

REPRESENTACIONES VIRTUALES Y OTROS RECURSOS TÉCNICOS EN LA ACCESIBILIDAD AL PATRIMONIO CULTURAL

VIRTUAL REPRESENTATIONS AND OTHER TECHNICAL RESOURCES FOR ACCESS TO CULTURAL HERITAGE

Marina Puyuelo Cazorla

Mónica Val Fiel

Lola Merino Sanjuán

Francisco Felip Miralles

Este artículo presenta un estudio del uso de algunas tecnologías gráficas aplicadas a la realidad virtual como son la Realidad Aumentada y los entornos de Realidad Inmersiva que pueden ser utilizados como recursos de accesibilidad para mejorar la apreciación y la experiencia de enclaves del patrimonio histórico. Este análisis permite conocer-situar estas tecnologías y su idoneidad en cada lugar y con relación a los usuarios con determinadas discapacidades. Su empleo en determinados contextos del patrimonio ofrece un nuevo modo de aproximación a los mismos de modo autónomo y participativo.

Palabras clave: Accesibilidad, Patrimonio cultural, Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Realidad Inmersiva

This paper presents a synoptic study on the use of some graphic technologies such as VR Virtual Reality, AR Augmented Reality and VE Virtual Environment that can be used to increase the appreciation and full experience of heritage sites as resources for accessibility. This analysis familiarises us with these technologies and their suitability for each heritage asset in relation to users with disabilities. Their use on heritage sites seeks to bring these places to people in a new way, changing their role from a passive to a fully active one.

Keywords: Accessibility, Heritage sites, Virtual Reality, Augmented Reality, Virtual Environment



1. Pantalla audiovisual en el Museo Arqueológico de Alicante (MARQ).

1. Audiovisual screen in the Archaeological Museum of Alicante (MARQ).

En la actualidad, la puesta en valor del patrimonio natural o construido, en cualquiera de sus múltiples y variadas muestras, se plantea desde intervenciones de distinto nivel de actuación y complejidad que requieren resolver aspectos de uso y comunicación que incrementen su disfrute. En este sentido, abordar el diseño de productos para la accesibilidad puede ser sinónimo de ampliación de estrategias y, por lo tanto, también, de nuevos horizontes en el contexto singular del patrimonio histórico (Fig.1).

En este momento en particular, las tecnologías de la información y comunicación junto con las herramientas tecnológicas al servicio de la representación gráfica y táctil están en constante desarrollo y expansión a través de

una gran cantidad de aplicaciones emergentes en objetos con múltiples características añadidas. A partir de estas nuevas aplicaciones y sus posibilidades futuras, se vislumbra un amplio panorama para la investigación, que abarca desde las propias experiencias perceptivas que éstas proponen, hasta la propia naturaleza de los dispositivos futuros que las incorporen para su interacción con las personas. Este artículo presenta las posibilidades y el interés que ofrecen algunas aplicaciones tecnológicas basadas principalmente en un sustrato gráfico, para mejorar la accesibilidad a enclaves del patrimonio natural y construido. Nos detendremos particularmente en algunas técnicas, como la Realidad Aumentada o la Realidad Inmersiva que permiten superar

Currently, focus on any of the many and varied expressions of the natural or built heritage is approached by interventions of differing levels of action and complexity that are intended to resolve aspects of use and communication to increase accessibility. In this regard, tackling the design of accessibility products can be synonymous with broadening strategies and therefore also of new horizons in the context of historical heritage (Fig. 1).

Nowadays in particular, information and communication technologies in conjunction with technological tools for graphic and tactile representation are constantly being developed and expanded through a large number of emerging applications in objects with many added characteristics. These new applications and their future possibilities offer a wide range of research opportunities ranging from the perceptive experiences offered by the applications to the very nature of the future devices they can be used in to interact with people. This article presents the possibilities and interest of some mainly substrate-based graphic applications for improving access to the natural and built heritage. In particular, we will examine some techniques such as Augmented Reality and Immersive Reality that are used to overcome the limitations of certain environments and/or users, providing new perceptions and understanding of these places.

