

# La realidad aumentada: un nuevo recurso dentro de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para los museos del siglo XXI

David Ruiz Torres

*The real museum is outside the walls of the building...*

Herman C. Bumpus

## Introducción

Uno de los principales atractivos de los museos actuales ha sido el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) como un recurso importante para hacer llegar los diferentes contenidos culturales a un público amplio. Como afirma María Luisa Bellido (2001: 265), “el museo se ha convertido en una institución abierta, acorde con las innovaciones tecnológicas, que ha incorporado estos avances en instrumentos de difusión de sus propias colecciones”. Esos nuevos instrumentos no son otros que internet y las enormes posibilidades que ofrece actualmente con la Web 2.0, los medios digitales y los museos virtuales, que, más allá de los límites meramente físicos del museo, constituyen un importante medio.

La aparición de internet representa un gran paso para aquellas instituciones culturales que, dotadas con menores recursos económicos y con limitaciones de personal, no tenían la posibilidad de darse a conocer de la misma forma que los grandes museos internacionales; permite, en palabras de César Carreras (2005: 34), que “pequeños centros locales puedan utilizar la tecnología para proporcionar visibilidad a sus recursos y, por tanto, promocionar su turismo cultural”. En relación con esta apreciación encontramos en Uruguay un caso pionero, vinculado con la situación de los museos de arte y con las limitaciones socioeconómicas locales, que condujeron a la creación, en 1997, del Museo Virtual de Artes (MUVA), cuyo éxito manifiesto ha llevado a la creación, desde 2007, de una segunda versión, denominada MUVA II<sup>1</sup> (Haber, 2008).

El uso de las nuevas tecnologías se muestra como algo ineludible en nuestra sociedad, al identificar, como determina Juan Carlos Rico (2009: 20), la “progresiva implantación del lenguaje audiovisual como principal vertebrador

<sup>1</sup> Página web del Museo Virtual de Artes El País (MUVA): [<http://muva.elpais.com.uy>].

de la comunicación humana", creando la necesidad de recibir información, educación o diversión en forma de experiencia, lo que el museo actual proporciona mediante los nuevos lenguajes que emplea la sociedad contemporánea.

Por otra parte, también encontramos que las nuevas tecnologías, especialmente el medio digital y la realidad virtual, han hecho su aparición gracias a su capacidad de recrear espacios y objetos que sin duda hacen más atractiva la experiencia museística, en tanto favorecen el aprendizaje informal que se pretende en este tipo de espacios. Uno de los prototipos de realidad virtual más conocidos en el ámbito museístico es el denominado CAVE (Automatic Virtual Environment), constituido por un cubo de 3 x 3 m en el que se proyectan imágenes estereoscópicas que simulan espacios fotorrealísticos: lo que podría denominarse un "teatro virtual".

Sin embargo, actualmente las nuevas apuestas de las instituciones culturales "se basan en aumentar el conocimiento en entornos cotidianos más que en la creación de nuevos espacios virtuales" (Abad, Arretxea y Alzuaz-Sorzabal 2003: 250), por lo que el uso de la tecnología de la realidad aumentada (AR, por sus siglas en inglés) se encuentra en el punto de mira, debido a su gran potencial y sus posibilidades de añadir contenido virtual al mundo real, lo que genera una imagen enriquecida de la realidad.

### Guías personales y realidad aumentada: accesibilidad y difusión en el museo

Una de las aplicaciones de la realidad aumentada en entornos museísticos ha sido el desarrollo de guías o asistentes personales por medio de los cuales los visitantes, al realizar un recorrido por las diferentes salas, acceden a información adicional sobre las piezas que contienen. El uso y la proliferación de dispositivos portátiles equipados con cámara, pantalla y sistemas operativos más desarrollados han conseguido aumentar los contenidos que se ofrecen en las salas de exposición, a través de un discurso didáctico y personalizado.

