

Arqueología y tecnologías digitales en Educación Patrimonial

Archeology and digital technologies in Heritage Education

NAIARA VICENT*¹

naiara.vicent@ehu.es

M.^a PILAR RIVERO GRACIA**

privero@unizar.es

MARÍA FELIU TORRUELLA***

mfeliu@ub.edu

**Universidad del País Vasco (UPV/EHU), España*

*** Universidad de Zaragoza, España*

**** Universidad de Barcelona, España*

Resumen:

En este artículo se analizan las tendencias actuales respecto a la utilización de la tecnología digital en torno a la arqueología y la educación patrimonial. El estudio parte de un análisis sobre el potencial educativo de la arqueología y se concreta posteriormente en la aplicación didáctica de los modelos digitales de reconstrucción e interpretación de espacios y objetos arqueológicos. El trabajo permite establecer tres líneas básicas de innovación educativa: modelos inmersivos en realidad virtual, entornos de interacción social web 2.0 y *mobile learning*, además de una línea de investigación emergente vinculada a la evaluación de proyectos y materiales patrimoniales basados en las tecnologías digitales. En el trabajo, se plasman los resultados de varias investigaciones originales

Abstract:

This paper analyses the current trends regarding the use of digital technologies in archeology and heritage education. The study stems from a theoretical analysis of the educational potential of archeology which is channeled later into the didactic use of digital models reconstruction and interpretation of archaeological objects and spaces. This research establishes three basic lines of educational innovation: immersive virtual reality models, social interaction web 2.0 environments, and mobile learning. It also highlights the evaluation of heritage projects and materials based on digital technologies as an emerging interest in this field of research. The article is the result of original research conducted by the authors and supported by competitive research projects, but it also refers to

1 Dirección para correspondencia (correspondence address):

Naiara Vicent. Dpto. de Didáctica de las Ciencias Sociales. E.U. Magisterio de Donostia-San Sebastián. Universidad del País Vasco. Plaza Oñati, 3. 20018, San Sebastián (España).

desarrolladas por las autoras del texto con el respaldo de proyectos de investigación competitivos, al igual que se hace referencia a otros proyectos y experiencias.

Palabras clave:

Educación patrimonial; patrimonio arqueológico; arqueología virtual; *mobile learning*; TIC; web 2.0; mundos virtuales; cibermuseología.

other projects and experiences.

Key words:

Heritage education; archaeological heritage; virtual archeology; mobile learning; ICT; web 2.0; virtual worlds; cybermuseology.

Résumé:

Cet article analyse les tendances actuelles en rapport à l'utilisation des technologies numériques en archéologie et dans l'éducation au patrimoine. Ce travail débute par une analyse du potentiel éducatif de l'archéologie puis continue avec l'application didactique des modèles numériques de reconstruction et d'interprétation des objets et des espaces archéologiques. Le travail permet de déterminer trois lignes d'innovation pédagogique: des modèles immersifs de la réalité virtuelle, les environnements de l'interaction sociale Web 2.0 et l'apprentissage mobile. Il y a en plus une nouvelle ligne de recherche en rapport à l'évaluation des projets et au patrimoine matériel archéologique qui utilisent les technologies numériques. Dans ce travail, on voit les résultats de plusieurs recherches originales effectuées par les auteurs du texte et soutenus par des projets de recherche compétitifs et il fait aussi référence à d'autres projets et d'autres expériences.

Mots clés:

L'éducation au patrimoine; archéologie; archéologique virtuel; *mobile learning*; les TIC; Web 2.0; mondes virtuels; cybermuséologie.

Fecha de recepción: 8-10-2014

Fecha de aceptación: 25-11-2014

Introducción: Intentar comprender el pasado desde la realidad presente

Uno de los principales problemas en la enseñanza y el aprendizaje de la arqueología en particular, y obviamente de la historia, reside en el propio objeto de estudio: el pasado; el tiempo ya vivido. El tiempo es, en sí mismo, una dimensión abstracta y no puede ser observado directamente, a diferencia de lo que sí se puede hacer con una reacción química en un laboratorio. Este hecho implica unas dificultades didácticas que si no se solventan pueden derivar en unos pobres resultados de aprendizaje. La historia, a diferencia de otras disciplinas que se enseñan y aprenden en el contexto escolar, no puede ser experimentada en un laboratorio, ni replicada, ni observada directamente, pues el viaje en el tiempo es imposible. Esto implica que el alumnado deba desarrollar un alto com-

ponente de abstracción para poder comprender esta realidad pasada y usar su imaginación para poder acercarse a ella. Si bien es cierto que no se puede observar directamente el pasado, existen alternativas, como las que se desarrollarán en el presente artículo, que pueden ayudar a solventar estos problemas didácticos.

A estas dificultades vinculadas a la naturaleza del objeto en sí, deben sumarse las relacionadas con la tradición académica o docente, que ha llevado durante años a presentar la historia desde una óptica positivista, explicando un único relato, fruto de un conjunto de hechos, sucesos, personajes y fechas, y que traducido al sistema educativo, ha implicado un aprendizaje memorístico y sin desarrollo del pensamiento crítico por parte del alumnado. Debe considerarse que, actualmente, y gracias a la investigación histórica, esta visión positivista de la disciplina está en crisis, ya que se sabe que sobre un mismo hecho pueden obtenerse visiones distintas en función de la metodología usada, las fuentes consultadas o las teorías de las que se parte. Esto debiera implicar cambios en el sistema de enseñanza y aprendizaje, trabajando el acercamiento al pasado desde una interpretación crítica del mismo. En pleno siglo XXI, existen ya algunos mecanismos que permiten vivir de forma empática y desde nuestro presente, tiempos pasados y, por lo tanto, empezar a superar algunos de los problemas planteados. La creación de sistemas que generen cuestionamiento científico, diálogo y pensamiento crítico, puede contribuir a la formación científica de nuestros chicos y chicas y, por ende, de nuestra ciudadanía (Chapin, 2006; Chiodo y Byford, 2004; Zhago y Hoge, 2005).