This study has been carried out as part of a specific section within a research project in progress funded by the Spanish Ministry of Science and Innovation "Study and design of orientation elements, communication support and other accessories to improve access ability in different environments of the interpretation of the natural and built heritage" 1.

Universal design and access to heritage environments

Visitable heritage, in its numerous expressions and types, is a fundamental part of a community's cultural assets and is of even greater value when considered as a place for shaping identity and life experiences. Consequently, in a global context access must secure the integration of the cultural, architectural and social identity of places in conjunction with respect and participation from users. Nevertheless, access must be considered as involving more than just the architectural aspects of horizontal and vertical access. There are also barriers, for example, to manipulation and use, communication and understanding within environments, products and services 2.



2. Entrada principal de la Lonja de la Seda de Valencia, declarada patrimonio de la humanidad por la UNESCO 1996.

2. Main entrance to the Lonja de la Seda (Silk Exchange), Valencia, declared UNESCO World Heritage Site in 1996.

The consolidation of many heritage sites and their cultural valuation requires different types of resources to guarantee access, encourage use, personalised experience and in short, knowledge and understanding. Nowadays, it seems clear that a heritage asset, whether it be a monument, an archaeological site or more clearly still in cases of intangible heritage **3** cannot be understood without an interpretation of its surrounding environment. In this context, the gradual integration of technological formats and devices in cultural and heritage spaces provide *in situ* resources that facilitate expanded use of the installations thereby encouraging intuitive knowledge based on enjoyment of the place as a particular site. Similarly, this knowledge can be increased and recognised by representations which facilitate or act as instruments to provide other perceptions and levels of “distance” interactivity. Based on the idea of situated learning which assumes that learning occurs more efficiently in a real context that then becomes a significant part of the basic knowledge associated with that learning, meaningful visits to heritage sites acquire extraordinary cultural and social value **4**. In this regard, the concept of inclusive design **5** incorporates parameters suitable for creating solutions from a perspective in which environments and products are user-friendly, easy to understand and useful to users, in a global yet detailed manner. Therefore, according to the criteria that define an environment as universally accessible under voluntary Spanish regulations **6**, we distinguish throughout the research **7** to which this analysis belongs, between walking about, perceiving, locating and communicating as the most representative activities associated to the use of any space (Fig.2 and 3). Given the difficulty of modifying certain protected monumental sites to make them accessible, it is of great interest to investigate other approaches that generate similar experiences for all visitors. From the perspective of inclusive design it is worth insisting on the importance of promoting and making the visit similar for everyone in terms of time, understanding and enjoyment of the place. This work attempts to show some technologies, using graphic representation to achieve virtual reality, that enable new levels of interaction with places and knowledge, generating a new and remarkable exchange of information and communication that can be useful in situations of disability. Virtuality can establish a new relationship with the interpretation and conservation of heritage assets, permitting access to simulated perceptions that help to



los límites de determinados entornos y/o usuarios, aportando nuevas percepciones y conocimiento de estos lugares.

Este estudio se ha desarrollado y constituye un apartado específico dentro del proyecto de investigación en curso financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación “Estudio y diseño de elementos de orientación, soportes de comunicación y otros accesorios para la mejora de la accesibilidad en distintos ámbitos de la interpretación del patrimonio natural y/o construido” **1**.

El diseño universal y la accesibilidad a los entornos patrimoniales

El patrimonio visitable, en sus múltiples manifestaciones y tipologías, forma parte fundamental de los bienes culturales de la colectividad, y por ello incrementa su valor al ser considerado lugar de caracterización y espacio de vivencia. En consecuencia, la accesibilidad en un marco global ha de procurar la integración de la identidad cultural, arquitectónica y social de los lugares junto con el respeto y la participación de los usuarios.

No obstante, la accesibilidad hay que pensarla en términos más allá de los puramente arquitectónicos de accesibili-

dad horizontal y vertical. Las barreras se manifiestan también, por ejemplo, en niveles de uso-manipulación, comunicación y comprensión dentro de entornos, productos y servicios **2**.