El Museo de Bellas Artes de Rennes (MBA Rennes, Francia) fue objeto de una experiencia piloto para evaluar varios prototipos de guías móviles basadas en la tecnología de realidad aumentada, y observar las posibilidades que ésta ofrece en entornos museísticos. En este caso se utilizó un dispositivo portátil, como un UMPC (ultra mobile PC o PC ultramóvil), mientras que un equipo compuesto por personal adscrito al museo y expertos en historia del arte diseñaron los contenidos que iba a mostrar e ilustrar la guía móvil: artista, atributos, obras relacionadas, literatura, música, etc. Cuando el visitante se acercaba a una determinada obra y la enfocaba con la cámara de la UMPC, aparecían contenidos virtuales que revelaban información referente a la obra, junto a un menú interactivo (Damala *et al.* 2007).

### Interactividad basada en el uso de marcadores: "el museo en tus manos"

Las aplicaciones de realidad aumentada basadas en el uso de marcadores, en lo que se denomina interfaces tangibles de usuario, constituyen hoy en día las más utilizadas en entornos museísticos. Aquí el visitante interactúa con el objeto virtual como si fuera real, mediante la manipulación de unos marcadores o patrones que funcionan como referentes para insertar el objeto virtual en el espacio real del museo. Las instalaciones constan de una cámara, que es la encargada de capturar la imagen real del visitante, y una pantalla o visor donde se ve reflejado y en la que aparece la imagen aumentada con el objeto virtual asociado al marcador correspondiente.

El Human Interface Technology Laboratory de Nueva Zelanda (HIT LAB NZ), que desarrolló dos aplicaciones basadas en el uso de marcadores, puso en práctica este tipo de instalaciones (Woods *et al.* 2004). En el Te Manawa Science Centre de Palmerston North, en Nueva Zelanda, se sometió a prueba a SOLAR (Solar-System and Orbit Learning in Augmented Reality), una instalación que contaba con un set de nueve marcadores que representaban a los planetas virtuales y que el usuario debía colocar en las correspondientes órbitas, dibujadas sobre un tablero: en este caso, manipulaba los marcadores de forma que podía observar las diferencias entre cada planeta, como las manchas de la superficie de Júpiter o los anillos de Saturno, ya que las superficies estaban diseñadas, con base en imágenes satelitales, con gran detalle.

Otro ejemplo de este tipo de instalaciones fue AR Volcano Kiosk, que tuvo como escenario el Science Alive! de Christchurch, en Nueva Zelanda (Woods *et al.* 2004). Ésta consistía en un libro donde parecían diferentes marcadores que representaban figuras virtuales tridimensionales de la morfología y la dinámica del interior de la Tierra, como un volcán, fallas sísmicas, erupciones volcánicas y placas tectónicas. El usuario portaba un visor, con el que veía los gráficos virtuales aumentados a medida que pasaba las páginas del libro (Figura 1).

Las aplicaciones desarrolladas por el HIT LAB ZN estaban enfocadas en los denominados museos de ciencia, pero también se han realizado ensayos destinados a otras tipologías de museos, como los arqueológicos. En 2004 se desarrolló el proyecto ARCO (Augmented Representation of Cultural Objects) para la creación de una aplicación informática basada en realidad aumentada, diseñada para ayudar a los museos a crear, manipular, administrar y presentar objetos culturales digitalizados en exposiciones virtuales dentro y fuera de un museo (Wojciechowski *et al.* 2004; Liarokapis *et al.* 2004). ARCO permitía recrear en 3D los objetos culturales del museo atendiendo a varios parámetros (por ejemplo, textura, tamaño, etc.), a los que se les asociaba un marcador determinado, lo que daba al usuario la oportunidad de interactuar con la pieza (Figura 2).



FIGURA 1. Instalación AR Volcano Kiosk, donde aparecen los modelos virtuales con una sección del interior de la Tierra (Fuente: Woods 2004: 132).



FIGURA 2. Proyecto ARCO: usuario interactuando con los objetos arqueológicos, lo que le permite comparar su tamaño y morfología como si se tratase de una pieza real (Fuente: Wojciechowski 2004: 141).