Como se ha anunciado, deben superarse los tradicionales procesos de enseñanza y aprendizaje de la historia para poder mejorar la comprensión del pasado. La historia debe ser entendida como investigación, indagación, resolución de problemas y enigmas. En definitiva, debe tenerse en consideración el principio didáctico de *hands on, minds on, hearts on*, para poder utilizar metodologías activas de enseñanza y aprendizaje. Si se toca la historia, puede convertirse en fuente y método de conocimiento y, en este momento, existen posibilidades tecnológicas que pueden facilitar esta tarea. Este cambio de paradigma didáctico, permitiría superar algunos de los problemas expuestos con anterioridad y, en este sentido, el patrimonio arqueológico jugaría un papel importante, al ofrecer la materialidad necesaria para superar una parte del proceso de abstracción y poder experimentar a partir de los sentidos, recrear algunos procesos y, en definitiva, acercar un poco más el pasado.

Potencial educativo de la arqueología

Del mismo modo que la psicología o la antropología no están presentes de forma explícita en los currículos escolares, la arqueología sufre la misma suerte, tal y como afirma Corbishley (2011). Pero esto no significa que, aunque estas disciplinas no se encuentren explícitamente vinculadas en los currículos, sus conocimientos no aparezcan integrados en otras materias. Por esto, es imprescindible que, en el caso que nos ocupa, se dejen espacios para el aprendizaje del patrimonio arqueológico y se dote de sentido y significado al aprendizaje del pasado. Considerando, además, que la arqueología parte de los restos materiales del pasado, esta tiene múltiples potencialidades desde una perspectiva didáctica.

Por lo tanto, entendida la arqueología como estudio de los restos materiales del pasado y su contexto, el patrimonio arqueológico en su conjunto, permite un acercamiento a la historia desde el concepto de aprendizaje práctico (*hands on*), el pensamiento (*minds on*) y el sentimiento (*hearts on*), puesto que conecta la materialidad, junto con la resolución de problemas y la empatía histórica. Es aquí donde reside su potencial educativo y la necesidad de incluir estos aprendizajes dentro de la escuela. Si bien es cierto que, desde los museos y los entornos patrimoniales, se ha trabajado en pro del acercamiento didáctico al patrimonio arqueológico, ahora vivimos un momento de renovación tecnológica que va a posibilitar un acercamiento más holístico al pasado.

Una de las potencialidades didácticas de la introducción de la arqueología en los procesos de enseñanza y aprendizaje es que permite aproximarse a la metodología de investigación científica, recreando los procesos de investigación con estrategias que van desde el análisis de objetos hasta la simulación de excavaciones o la colaboración con investigaciones reales, participando del proceso de investigación o bien observándolo directamente (Santacana y Hernández, 1999; González, 2010). Es este acercamiento a la metodología de investigación el que va a permitir superar los problemas expuestos y romper la cadena de enseñanza y aprendizaje positivista, para centrarse en la metodología científica y así comprender el pasado en todas sus dimensiones.

Aparte de posibilitar el aprendizaje de la metodología científica, el aprendizaje a partir del patrimonio arqueológico, permite un acercamiento tangible al pasado. Este se basa en una comprensión global de la historia desde la sensorialidad, el pensamiento y la emoción. Es im-

portante, para poder posibilitar esta comprensión global, que se produzcan experiencias didácticas basadas en la reproducción de procesos y el contacto sensorial con los mismos, ya sea de forma física o virtual. La construcción mental de dichos procesos, permite al alumnado extraer conclusiones más firmes de lo que sucedió en el pasado, ya que pueden observarlo con sus ojos, recrearlo y en según qué propuestas, tocarlo. La observación directa y la interacción con los objetos permite, a su vez, conectar aspectos del pasado con el presente, fomentando la empatía histórica, la valoración del pasado y posibles acciones para su protección (Ayán, Criado, González y Otero, 2010), permitiendo también una educación en valores desde el patrimonio y el conocimiento del entorno (Henson, 2004). En un sentido amplio, el pasado desde la materialidad podría trabajarse de forma interdisciplinaria (Pujol, 1996), aglutinando conocimientos de materias tan diversas como matemáticas, tecnología, lengua y literatura o física y química, para comprender, por ejemplo, cómo se cocinaba en la antigüedad. Es aquí donde se halla otra de las razones por las que debiera incluirse la enseñanza y aprendizaje de la arqueología en el aula, ya que, aunque sus contenidos no se encuentran por sí solos presentes en los currículos educativos, se vinculan a varias materias. De este modo, se obtienen aprendizajes más interrelacionados y, al considerar métodos didácticos activos, más sólidos y permanentes.

En este sentido, la arqueología va más allá del estudio de grandes monumentos o de la realización de grandes excavaciones en yacimientos de épocas del pasado remoto. Pueden estudiarse, por ejemplo, restos de épocas más recientes como la Guerra Civil española o el pasado industrial, restos de materia orgánica e, incluso, la historia de un edificio mediante la lectura estratigráfica de sus muros (arqueología de la arquitectura). El listado de temas puede ser muy amplio y, como se ha señalado, las vinculaciones con otras materias (tecnología, biología, etc.) también pueden ser enormes. Aún así, queda pendiente de superar un problema, y es que los restos que pueden ser observados o registrados son fragmentarios, es decir, suelen ser una parte del todo que existió en su momento; y los restos necesitan de su contexto original (estrato, relación con otros restos, lugar original) para que puedan aportar más información. Ante esta situación, las aportaciones tecnológicas pueden resultar de gran apoyo para poder colocar los restos en su contexto original. Un dibujo en tres dimensiones (3D), por ejemplo, permitiría restituir la historia de un edificio y situarlo en su contexto. Sin este, se hace muy

difícil conocer el pasado y, teniendo en cuenta que en muchas ocasiones no se puede conocer todo el contexto, ya que ha desaparecido, las reconstrucciones virtuales pueden resultar de gran ayuda.

