplicación en el patrimonio cultural*. Trea. http://ccuc.cbuc.cat/record=b5912092~S23*cat
- Santacana, J. y Masriera, C. (2012). *La arqueología reconstructiva y el factor didáctico*. Trea.
- Santos, M.; Wolde, A.; Taketomi, T.; Yamamoto, G.; Rodrigo, M.; Sandor, C. y Kato, H. (2016): Augmented reality as multimedia: the case for situated vocabulary learning. *Research in Practice and Technology Enhanced Learning*, 11 (4), 1-23.
- Sharples, M. (2013). Mobile learning: research, practice and challenges. *Distance Education in China*, 3 (5), 5-11.
- Serrano, I.; Hernández Ríos, M^a. L. y Álvarez Rodríguez, M^a. D. (2017). La inclusividad en Educación Patrimonial mediante la Realidad Aumentada. *Pulso. Revista de Educación*, (40), 175-187.
- Strobel, J. y van Barneveld, A. (2009). When is PBL more effective? A meta-synthesis of meta-analyses comparing PBL to conventional classrooms. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 3(1), 4. <http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1046>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. y Paas, F.G.W.C. (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10 (3), 251-296.
- Tamim, R. M., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Abrami, P. C. y Schmid, R. F. (2011). What forty years of research says about the impact of technology on learning a second-order meta-analysis and validation study. *Review of Educational Research*, 81 (1), 4-28.
- Vicent, N. e Ibáñez, A. (2012). El uso de las nuevas tecnologías y el patrimonio en el ámbito escolar. *Aula de innovación educativa*, (208), 22-27.
- Vicent, N., Ibáñez, A. y Asensio, M. (2015). Evaluation of heritage education technology-based programs. *Virtual Archaeology Review*, 6(13), 20-27.
- Vicent, N., Rivero, P. y Feliu, M. (2015). Arqueología y tecnologías digitales en educación patrimonial. *Educatio Siglo XXI: Revista de la Facultad de Educación*, 33(1), 83-102.
- Wenger, E. y Lave, J. (1991), *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press.
- Wu, H. K. Lee, S., Chang, H-Y. y Liang, J-Ch. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, (62), 41-49. <https://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>