Otra aportación importante de la realidad aumentada respecto del uso de marcadores está relacionada con los llamados museos virtuales, y presenta grandes posibilidades dentro de las aplicaciones *online*. A través de dispositivos con los que estamos familiarizados, como una *webcam* y una computadora, se obtiene una experiencia didáctica mediante la interacción, de forma virtual, con las piezas u otros contenidos. Uno de los ejemplos que se han llevado a cabo ha sido el Museo del Jurásico de Asturias (MUJA, España) que, en colaboración con el diario *Público*, ofrece la posibilidad de interactuar con varios especímenes de dinosaurios virtuales. Entrando en la web,<sup>2</sup> se descargan los marcadores que permitirán disfrutar de la experiencia virtual (Figura 3). Asimismo, el Na-



FIGURA 3. Imagen que representa la aplicación de AR *online* del MUJA (España), en la que puede observarse un *Diplodocus* y un *Tyrannosaurus rex*, paseando por la superficie de una mesa de ordenador (Fotografía David Ruiz Torres, 2010).

tural History Museum de Londres (Reino Unido) ha desarrollado una aplicación *online* accesible desde la página web del propio museo en la que es posible interactuar tanto con un modelo virtual de la especie *Homo neanderthalensis*,<sup>3</sup> observando su fisionomía y forma de caminar, como con otro más que se corresponde con la reconstrucción de un espécimen del *Australopithecus aferensis* a través de los restos de un ejemplar bautizado con el nombre de *Lucy*; con ambos modelos se compara la evolución de estas especies ancestrales del ser humano mediante su reconstrucción virtual basada en los estudios paleoantropológicos.

Estas experiencias de realidad aumentada como aplicaciones web conseguirían, por una parte, un propósito fundamental en esta tipología de museos, que sería el de la difusión, generando visitantes potenciales que se interesen por los contenidos que ofrece el lugar *in situ*, mientras que, por otra, los internautas que visiten este tipo de museos virtuales podrán acceder a los contenidos fuera de los muros del museo o, dado el caso, tener en su hogar las piezas virtuales tridimensionales de un museo e interactuar con ellas como si fueran reales, rompiendo, así, las barreras físicas o territoriales de este tipo de entornos.

#### La experiencia cultural en el museo: reconstrucciones históricas y realidad aumentada

El desarrollo de las investigaciones y proyectos sobre realidad aumentada ha ensayado, asimismo, en el campo patrimonial, gracias a las reconstrucciones virtuales de edificios o épocas pasadas sobre los restos conservados que han llegado hasta nosotros, lo que conforma una

<sup>2</sup> Página web con la aplicación de realidad aumentada del Museo del Jurásico de Asturias (España): [<http://www.publico.es/especial/dinosaurios>].

<sup>3</sup> Página web del Natural History Museum de Londres (Reino Unido) con la aplicación de realidad aumentada: [<http://www.nhm.ac.uk/nature-online/life/human-origins/neanderthal-ar/index.html>].

verdadera ventana hacia el pasado. Los estudios arqueológicos e histórico-artísticos han sido la base de esas reconstrucciones virtuales que nos ofrecen nuevas lecturas e interpretaciones de la historia y del objeto cultural.

Así, por ejemplo, el instituto Fraunhofer IGD en Darmstadt (Alemania) desarrolló una aplicación denominada "20 Years since the Fall of the Berlin Wall" (Zoellner et al. 2009), que pretendía revivir la larga y rica historia de Berlín en el aniversario de la caída del muro y que se exhibió en la feria CEBIT 2009 en Hannover (Alemania). Para mostrar esto dentro de las instalaciones de un hipotético museo, se diseñó una gran superficie con una imagen satelital de la ciudad de Berlín, sobre la cual el visitante, provisto de un UMPC, veía sobre el mapa la reconstrucción tridimensional del Muro de Berlín y el desarrollo urbano de la ciudad desde 1940 hasta 2008, gracias a la utilización de imágenes aéreas de la ciudad tomadas a lo largo de los últimos años. En este caso la tecnología de realidad aumentada se utiliza sin la necesidad de crear gráficos virtuales tridimensionales (3D), sino que se emplean las imágenes digitalizadas (2D) disponibles en el archivo cartográfico de la ciudad.

También se desarrolló otra aplicación similar, presentada en el área de exposición del SIGGRAPH 2008 en Los Ángeles con el nombre de "Rome Reborn" (Zoellner et al. 2009). Ésta consistía en un gran plano del antiguo Foro Romano colocado en el piso, sobre el que aparecían varios modelos virtuales tridimensionales de los antiguos edificios que lo componían, que se visionaban a través de un UMPC que portaba el usuario.