Para explorar las posibilidades de las fronteras del conocimiento y cambiar la forma de enseñar y aprender el pasado, es necesario también cambiar y explorar los límites y posibilidades de las dinámicas escolares, docentes y del aula. En este sentido, y desde hace unos años, urge un cambio en la concepción de las humanidades, y la historia en particular, así como en sus metodologías de enseñanza y aprendizaje, su función en la educación y su sentido en la sociedad (Zhao y Hoge, 2005). Precisamente, la reivindicación de la historia como conocimiento crítico del pasado, como componente identitario que permite comprender las diferentes culturas -tanto propias como ajenas-, es necesaria, y debe pasar por un cambio en la forma de enseñar estos contenidos. Por ello, resulta imprescindible la introducción de estrategias didácticas proactivas que faciliten el aprendizaje y la comprensión de la historia, así como la integración de aprendizaje práctico y sensorial (*hands on*). El desarrollo de habilidades de pensamiento (*minds on*) y el factor emocional (*hearts on*) son claves para favorecer el desarrollo integral de niños, niñas y adolescentes. Estamos ante un momento de cambios en cuanto a paradigmas educativos y el entorno tecnológico conocido por los niños y niñas debe ser aprovechado para poder conectar con nuestro patrimonio arqueológico, desarrollando herramientas didácticas adecuadas que faciliten una inmersión en el espacio arqueológico y su interpretación *in situ*, para lo cual serán clave las reconstrucciones digitales utilizadas en aplicaciones que permitan una vivencia activa y un acceso ubicuo.

Tendencias actuales en arqueología y tecnologías digitales

La irrupción de las últimas tecnologías en el campo de la educación patrimonial y la didáctica de la arqueología, está permitiendo acercar el pasado desde una perspectiva más comprensible y emocional, además de favorecer procesos vinculados a la resolución de problemas y el desarrollo de un pensamiento crítico. En las próximas líneas se explicarán algunas de estas tendencias e iniciativas actuales, y que parten del uso de iconografías o mundos virtuales, de web 2.0 o de tecnologías móviles.

Inmersión en modelos de arqueología virtual

Como se ha explicado previamente, la reconstrucción arqueológica supone una excelente oportunidad para acercarnos el pasado de una manera sensorial y emocional. Esta, implica interpretar los restos hallados en la excavación arqueológica para mostrar el aspecto real de ese espacio, desde su momento de construcción hasta su abandono. En el proceso de organización de los datos y de creación del modelo digital se pone a prueba la consistencia interna de la interpretación de los datos arqueológicos, siendo este uno de los grandes valores de la arqueología virtual, según la experiencia común de todos quienes han participado en proyectos de reconstrucción virtual de espacios arqueológicos. Pero para que la imagen digital sea comprensible, debe presentar un aspecto verosímil, completándose las lagunas de información derivadas de la fragmentación o inexistencia de datos arqueológicos (Gaffney, 2008; Santacana y Masriera, 2012). Y, aún más, debe presentarse contextualizada, es decir, no limitarse a una reconstrucción virtual sino a una recreación virtual que recupere visualmente el entorno, el paisaje, los muebles y decoración, etc. Es decir, la recreación arqueológica debe facilitar la comprensión del significado del resto que se reconstruye en su contexto cultural y, por tanto, posee intrínsecamente una finalidad didáctica.

Para lograr un equilibrio entre la necesidad de, por una parte, mostrar un entorno o edificio completamente reconstruido para que sea comprensible y, por otra, distinguir entre la información certera derivada de los hallazgos y las hipótesis de reconstrucción que son solo verosímiles, actualmente se recomienda incluir en las imágenes información complementaria o códigos gráficos que permitan al usuario distinguir lo certero de lo hipotético y facilitar información sobre las fuentes de documentación utilizadas y los razonamientos seguidos para plantear la reconstrucción o recreación. Esta preocupación por la "transparencia científica" en los modelos 3D se ha plasmado en el principio 4 de la *Carta de Londres para la visualización computerizada del patrimonio cultural* (publicada en su versión final en 2009) y también es uno de los focos principales de los *Principios internacionales de la Arqueología Virtual* (Principios de Sevilla) desarrollados en el marco de la Sociedad Española de Arqueología Virtual en 2012.

La alta potencialidad didáctica del modelo digital deriva de la com-

prensión de la imagen sintética y concreta que se presenta, así como de la lectura crítica que pueda hacerse de la misma, dando lugar a una amplitud de aplicaciones posteriores que permiten aproximarse al patrimonio arqueológico y cultural: audiovisuales, realidad aumentada, proyecciones inmersivas, videojuegos, museos virtuales, recorridos interactivos, escenarios de mundo virtual... (Forte, 2007; Biosca, 2010; Rivero, 2011; Rivero y López, 2013). Los itinerarios o visitas multimedia que hacen uso de la realidad virtual para interpretar el patrimonio es una de las propuestas en yacimientos arqueológicos. Estas pueden incorporar otro tipo de tecnologías para favorecer dicha interpretación, como los sistemas que reconocen la posición del dispositivo tecnológico, o, en las propuestas con una mayor intención educativa, dirigir la visita a partir de juegos de pistas o juegos de rol –un ejemplo sería el proyecto JANUS (Loiseau, Lavoué, Marty y George, 2013)-. Al fin y al cabo, se trata de proporcionar una vivencia lo más real posible del recorrido por el espacio virtual reconstruido, lo cual implica también la utilización de sistemas de visionado estereoscópico, cave (proyección envolvente) y también diseño de aplicaciones que permitan una interactividad personalizada y una participación activa en ese espacio virtualmente reconstruido.

Aplicaciones de arqueología virtual en la web 2.0.

La web 2.0 se caracteriza por la creación social de espacios *on line*. Es decir, denominamos 2.0 a aquellos espacios de Internet que propician la participación social masiva, de manera que son los propios visitantes de la página quienes construyen total o parcialmente sus contenidos a través de la interacción social: los blogs al permitir el flujo de comentarios de los lectores, las redes sociales (Facebook, Twitter...), canales de vídeo (You Tube, etc.), o plataformas que muestran mundos virtuales (OpenSimulator o Second life), son ejemplos de ello.