La consolidación de múltiples enclaves del patrimonio y su valoración cultural pasa por la disponibilidad de recursos de distinta índole que garanticen la accesibilidad, favorezcan el uso, la experiencia individualizada y, en definitiva, su conocimiento y comprensión. Hoy en día, parece estar claro que la comprensión de un bien patrimonial, ya sea monumento, un yacimiento arqueológico o más claramente todavía en los casos de patrimonio inmaterial **3** no es posible sin la interpretación del entorno del que forma parte. En este contexto, la integración progresiva de soportes y dispositivos tecnológicos en los espacios culturales y patrimoniales proporcionan recursos *in situ* que facilitan un uso expandido de sus instalaciones fomentando así, un conocimiento intuitivo basado en el disfrute del lugar como enclave particular. De igual modo, este conocimiento puede verse aumentado y reconocido a partir de representaciones que faciliten o actúen como instrumentos que aportan otras percepciones y niveles de interactividad “a distancia”.

Partiendo de la idea del Aprendizaje situado, que asume que éste ocurre más eficazmente en un contexto real y que éste llega a ser una parte importante del conocimiento básico asociado con ese aprendizaje, la visita comprensiva de estos lugares patrimoniales adquiere un singular valor cultural y social **4**. En este sentido, el concepto de diseño inclusivo **5** incorpora los parámetros adecuados para proyectar soluciones desde una perspectiva en la que los entornos y productos se muestren amables, comprensibles y útiles para los



3. Ejemplo de inaccesibilidad en la visita a las iglesias Bizantinas excavadas en la roca en Göreme, Turquía.

3. Example of inaccessibility in the visit to the Byzantine churches excavated in the rock in Göreme, Turkey.

usuarios, de modo global y pormenorizado a la vez. Por todo ello, y de acuerdo con los criterios que determinan que un entorno sea universalmente accesible según la normativa española no de obligado cumplimiento 6, distinguimos en el conjunto de la investigación 7 en la que se inscribe este análisis, entre actividades de deambulación, aprehensión, localización y comunicación, como las actividades más representativas asociadas al uso de cualquier espacio (Figs. 2 y 3).

Dada la dificultad de modificar determinados lugares monumentales protegidos, para que éstos sean accesibles, resulta de gran interés investigar en otras vías de acercamiento que generen experiencias análogas para todos los visitantes. Desde la perspectiva del diseño inclusivo conviene insistir en la importancia de promover y equiparar la visita de todas las personas tanto en tiempo como en conteni-

dos de conocimiento y disfrute del lugar. En este sentido este trabajo trata de mostrar algunas tecnologías que, partiendo de la representación gráfica y llegando a una realidad virtual, permiten construir nuevos niveles de interacción con los lugares y el conocimiento, generando un nuevo y singular intercambio de información y de comunicación que puede ser útil para situaciones de discapacidad. La virtualidad puede establecer una nueva relación con la interpretación y conservación de los bienes del patrimonio permitiendo acceder a percepciones simuladas que contribuirán a superar los límites comunes de accesibilidad visual en un lugar en concreto, derivados de la distancia o la iluminación, o bien inherentes a los usuarios visitantes: imposibilidad de desplazamiento o aproximación a detalles, disminución de sus capacidades de discriminación e identificación visual, etc.

overcome common limitations of visual access in a particular place due to distance or lighting or inherent to user visitors who are unable to move or get closer to details, or have decreased visual discrimination and identification abilities and so on. Some devices and products in these places or concerning them are resources for facilitating social inclusion in the enjoyment and appreciation of heritage especially for groups with diminished abilities. And, as the use of a combination of various technologies can improve access to culture and promote the development of particular applications, they help to provide value and support for inclusive design strategies for experiencing heritage sites.

ICTs, devices and products for access to heritage.

Nowadays, the use of advanced technologies in accessibility products is the main common thread in design for improving access to the physical medium and in this particular case, to the use and transmission of heritage. The new technologies and extension of the digital and virtual culture have transformed traditional procedures for transferring knowledge, substantially broadening the didactic opportunities in museums and heritage contexts.