Otro caso de aplicación de la realidad aumentada en entornos museísticos lo encontramos en la exposición *A Future for the Past*, realizada en el Allard Pierson Museum de Ámsterdam para conmemorar el 75 aniversario de su creación (Zoellner et al. 2009).

En ella se utilizó una ampliación de una antigua fotografía de la colección Allard Pierson que mostraba los restos conservados del Foro Romano, datada en 1855, que se colocó dentro de la exposición frente a una pantalla fija giratoria (*movable screen*) con una cámara incorporada, en la que el usuario, al hacer un recorrido panorámico por la fotografía, veía los restos del foro, y, marcados como puntos de interés, las reconstrucciones virtuales de varios edificios (Templo de Saturno, Vía Sacra, Coliseo, etc.), junto a información adicional sobre ellos.

También tuvo lugar otra experiencia que se basaba en esta misma aplicación, pero en este caso adaptada para dispositivos UMPC, que permiten, frente a la pantalla fija anterior, una mayor libertad de movimiento del visitante de un museo. Para su desarrollo se eligió el yacimiento de Satricum, situado al sur de Roma, que tenía una acrópolis en la que se había sucedido la construcción de tres templos en diferentes épocas de la historia de Roma. En la aplicación se recuperaba una imagen virtual del templo primitivo del siglo x a.C., además de diferentes puntos de



FIGURA 4. *Virtual Showcase*: imagen de una pequeña escultura aumentada con los gráficos 3D generados por ordenador (Fuente: Bimber 2001: 51).

interés con información sobre la excavación, los artefactos hallados y la construcción de los templos.

### *Virtual Showcase*: un nuevo paradigma de exhibir a través de realidad aumentada

La *Virtual Showcase* o "vitrina virtual" (Bimber et al. 2001), si bien diseñada como una vitrina tradicional en sus dimensiones y configuración, contó con la realidad virtual y la realidad aumentada como mediadoras para presentar las piezas de una forma atractiva, en la que el uso de las nuevas tecnologías y el discurso museográfico tradicional se unen para mostrar el objeto cultural (Figura 4).

La instalación consta de unos videoproyectores instalados en el mismo lugar de la vitrina virtual —que son los encargados de proyectar los gráficos generados por computadora sobre el objeto real, haciendo posible que lo virtual y lo real se fusionen en un mismo espacio—, de modo que la pieza se puede aumentar digitalmente con contenidos digitales adicionales, como reconstrucciones, texto, imágenes flotantes, etc., que brindan un conocimiento completo de la obra. Además, la *Virtual Showcase* presenta el mismo aspecto de una vitrina real, lo que hace que sea compatible con las instalaciones de un museo tradicional.

### Conclusiones

La tecnología de realidad aumentada se ha convertido en un importante reclamo vinculado con los recursos museográficos más vanguardistas. Las posibilidades que ofrece frente a otras tecnologías, especialmente en relación con la realidad virtual, son notables debido a su capacidad de combinar lo real con lo virtual sin que el usuario pierda el contacto con la realidad, sino, por el contrario, recibe una imagen enriquecida de ésta y, por consiguiente, del objeto cultural.

Desde el punto de vista tecnológico, la realidad aumentada no requiere que todos los gráficos de la aplicación se generen por computadora, sino que parte de ellos se encuentren conformados por la propia imagen real de nuestro entorno. Sin embargo, y frente a la realidad virtual, su mayor problemática consiste en la correcta superposición de los objetos virtuales en el espacio real, ya que de este factor va a depender que nos ofrezca un resultado óptimo y verosímil.