Una tendencia innovadora dentro de la cibermuseología en la web 2.0 es la construcción de exposiciones virtuales por los propios usuarios. Los museos virtuales más consolidados, como el Museo Virtual de Artes (MUVA), por ejemplo, disponen de una aplicación para que el usuario cree su propia colección. Posteriormente, algunos permiten compartir esa selección de obras a través de redes sociales o en la propia plataforma museística *on line*. Profundizando en estas propuestas, puede encon-

trarse el proyecto experimental VIRGO (Rivero y Flores, 2014), desarrollado desde la Universidad de Zaragoza. Este parte de una colección de modelos digitales de piezas arqueológicas en visualización 360 grados, ofreciendo la posibilidad de seleccionar algunas del catálogo y construir una exposición en un espacio virtual tridimensional. Pero para construir esta exposición, el usuario debe seleccionar también las vitrinas y expositores, ubicarlos en el espacio virtual, decidir sus colores, redactar cartelas y paneles expositivos, introducir audiovisuales complementarios en la exposición... La interactividad constructiva de este museo virtual no solo es la clave para clasificarlo dentro de la web 2.0, sino que lo convierte en una propuesta de alta potencialidad didáctica para proponer actividades de aprendizaje activo y desarrollar un pensamiento creativo (Rivero y Flores, 2013).

Por otro lado, la comunicación social en la red está cada día más presente en los dispositivos móviles. Tanto es así que espacios web 2.0 como los mundos virtuales, pierden usuarios ante la dificultad de adaptación a los *smartphones*. No obstante, siguen siendo una referencia de encuentro social virtual con millones de usuarios y un recurso de gran potencial didáctico, por su capacidad para generar escenarios de encuentro originales y de establecer todo tipo de actividades en ellos. En el campo de la educación patrimonial y la didáctica de la arqueología, varias universidades han experimentado la utilidad de los mundos virtuales para la enseñanza, con proyectos innovadores reseñables, en los que la reconstrucción virtual del escenario arqueológico es tan solo una parte de la actividad, pues la interacción social, la participación del público o del alumnado, a través de sus avatares en plataformas de mundos virtuales como *Second life*, es lo que dota a estos entornos 3D *on line* de un gran valor didáctico.

Así, en su *Archeology Island*, la Indiana University of Pennsylvania ha reproducido seis escenarios arqueológicos: un poblado prehistórico de Pennsylvania, una ciudad maya de Belice, un yacimiento romano de Chipre y un pecio hundido. Los escenarios están abiertos al público e incluso cuenta con una guía breve de visita en You Tube, pero además, el alumnado de su universidad puede participar en simulaciones de excavación arqueológica en estos entornos, realizando de este modo un ejercicio de interpretación de los hallazgos semejante al de la excavación real. Otro ejemplo de gran interés es el proyecto *Okapi* de la Universidad de Berkeley, que reconstruye el poblado neolítico de

Çatalhöyük. En la misma línea trabajan el Virtual World Heritage Laboratory de la Universidad de Virginia (vwhl.clas.virginia.edu) o el Scottsdale Community College Anthropology ([youtube/DG7PmwBDLGg](https://www.youtube.com/watch?v=DG7PmwBDLGg)). En algunos casos, la labor de reconstrucción virtual y la vivencia directa de los usuarios a través de sus avatares en el poblado, llevó a replantearse algunas hipótesis de interpretación de los restos arqueológicos y demostró, según sus autores, que el proceso de modelización digital seguido por la experimentación con interacción social sobre el escenario creado, implica una reflexión constante que pone a prueba muchas hipótesis de interpretación existentes acerca de los restos arqueológicos, así como el planteamiento de otras nuevas (Morgan, 2009). Por lo tanto, la utilidad de la arqueología virtual para validar o refutar hipótesis (Frisher, 2010), se acentúa cuando la reconstrucción se experimenta en entornos multiusuario.

Existen otros muchos interesantes ejemplos de arqueología virtual en este tipo de plataformas (Sequeira y Morgado, 2013). Concretamente, en OpenSimulator se encuentra una reconstrucción de la Lisboa anterior al terremoto de 1755 realizada por el CHAIA de la Universidad de Évora. En este caso los datos procedentes de fuentes escritas fueron tan relevantes como los arqueológicos para efectuar la propuesta.

Por otro lado, existen otro tipo de propuestas que impulsan el intercambio de conocimiento a través del uso de dispositivos móviles -este es el caso de algunos juegos que se citarán en el siguiente epígrafe-. Sin embargo, la mayoría de estos forman parte de aplicaciones concretas, siendo aun difícil encontrar experiencias de este tipo en las que se haga uso de web 2.0 y redes sociales para construir significado de manera colaborativa (Proctor, 2011).

Patrimonio arqueológico y mobile learning

Hace años que los dispositivos tecnológicos móviles cuentan con una gran presencia en nuestra sociedad. Los datos dicen que este tipo de aparatos se han convertido en los más utilizados (Meeker, 2014), resultando para la juventud un elemento imprescindible de la vida cotidiana (INE, 2013). No resulta difícil comprender esta realidad, dado que en los casos en los que se cuenta con conexión a Internet, los servicios que aparatos como la *tablet* o los *smartphones* pueden ofrecer resultan innumerables. Ello hace que los dispositivos tecnológicos móviles ofrezcan

grandes oportunidades en materia educativa. En este sentido, Sharples (2003) es de la opinión de que los educadores no deben pensar en los dispositivos móviles como enemigos, sino como elementos con un gran potencial de atracción, para los que hay que encontrar buenos usos en beneficio del aprendizaje. Por lo tanto, el uso educativo de estos debe constituir una metodología didáctica. Esta se denomina *mobile learning* y ha ido evolucionando a lo largo de los años, superando la visión excesivamente tecnológica de sus inicios y centrándose en otros aspectos (Tabla 1). Así, actualmente, es entendida como un tipo de metodología que favorece los procesos cognitivos desde la consideración del aprendizaje ubicuo.

Tabla 1. Características de movilidad del *mobile learning*. Adaptado de Sharples, Meek, Vavoula, Lonsdale y Rudman, 2007 por Ibáñez Etxeberria, Asensio y Correa, 2011.

CARACTERÍSTICAS DE MOVILIDAD	DESCRIPCIÓN
ESPACIO FÍSICO	El aprendizaje no está unido a un espacio físico concreto. Las tecnologías móviles, nos permiten soltar amarras en el espacio físico.
DISPOSITIVO MÓVIL	Portabilidad de los dispositivos: Teléfonos, PDA, portátiles. Acceso a informaciones y recursos en cualquier espacio y momento a través de redes digitales móviles: wireless.
ESPACIO CONCEPTUAL	El aprendizaje parte de un interés personal y que avanza y se modifica en función de intereses personales y curiosidad.
CONTEXTO SOCIAL	El aprendizaje se da en los diferentes contextos sociales en los que participamos: familia, trabajo, escuela...
DISPERSIÓN EN EL TIEMPO	El aprendizaje es un proceso acumulativo que recoge gran variedad de experiencias en contextos formales e informales a lo largo del tiempo.