Some technical resources such as tactile models and reliefs, audio guides and sign language guides are being introduced sporadically in some heritage sites but are more deeply rooted in museology. The range of applications for cultural and heritage assets is small, but there is a wide variety of systems and devices into which they can be incorporated.

There are interesting incipient developments related to wayfinding 8 first applied by Lynch to urban orientation. Currently it refers to any spatial and/or architectural environment 9 and integrates all types of virtual technologies and positioning systems such as GPS. The concept of interactive wayfinding highlights the importance of recognizing and interpreting signs as fundamental aspects for defining a given place and moving around it. Both stages are necessary for tracing cognitive strategies in complex decision-making processes 10. Wayfinding resources (graphic, audio, tactile) require collaborative effort from architects, designers and sign creators 11. Some experiments on locating buildings through tactile photographic representations suggest that these applications will have an important sphere of action in cultural heritage (Fig. 4).



Virtual reality for experiencing and accessing heritage

The evolution of technological tools for graphic representation in different types of projects offers unprecedented possibilities and experiences. The graphic mediation proposed by some current techniques is a form of dematerialisation of places that can then be recreated in new staging. According to Otxotorena **12** these representations are an apotheosis of the graphic medium in design processes and even more so in the construction of new immersive experiences. Although virtuality is usually linked to the representation of objects or ideas that are not physically present, new synthetic image media enable new forms of relating to objects-space to be extended and established. So currently when there is a need or desire to focus on a territory's heritage, the immediate reaction is to consider creating a museum, interpretation centres **13** or the possibility of generating a virtual experience. And as Braudillard **14** points out, unreality becomes an essential medium for approaching and finding out about reality, "The territory no longer precedes the map or survives it. From now on the map will precede the territory [...]. The whole world is no longer real, but belongs to the order of the hyperreal or simulation".

Nowadays, virtual representation in the experience of reality has been assumed and used in many contexts and scientific areas **15**. As noted above in the case of cultural heritage and museums in particular the use of Virtual Reality (VR) is on the increase. Showing historical reconstructions that can no longer be visited because of the condition they are in or because they have disappeared, seeing their evolution at different times in their history, carefully reconstructed graphic projects for teaching purposes and VR tours are some of the emerging applications **16**.

On the basis of these possibilities, we want to highlight other aspects of virtuality which are able to overcome the limitations of certain places and/or users. The participative or immersive methods of Virtual Reality can, by means of location and positioning devices enable us to experience places or content in an interactive manner and manipulate the places and the physical reality that they present. On another level, Augmented Reality can be used to mix the real with the virtual in a real world physical scenario that can include elements which extend our perceptions. The significant characteristics or landmarks of the place can be made available, creating reference points and

Algunos dispositivos y productos instalados en estos lugares o relativos a ellos, constituyen recursos que facilitan la inclusión social de personas en el disfrute y apreciación del patrimonio, sobre todo de aquellos grupos que tienen disminuidas sus capacidades. Por su parte, ya que el uso de distintas tecnologías combinadas puede mejorar el acceso cultural y promover el desarrollo de aplicaciones particulares, contribuyen a dar valor y apoyo a las estrategias de diseño para todos en la experiencia de los lugares del patrimonio.

TIC's, dispositivos y productos de uso para la accesibilidad al Patrimonio

Hoy en día la implementación de tecnologías avanzadas en productos para la accesibilidad

constituye el principal hilo conductor del diseño dirigido a la mejora del acceso al medio físico, en este caso en particular, al uso y la transmisión del patrimonio. Las nuevas tecnologías y la extensión de la cultura digital y virtual han venido a transformar los procedimientos tradicionales de transferencia del conocimiento, ampliando sustancialmente las posibilidades didácticas de museos y contextos patrimoniales.