De modo que actualmente encontramos un importante desarrollo en aplicaciones con realidad aumentada basadas en el uso de marcadores, puesto que a partir de éstos el objeto virtual queda situado perfectamente en el espacio real. Resulta constatable que fueron los primeros avances que se hicieron de esta tecnología en espacios museísticos, como lo demuestran las instalaciones del HIT LAB NZ o el proyecto europeo ARCO, que sirvieron de punto de partida y, actualmente, son las más recurrentes. Sin embargo, para otro tipo de aplicaciones basadas en sistemas portátiles los procesos computacionales son más complejos, ya que aquí es necesario fusionar el espacio real con el virtual y, por lo tanto, todavía se necesita de una maduración tecnológica que permita su implantación, la que, sin duda, arroja más interesantes planteamientos de difusión e interpretación del objeto virtual, como lo reflejan los recientes ensayos realizados por el instituto alemán Fraunhofer IGD.

Por otra parte, respecto de las aplicaciones que usan marcadores —que se han extendido en diversas salas expositivas tanto permanentes como temporales—, debemos tener en cuenta otro tipo de condicionantes, sin olvidar su potencial en los denominados museos virtuales. En este tipo de instalaciones, la interacción se produce de una forma natural e intuitiva, al desaparecer el elemento *hardware* que medie esa relación entre el usuario y el objeto virtual, donde el visitante puede manipularlo y observarlo como si fuera la pieza real. Además, su fácil manipulación las hace idóneas para un público amplio. Aquí se obtiene una nueva concepción —en la que desaparece el tradicional lema “no tocar”— que fomenta un diálogo entre el visitante y el objeto cultural y donde el conocimiento de éste se obtiene a través de una experiencia lúdico-racional. Como inconveniente en este tipo de aplicaciones de realidad aumentada, que puede hacerse extensible a la mayoría de interactivos museográficos, es la limitación de uso a un solo usuario, que es el que manipula el marcador correspondiente, si bien se pueden ofrecer algunas soluciones alternativas, como ampliar la instalación de modo que haya varios puntos de interacción similares.

En lo que concierne a otro tipo de aplicaciones de realidad aumentada basadas en el uso de dispositivos portátiles, que aún están, como hemos mencionado anteriormente, en fase de experimentación, han conseguido no obstante plantear varios modelos de aplicación que demuestran la versatilidad de la tecnología de realidad

aumentada en un museo. La posibilidad de que cada visitante acceda a los contenidos aumentados a través de un dispositivo propio, ya sea de un teléfono móvil, un PDA o una tableta, facilita la accesibilidad a los contenidos y al objeto cultural, y, por lo tanto, a su comunicación y difusión. Frente a otros dispositivos más habituales en este tipo de entornos, como pueden ser las audioguías, los prototipos de realidad aumentada conllevan, a través de la personalización y la variación de los mismos en función del idioma, la edad, el nivel cultural, etc., una serie de ventajas, como bien demuestra la experiencia realizada en el MBA Rennes.

En cuanto a la transmisión de contenidos culturales, tampoco hemos de olvidar que la realidad aumentada permite, asimismo, acceder a un mayor abanico de interpretaciones y lecturas del objeto, y, por ende, ampliar los límites del conocimiento mediante reconstrucciones virtuales de elementos del pasado que son observados desde el presente de una forma realista y didáctica, como lo ejemplifican el prototipo *Virtual Showcase* y la aplicación “20 years since the Fall of the Berlin Wall” desarrollada por el Instituto Fraunhofer IGD (Alemania). Además, la capacidad de superponer gráficos virtuales sobre el objeto original es una solución totalmente respetuosa de la conservación y la preservación patrimoniales, valor que se añade al interpretativo, mencionado anteriormente.

El papel que la realidad aumentada tendrá para los museos del siglo XXI en el ámbito latinoamericano no tardará en eclosionar en los próximos años tomando como referente estas primeras experiencias realizadas a escala internacional. El aprovechamiento de una de las potencialidades de la realidad aumentada, como es el uso de esta tecnología vinculada con los denominados museos virtuales, resultaría de gran importancia para mostrar el vasto patrimonio cultural: rompería las barreras físicas del museo y traspasaría fronteras, con lo que será posible el disfrute, aunque de forma virtual, de admirar piezas y obras que se encuentran a kilómetros de distancia, y alcanzar una de las premisas de los museos actuales: la difusión.

Como una reflexión final, desde nuestra disciplina humanística podemos plantear que la labor más importante referente a la realidad aumentada será la de transmitir la necesidad que, según nuestra perspectiva, presentan esos entornos culturales y museísticos, con el objetivo de que los instrumentos aportados por la ciencia nos den acceso a un conocimiento más amplio y diversificado.