Ya hace unos años, un estudio de buenas prácticas de *mobile learning* a nivel europeo (Kukulska-Hulme, Sharples, Milrad, Arnedillo y Vavoula, 2009) señalaba los museos y contextos de aprendizaje informal como uno de los cuatro ámbitos de aplicación de dicha metodología. Prueba de la dimensión que ha tomado la irrupción de la tecnología móvil en

los espacios de presentación del patrimonio es la existencia de lo que se ha denominado como museografía nómada (Hernández, Martínez y Rojo, 2010). Según un reciente estudio en torno al uso de dispositivos móviles en museos (Tallon, 2013), un 43% de las instituciones hace uso de ellos y un 23% planea su utilización en un futuro, representando los monumentos o sitios históricos el tercer tipo de museos que hacen uso de esta tecnología. Entre los principales objetivos declarados se citan el uso de estos a modo de “gancho”, la incorporación de información adicional para la interpretación del patrimonio y, en último lugar, la intención de ofrecer un servicio más interactivo. En este sentido, Ibáñez Etxeberria et al. (2011) ya remarcaban que, en la mayoría de los casos, se ha tratado la tecnología como un elemento de apoyo a los contenidos del museo, convirtiéndose muchas veces en sustituto del folleto tradicional, y desaprovechando la oportunidad de erigirse en herramienta útil para el desarrollo de programas educativos, aunque desde finales de la década pasada este uso ha ido adquiriendo mayor importancia.

Tabla 2. Características de la visita al museo según metodología empleada. Fang, Wang, Chang y Fan, 2007.

TIPO DE INTERACCIÓN	APRENDIZAJE EN MUSEO TRADICIONAL	APRENDIZAJE CON TECNOLOGÍA MOBILE LEARNING
Visitantes-Co-lección	A partir de la interacción con objetos reales y dispositivos de mano.	En tiempo real, a través de entornos virtuales de libre acceso que cuentan con animaciones interactivas para mejorar la motivación por aprender.
Visitantes-Educadores	Limitado y a desarrollar en un tiempo concreto.	Autodirigido y con respuesta a tiempo real.
Visitantes-Visitantes	Solo con las personas que te acompañan.	En cualquier momento y en cualquier lugar.
Visitantes-Personal	Sin comunicación.	Servicio instantáneo y comunicación a tiempo real que permite conocer el recorrido realizado y el tiempo de interacción utilizado por los usuarios.
Visitantes-Contenido	Solo en las instalaciones.	Posibilidad de volver sobre los contenidos autoaprendidos.
Visitantes-Herramientas de aprendizaje	Solo imágenes, sonidos o vídeos.	Multimedia.

Las ventajas que el *mobile learning* puede ofrecer en entornos patrimoniales son importantes desde varios puntos de vista (Tabla 2), pero una de las opciones más claras que ha ofrecido esta tecnología ha sido la posibilidad de ampliar los espacios del museo (Vavoula, 2005). Así, comienzan a aparecer proyectos en espacios exteriores, dando lugar a una interpretación contextualizada del patrimonio, siendo los yacimientos arqueológicos uno de los espacios en los que la utilización de estos dispositivos se aplicó de manera más temprana e intensa. Un estudio realizado al respecto (Ibáñez Etxeberria, Asensio, Vicent y Cuenca, 2012), señalaba la necesidad de convertir los yacimientos en espacios comprensivos de aprendizaje, tanto para escolares como para turistas, lo que ha llevado al desarrollo de nuevas líneas de trabajo en las que la tecnología, y en especial los entornos wifi y los dispositivos móviles, han tenido gran presencia en la puesta en valor de este tipo de espacios, siendo, como se ha señalado, las metodologías de implementación más tempranas y utilizadas la realidad virtual y aumentada, y los sistemas GIS (*Geographic Information System*), presentándose, muchas veces, de manera combinada –este es el caso de propuestas pioneras como *Netconnect* (Bertacchini, Bilotta, Di Bianco, Di Blasi y Pantano, 2006), u otras más actuales como la desarrollada para la interpretación del fuerte Bar Hill (McGookin, Vazquez-Alvarez; Brewster y Bergstrom-Lehtovirta, 2012)-. Además, habría que añadir que comienza a hacerse un uso incipiente de códigos QR en proyectos como EMMAP (Guazzaroni, 2013).

Otra opción que ofrecen estos aparatos es su utilización como soporte para recopilar información y manipularla, dando lugar al desarrollo de trabajos de indagación basados en el método científico –los proyectos Motfal (Angulo, Betanzao y López, 2005) y m-Ondare (Ibáñez Etxeberria, Vicent y Asensio, 2012) suponen algunos ejemplos-.

Por último, entre las últimas propuestas, cabe destacar la presencia de algunos proyectos que favorecen el papel activo de los usuarios en cuanto a la construcción de conocimiento. En los proyectos *Collage* (Lohr y Wallinger, 2008) y EMMAP (Guazzaroni, 2013), por ejemplo, los participantes tienen la posibilidad de añadir información al juego, pasando a convertirse también en diseñadores del mismo. Por su parte, la aplicación diseñada para la interpretación del yacimiento Sutton Hill (McGookin et al., 2012), permite intercambiar información entre los visitantes del British Museum, en el que se encuentran las piezas halladas en los trabajos de excavación, y los visitantes que se encuentran en el

propio sitio arqueológico, favoreciendo la contextualización del patrimonio arqueológico.