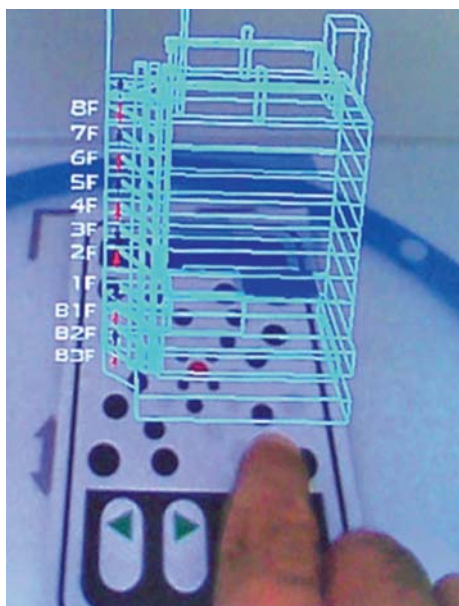
Algunos recursos técnicos como las maquetas táctiles y la puesta en relieve, las audioguías y las signoguías vienen implementándose de modo aislado en algunos lugares del patrimonio, aunque cuentan con mayor raigambre en el ámbito de la museología. Nos encontramos con una gama escueta de aplicaciones en los bienes culturales y patrimoniales, pero variada en cuanto a tipología de sistemas y dispositivos que pueden incorporarse.

Son interesantes e incipientes los desarrollos relacionados con el denomina-

do *wayfinding* **8** que encontraba su primera acepción en Lynch aplicado a la orientación urbana. En la actualidad, se refiere a todo entorno espacial y/o arquitectónico **9** e integra todo tipo de tecnologías virtuales y sistemas de posicionamiento como el GPS. El concepto de *wayfinding* interactivo pone de relieve la importancia del reconocimiento y la interpretación de signos como aspectos fundamentales para definir un determinado lugar y cómo desplazarse por él. Ambos estadios son etapas básicas y necesarias para trazar estrategias cognitivas en procesos complejos de toma de decisiones **10**. Los recursos del *wayfinding* (gráficos, audio, táctiles) hacen necesario un esfuerzo colaborativo entre arquitectos, diseñadores y creadores de signos **11**. Algunas experiencias que se vienen desarrollando en el ámbito de la localización de edificios a partir de representaciones fotográficas táctiles, permiten predecir un importante ámbito de acción para estas aplicaciones en su empleo en el patrimonio cultural (Fig.4).

La realidad virtual en la experiencia y la accesibilidad al patrimonio

La evolución de las herramientas tecnológicas al servicio de la representación gráfica en distintos tipos de proyectos, ha abierto un horizonte sin precedentes a las posibilidades y experiencias que éstas pueden ofrecer. Esta mediación gráfica que proponen algunas técnicas actuales, constituye una forma de desmaterialización de los lugares que pueden recrearse en nuevas escenificaciones de los mismos. Si como plantea Otxotorena **12** estas representaciones suponen una "apoteosis del medio gráfico" en los procesos de diseño, aún lo son en mayor medida, como cons-



4. Wayfinding interactivo. Acceso a la información a través de proyecciones tridimensionales simuladas en tiempo real en el Sony Building, en Tokio.

4. Interactive wayfinding. Accessing information through simulated three-dimensional projections in real time. Sony Building, Tokyo

trucción de nuevas experiencias inmersivas. Aunque la virtualidad suele estar vinculada a la representación de objetos o ideas no presentes en su realidad física, los nuevos medios de la imagen sintética permiten ampliar y establecer nuevas formas de relación con los objetos-espacios. Tanto es así que en la actualidad, cuando se plantea la necesidad o la voluntad de poner en valor el patrimonio de un territorio, automáticamente se piensa en la creación de un museo, en los centros de interpretación **13** o en las posibilidades de generar una experiencia virtual.

Y es que, como apunta Braudillard **14**, la irrealidad pasa a ser un medio imprescindible de aproximarnos y conocer la realidad, “El territorio ya no precede al mapa ni le sobrevive. En adelante será el mapa el que preceda al territorio [...]. El mundo entero ya no es real sino que pertenece al orden de lo hiperreal y de la simulación”.

Se puede afirmar que hoy en día, está asumido y experimentado, el uso de la representación virtual en la experiencia de la realidad en múltiples contextos y áreas científicas **15**. Como se ha apuntado anteriormente, en el caso del patrimonio cultural y el ámbito museístico en particular, el empleo de sistemas de Realidad Virtual (VR, *Virtual Reality*) constituye

una tendencia en auge. Mostrar reconstrucciones históricas que ya no son posibles de visitar por su estado o por haber desaparecido, ver su evolución en distintos momentos de su historia, proyectos gráficos de cuidadas reconstrucciones destinadas a la docencia y los VR tours, son algunas de sus emergentes aplicaciones **16**.