## Referencias

Abad, Marina, et al.

2006 “Evaluación del impacto de las nuevas tecnologías en el visitante del museo: el caso de la *Virtual Showcase*”, en Aurkene Alzua-Sorzarbal (coord.), *Seminario Internacional de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs). Arte y Patrimonio Cultural, San Sebastián, Universidad de Deusto*, 250-264.

- Bellido, María Luisa  
 2001 *Arte, museos y nuevas tecnologías*, Gijón, Trea.
- Bimber, Oliver, et al.  
 2001 "The Virtual Showcase", *IEEE Computer Graphic Application* 21(6): 48-55.
- Carreras, César  
 2005 "Los proyectos de educación en museos a través de las nuevas tecnologías", *Mus-A* 5: 34-38.
- Damala, Areti, et al.  
 2007 "Merging Augmented Reality Based Features in Mobile Multimedia Museum Guides", en A. Georgopoulos (ed.), *CIPA 2007, Anticipating the Future of the Cultural Past*, Atenas, ICOMOS, 259-264.
- Haber, Alicia  
 2008 "MUVA Museo Virtual de Artes El País: el museo imposible. El relato de una protagonista", en María Luisa Bellido (dir.), *Difusión del patrimonio cultural y nuevas tecnologías*, Sevilla, Universidad Internacional de Andalucía, 122-143.
- Liarokapis, Fotis, Sylaiou, S., Basu, A., Mourkoussis, N., White M., y Lister, P. F.  
 2004 "An Interactive visualisation interface for virtual museums", en Y. Chrysanthou, K. Cain, N. Silberman, F. Nicco-

- lucci (eds), *Proceedings of the 5th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage*, Bruselas, Eurographics Association, 47-56.
- Rico, Juan Carlos (coord.)  
 2009 *¿Cómo se cuelga un cuadro virtual? Las exposiciones en la era digital*, Gijón, Trea.
- Wojciechowski, Rafał, et al.  
 2004 "Building Virtual and Augmented Reality Museum Exhibitions", *Proceedings of the Ninth International Conference on 3D Web Technology (Web3D '04)*, Nueva York, ACM, 135-144.
- Woods, Eric et al.  
 2004 "Augmenting the Science Centre and Museum Experience", *Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques in Australasia and South East Asia*, Nueva York, ACM, 230-236.
- Zoellner, Michael, et al.  
 2009 "An Augmented Reality Presentation System for Remote Cultural Heritage Sites", en Kurt Debattista et al. (eds.), *Proceedings of the 10th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage*, Msida, University of Malta, 112-116.

## Resumen

En los años recientes la realidad aumentada (AR, por sus siglas en inglés) ha alcanzado un protagonismo cada vez más importante en diversas áreas de conocimiento, así como ha mostrado la versatilidad y las posibilidades que presenta esta nueva tecnología derivada de la realidad virtual. La capacidad de insertar objetos virtuales en el espacio real y el desarrollo de interfaces de gran sencillez han convertido a esta nueva tecnología en uno de los recursos museográficos más vanguardistas, gracias a que favorece tanto la interacción entre los visitantes y el objeto cultural de una forma atractiva y, a la vez, didáctica, como el cumplimiento de la principal función de estos espacios: la difusión de contenidos culturales.

## Palabras clave

Realidad aumentada, museos, interacción, difusión cultural, accesibilidad.

Título en inglés: "Augmented reality: a new resource in Information and Communication Technology (ICT) for museums in the 21st century"

## Abstract

In recent years, augmented reality (AR) has become more and more important in different areas of knowledge, showing the versatility and possibilities that this new technology derived from virtual reality presents. The capacity to insert virtual objects in real space and the development of very simple interfaces, have converted this new technology into one of the most avant-garde museographic resources. This is thanks to the fact that this new technology assists in the interaction between visitors and the cultural object in an attractive and educative way and also helps these spaces fulfill their main function, which is cultural outreach.

## Keywords

Augmented reality, museums, interaction, cultural diffusion, accessibility.