Pero el *mobile learning* no supone solo aspectos positivos, dado que la vida de los programas se limita a una media de 2.5-3 años, vislumbrando dificultades en la implantación de proyectos desarrollados en entornos arqueológicos a través del *mobile learning*. Algunos de estos son el coste económico, la pronta obsolescencia de los aparatos o los problemas de usabilidad (Tallon, 2013; Vicent, 2013). La consideración del uso de dispositivos propios puede solventar estas dificultades, por lo que comienza a ser una opción a tener en cuenta cada vez por más instituciones. Un ejemplo de ello es la aplicación gestionada por el British Museum para abordar el patrimonio arqueológico de Sutton Hill (Angelopoulou et al., 2012). Igualmente, la última versión del programa educativo *Explore!*, se ha desarrollado a través de los dispositivos de los participantes. Además, la aplicación o *framework* de este proyecto puede ser gestionada por los propios expertos en patrimonio o aplicada en más de un espacio (Ardito, Buono, Costabile, Lanzilotti y Piccinno, 2011), al igual que la creada bajo el proyecto EMMAP (Guazzaroni, 2014). Esta posibilidad favorece también el abaratamiento de los costes, además de ir solventando problemas de uso en aquellos casos en los que se lleven a cabo evaluaciones.

Por lo tanto, puede decirse que, aunque los programas con un diseño educativo se centran en la búsqueda de contextos significativos de aprendizaje, estos parecen limitarse al uso de tecnología móvil como soporte que ofrece información y dirige la actividad, pero todavía no se han generalizado otro tipo de usos como la utilización de esta para el tratamiento científico de la información o del empleo de tecnologías interactivas para construir significado de manera colaborativa.

Discusión y conclusiones

Las tendencias más relevantes en cuanto a aplicación didáctica de la arqueología mediante tecnologías digitales parten, fundamentalmente, de la reconstrucción virtual de los espacios y objetos arqueológicos. La producción de modelos digitales de este tipo se halla en una fase de normalización en la cual la facilitación de la comprensión de la realidad pasada incluye proporcionar al usuario, de manera sencilla y visual, la distinción entre los datos obtenidos en la excavación arqueológica y los

incluidos en el modelo digital a partir de hipótesis de trabajo o de paralelos históricos. La mayor parte de estos proyectos basan su desarrollo en la utilización turística del patrimonio, sin buscar repercusiones propiamente educativas, aunque cada vez se preocupan más en mejorar la visita, buscando que además de placentera, significativa y respetuosa con el entorno –parámetros que seguían los primeros proyectos–, den lugar a escenarios de aprendizaje informal. Por lo tanto, la vertiente educativa está cada vez más presente, no limitándose exclusivamente a aquellos programas destinados a un público escolar. En este sentido, la orientación inicial de los programas empuja a que las propuestas que requieren una mayor complejidad conceptual en el uso de las tecnologías, se dirijan al público más joven a través de programas educativos, mientras que a los emigrantes digitales se les ofrecen programas donde cumplen una función más pasiva, aunque se les añade un plus de autonomía en el espacio guiado a través de visitas multimedia (Ibáñez-Etxeberria et al., 2012).

De esta manera, puede decirse que existen tres tendencias (Tabla 3), entre las cuales, la primera de ellas es la que cuenta con mayor número de propuestas, mientras que las otras dos resultan aun novedosas, a pesar de que en los últimos años se ha multiplicado la oferta. Por otro lado, resulta habitual que dos o, incluso las tres tendencias descritas, converjan de manera paralela.

Tabla 3. Tendencias actuales del uso didáctico de las tecnologías digitales en el marco de la arqueología.

TENDENCIA 1	Utilización de las reconstrucciones virtuales en aplicaciones inmersivas, que permitan una percepción lo más real posible del espacio arqueológico reconstruido, buscando la empatía y la percepción sensorial para la comprensión de la historia: visión estereoscópica, navegación libre por el modelo digital, proyecciones en cave...
TENDENCIA 2	Utilización de los modelos digitales en aplicaciones web 2.0 que permitan una vivencia social virtual del espacio arqueológico y la participación activa en el mismo: construcción <i>on line</i> de exposiciones en museos virtuales, exploración de espacios arqueológicos en mundos virtuales y en videojuegos multiusuario...
TENDENCIA 3	Acceso ubicuo a través de dispositivos móviles para una musealización al abierto de espacios arqueológicos y la posibilidad de desarrollar los procesos de enseñanza y aprendizaje <i>in situ</i> : aplicaciones de realidad aumentada, acceso a modelos digitales a través de códigos QR o por el reconocimiento de posición del dispositivo móvil en el espacio...

También cabría destacar que una de las conclusiones más importantes de la revisión realizada es la escasa presencia de este tipo de experiencias en la literatura científica, a pesar de que la oferta es cada día mayor, resultando muy complicado conocer las iniciativas. Además, de entre las experiencias narradas, son muy pocas las que han llevado a cabo una evaluación. La mayor parte del esfuerzo de los autores y autoras se centra en la descripción de las propuestas tecnológicas y de las experiencias, y entre las que aportan valoraciones, estas hacen referencia, casi exclusivamente, a parámetros de usabilidad para la mejora de la herramienta a nivel técnico. En este sentido, habría que mejorar claramente el control y calidad de las evaluaciones, para lo cual, y como señala García y Rey (2012) sería necesario incluir en las mismas a profesionales de la educación, además de a los programadores y diseñadores.

Pero, además de la escasa presencia de evaluaciones sistemáticas, es igualmente escaso el análisis de la repercusión que tiene la metodología empleada en el aprendizaje de los participantes -los proyecto *Explore!* (Ardito, Bueno, Costabile, De Angeli y Lanzilotti, 2008; Ardito et al., 2009), *Collage* (Sotiriou y Chryssafidou, 2008) y *m-Ondare* (Correa, Ibáñez Etxeberria y Jiménez, 2006; Vicent, 2013) suponen una excepción-. Por lo tanto, podemos mantener que la satisfacción y usabilidad siguen siendo las cuestiones más medidas en las evaluaciones llevadas a cabo. Respondiendo, la alta satisfacción e interés despertado, más a la figura de innovación y modernidad de los propios dispositivos y de la curiosidad por la novedad de las plataformas, que realmente a los objetivos que ayudan a alcanzar.

Así pues, en investigación queda pendiente la creación de modelos de análisis del impacto didáctico de estas propuestas innovadoras. Algunos proyectos de investigación han creado herramientas que podrían adaptarse para este análisis (Suárez, Gutiérrez, Calaf Y San Fabián, 2013) y también algunas tesis doctorales recientes en España apuntan en este sentido (Tejera, 2012; Flores, 2013, López, 2014; Vicent, 2013), constituyendo referencias iniciales en un proceso crítico sobre, la arqueología en general, y la arqueología virtual en particular, como herramienta de aprendizaje que se hace necesaria. Superada la fase de predominio de las cuestiones técnicas para el desarrollo de modelos digitales, y sumergidos en un proceso de creación de aplicaciones innovadoras de alta interactividad y acceso ubicuo, queda ahora desarrollar una mirada crítica sobre su impacto en el aprendizaje y ello solo puede lograrse

con investigaciones de campo en contextos de aprendizaje, tanto formal como informal.

Referencias bibliográficas

- ANGELOPOULOU, A., ECONOMOU, D., BOUKI, V., PSARROU, A., JIN, L., PRITCHARD, C., y KOLYDA, F. (2012). Mobile Augmented Reality for Cultural Heritage. *Mobile Wireless Middleware, Operating Systems, and Applications*, 15-22.
- ANGULO, F., BETANZO, M. J., y LÓPEZ GIL, M. M. (2005). Viviendo los contenidos: una experiencia en el uso de tecnologías móviles en los procesos de Enseñanza y Aprendizaje. *Quaderns digitals*, 37
- ARDITO, C., BUONO, P., COSTABILE, M. F., DE ANGELI, A., y LANZILOTTI, R. (2008). Combining Quantitative and Qualitative Data for Measuring User Experience of an Educational Game. *Proceedings of the International Workshop on Meaningful Measures: Valid Useful User Experience Measurement (VUUM)*, Reykjavik, Iceland. 27-31.
- ARDITO, C., BUONO, P., COSTABILE, M. F., LANZILOTTI, R., y PICCINNO, A. (2009). Enabling interactive exploration of cultural heritage: an experience of designing systems for mobile devices. *Knowledge, Technology & Policy*, 22, 79-86. DOI:10.1007/s12130-009-9079-7
- AYÁN, X., CRIADO, F., GONZÁLEZ VEIGA, M., y OTERO, C. (2010). Cultura científica en arqueología y patrimonio: los valores educativos de lo invisible. V *Congreso Internacional Musealización de yacimientos arqueológicos*, Cartagena.
- BERTACCHINI, P., BILOTTA, E., DI BIANCO, E., DI BLASI, G., y PANTANO, P. (2006). Virtual museum net. *Lecture Notes in Computer Science*, 3942, 1321-1330.
- BIOSCA, E. (2010). *L'utilització de la realitat virtual a l'aula per comprendre l'arquitectura*. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.
- CHAPIN, J. (2006). Do elementary school students and their teachers really dislike social studies?. *The Social Studies*, 97(5), 187-188.
- CHIODO, J., y BYFORD, J. (2004). Do they really dislike social studies?. *Journal of Social Studies Research*, 28 (1), 6-26.
- CORBISHLEY, M. (2011). *Pinning down the past. Archaeology, heritage and education today*. Woodbridge: Boydell Press.
- CORREA, J. M., IBÁÑEZ ETXEBERRIA, A., y JIMÉNEZ, E. (2006). Lurquest: Aplicación de tecnología "m-learning" al aprendizaje del patrimonio. *Íber: Didáctica de las ciencias sociales, geografía e historia*, 50, 109-123.
- FANG, R. J., WANG, Y. H., CHANG, M. C., y FAN, C. W. (2007). Develop a mobile learning model for museums. *Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Applied Computer Science*, Hangzhou, China, 251-256.
- FLORES-HOLE, H. (2013). La investigación cooperativa como modelo de selección de recursos constructivos TIC para la enseñanza del concepto tiempo en historia. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza.
- FORTE, M. (2007). Ecological Cybernetics, Virtual Reality and Virtual Heritage. En F. Ca-

- meron y S. Kenderdine (eds.), *Theorizing digital cultural heritage. A critical discourse* (pp. 389-408). Massachussetts.
- FRISHER, B. (2010). Rome Reborn: A Case Study in the Digital Reconstruction of Historic Cities. *Virtual historic cities: reinventing urban research*. Lisbon. <http://lisbon-pre-1755-earthquake.org/international-workshop-on-virtual-historic-cities-reinventing-urban-research/>
- GAFFNEY, V. (2008). In the Kingdom of the Blind: Visualization and E-Science. En M. Greengrass y L. Hughes (eds.), *Archeology, the Arts and Humanities. The virtual representation of the past* (124-133). Surrey.
- GARCÍA GARCÍA, A., y REY, R. (2012). Los apps en el aula del siglo XXI. *Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*, 259, 32.
- GONZÁLEZ MARCÉN, P. (2010). La dimensión educativa de la arqueología, en La tutela del patrimonio prehistórico. *Congreso Memorial Siret*, 22-25 septiembre 2010, Antequera. <http://bit.ly/1nK8jLS>
- GUZZARONI, G. (2013). Emotional mapping of the archaeologist game. *Computers in Human Behavior*, 29(2), 335-344. DOI:10.1016/j.chb.2012.06.008
- HENSON, D. (2004). Archaeology and education, an exercise in constructing the past. *Treballs d'Arqueologia*, 10, 5-16.
- HERNÁNDEZ CARDONA, F. X., MARTÍNEZ GIL, T., y ROJO ARIZA, M. C. (2010). Los límites de la interactividad. En J. Santacana y C. Piñols (coords.), *Manual de museografía interactiva* (pp. 575-612). Gijón: Trea.
- IBÁÑEZ ETXEBERRIA, A., ASENSIO, M., y CORREA, J. M. (2011). Mobile learning y patrimonio: Aprendiendo historia con mi teléfono, mi GPS y mi PDA. En A. Ibáñez Etxebarria (Ed.), *Museos, redes sociales y tecnología 2.0* (pp. 59-88). Bilbao: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
- IBÁÑEZ ETXEBERRIA, A., ASENSIO, M., VICENT, N., y CUENCA, J. M. (2012). Mobile devices: A tool for tourism and learning at archaeological sites. *Int. J. Web Based Communities*, 8(1), 57-72. DOI:10.1504/IJWBC.2012.044682
- IBÁÑEZ ETXEBERRIA, 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.
- INE (2013). *Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares (TIC-H.)*. www.ine.es
- KUKULSKA-HULME, A., SHARPLES, M., MILRAD, M., ARNEDILLO-SÁNCHEZ, I., y VAVOULA, G. (2009). Innovation in Mobile Learning: a European perspective. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 1(1), 13-35.
- LOHR, M., y WALLINGER, E. (2008). Collage - the Carnuntum scenario. *Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technology in Education, 2008. WMUTE 2008. Fifth IEEE International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education*, 161-163.
- LOISEAU, M., LAVOUÉ, E., MARTY, J., y GEORGE, S. (2013). Raising awareness on archaeology: A multiplayer game-based approach with mixed reality. *Proceedings of the 7th European Conference on Games Based Learning; 7th European Conference on Games Based Learning (ECGBL 2013)*, 336-343.

- LÓPEZ BENITO, V. (2014). *Estudio exploratorio sobre la interpretación didáctica del arte en el museo a través de tecnologías móviles*. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona.
- MCGOOKIN, D., VAZQUEZ-ALVAREZ, Y., BREWSTER, S., y BERGSTROM-LEHTOVIRTA, J. (2012). Shaking the dead: multimodal location based experiences for un-stewarded archaeological sites. *Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense through Design*, 199-208.
- MEEKER, M. (2014). *Internet Trends 2014*. KPCB. www.kpcb.com/InternetTrends
- MORGAN, C. (2009). (Re)Building Çatalhöyük: Changing Virtual Reality in Archaeology. *Archaeologies-Journal of the World Archaeological Congress (2009)*, 5(3), 468-487. DOI: 10.1007/s11759-009-9113-0
- PROCTOR, N. (2011). Del museo como anfitrión y el conservador como anfitrión. In M. Asensio y E. Asenjo (Eds.), *Lazos de luz azul. museos y tecnologías 1, 2 y 3.0* (pp. 327-345). Barcelona: Editorial UOC.
- PUJOL, A. (1996). Experiències didàctiques en l'ensenyament de l'arqueologia a Catalunya en el contexte europeu. *I Jornades d'Arqueologia i Pedagogia*, Barcelona, 21-34.
- RIVERO, P. (2011). La arqueología virtual como Fuente de materiales para el aula, *Íber: Didáctica de las ciencias sociales, geografía e historia*, 68, 17-24.
- RIVERO V., y LÓPEZ BENITO, V. (2013). Virtual archeology as an instructional tool. *Virtual archaeology: nondestructive methods of prospections, modeling, reconstructions. Proceedings of the First International Conference (The State Hermitage Museum 4-6 June 2012)*, San Petersburgo, 295-302.
- RIVERO, P., y FLORES, H. (2013). Potencialidad didáctica del generador de exposiciones virtuales VIRGO (Virtual Generator and Organizer). *XXIV Simposio Internacional de Didáctica de las Ciencias Sociales "Medios de comunicación y pensamiento crítico. Nuevas formas de interacción social"*, Guadalajara.
- RIVERO, P., y FLORES-HOLE, H. (2014). Social Science Teachers' perspective, purposes and benefits of the Cybermuseum VIRGO 1.1. as a cognitive tool for learning history. *GSTF International Journal on education (Jed)*, 2 (1), 26-30. DOI: 10.5176/2345-7163_2.1.39.
- SANTACANA J., y MASRIERA, C. (2012). *La arqueología reconstructiva y el factor didáctico*. Gijón.
- SANTACANA, J., y HERNÁNDEZ CARDONA, F. X. (1999). *Enseñanza de la arqueología y la prehistoria*. Lleida: Milenio.
- SEQUEIRA, L.M., y MORGADO, M. (2013). Virtual Archaeology in Second Life and OpenSimulator. *Journal of Virtual Worlds Research*, 6(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.4101/jvwr.v6i1.7047>
- SHARPLES, M. (2003). Disruptive devices: mobile technology for conversational learning. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 12(5/6), 504-520.
- SHARPLES, M., MEEK, J., VAVOULA, G., LONSDALE, P., y RUDMAN, P. (2007). An Evaluation of MyArtSpace: a Mobile Learning Service for School Museum Trips. *Proceedings of mLearn 2007 Conference*, Melbourne, Australia.
- SOTIRIOU, S., y CHRYSSAFIDOU, E. (eds.) (2008). *The COLLAGE project: Guide of*

- Good Practice for Mobile and Game Based Learning* EPINOIA. http://www.ea.gr/ea/myfiles/File/publications/books/Collage_GGP2008.pdf
- SUÁREZ, M.A, GUTIÉRREZ, S., CALAF, R., y SAN FABIÁN, J.L. (2013). La evaluación de la acción educativa museal: una herramienta para el análisis cualitativo. *Clio. History and history teaching*, 39. <http://clio.rediris.es>.
- TALLON, L. (2013). *Mobile Strategy in 2013: an analysis of the annual. Museums & Mobile survey*. Pocket-Proof. <http://www.museums-mobile.org/survey>
- TEJERA, C. (2012). La cibermuseografía didáctica como contexto educativo para la enseñanza y el aprendizaje del patrimonio. Estudio de páginas web educativas de museos virtuales de arte. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla.
- VAVOULA, G. (2005). *Report on literature on mobile learning, science and collaborative acitivit*. No. D33.2.2 (Final). Kaleidoscope.
- VICENT, N. (2013). *Evaluación de un programa de educación patrimonial basado en tecnología móvil*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid. <http://www.tdx.cat>
- ZHAGO, Y., y HOGE, J. (2005). What Elementary Students and Teachers Say about Social Studies, *The Social Studies* 96(5), 216-221.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los siguientes proyectos de investigación: *Desarrollo de estrategias y técnicas didácticas a partir del patrimonio y la arqueología del conflicto para la enseñanza/aprendizaje de las ciencias sociales y la historia* (Ministerio de Economía y Competitividad EDU2012-35299); *Evaluación cualitativa de la acción cultural de yacimientos romanos con web 2.0 (CIVITAS)* (Ministerio de Economía y Competitividad HAR2013-48456-C3-3-P); y *Educación patrimonial en España: consolidación, evaluación de programas e internacionalización del Observatorio de Educación Patrimonial en España (OEPE)* (Ministerio de Economía y Competitividad EDU2012-37212).