Tomando como punto de partida estas posibilidades, nos interesa destacar otros aspectos de la virtualidad que permiten superar los límites de determinados entornos y/o usuarios. Los métodos participativos e inmersivos de la Realidad Virtual pueden, con dispositivos de localización y posicionamiento, hacernos experimentar los lugares o los contenidos de modo interactivo y manejar los lugares y la realidad física que presentan. En otro nivel, con la Realidad Aumentada se puede mezclar lo real con lo virtual en un escenario físico del mundo real en el que se pueden incluir elementos que amplían nuestras percepciones. Se pueden poner al alcance aquellas características o hitos del lugar que son relevantes, creando referentes y proyectándolos en nuestro espacio vivencial. En este punto adquieren singular importancia los estudios previos y los trabajos de campo que permiten determinar qué se precisa destacar, por qué o qué condiciones de accesibilidad presenta un determinado aspecto, y cómo y cuáles son los medios y dispositivos más adecuados para desarrollar el proyecto y enlazar la virtualidad en un determinado enclave. En esta dirección se ha venido trabajando en este proyecto de investigación en distintos enclaves del patrimonio nacional **17**, para abordar el diagnóstico que permita el desarrollo de soluciones de accesibilidad que abarquen en su conjunto las posibilidades de los dispositivos técnicos y las

projecting them into our experiential space. This is where preliminary studies and field work are particularly important for determining what must be highlighted and the access conditions of a given aspect and the most appropriate means and devices for developing the project and linking virtuality in a given site. This research project has been working in this direction in different Spanish national heritage sites **17** to provide a diagnostic to enable access solutions to be developed that make use of all available technical devices and modern technology. It should be noted that these new applications can be integrated in devices users are familiar with, thereby facilitating access to the devices themselves and consequently to the information on the surroundings (Fig. 5).

Augmented Reality

Augmented Reality is part of the concept of Mixed Reality **18** where images of the real world coexist in the same representational space with computer simulated images, improving and extending perception. The term originated in 1990 and was used by Tom Caudell to refer to the intersection between two realities: the physical and the virtual. Ronald Azuma's **19** definition supplements and extends the term by highlighting its interactive character in real-time (Fig. 6).

Being able to transmit information, diffuse culture and improve the way knowledge reaches more people is undoubtedly a qualitative leap in the future of humankind. Thus, the current applications include fields such as education, architecture and cultural heritage **20**. In this regard, the *PortableAR* **21** application attempts to explain the historical evolution of heritage buildings through animation and virtual in situ descriptions. Similarly, the *Prisma* **22** project enables visualisation of the real landscape with additional superimposed virtual content with relevant information.

The eminently didactic nature of this technology has influenced its implementation in museums throughout the world **23** and some heritage sites **24**.

CAVE environments

In 1992, one of the VR tools with the greatest potential not only for leisure but also for teaching and the transfer of culture was conceptualised: The Cave Automatic Virtual Environment (CAVE) developed by Illinois University's Electronic Visualisation Laboratory (Fig. 7).

CAVE applications have enormous potential in areas related to cultural heritage. This simulation en-



environment enables virtual visits to cultural spaces and premises where access is often restricted to preserve their integrity or because the infrastructure is inaccessible for a conventional physical visit. The applications can be classified into three types. The first refers to the recreation of endangered heritage spaces: high-definition laser scanning technology can provide a virtual model of architecturally complex spaces enabling the user to approach inaccessible sites without altering the delicate conditions of conservation. This is the case of the project carried out in the Ardales Cave (Malaga) and the Santimamiñe Cave (Vizcaya). Similarly, virtual reconstructions also enable cities or landscapes that have disappeared to be recovered, familiarising the user with history in a more natural and intuitive way. Thus the recreation of the Roman camp near Puebla de Don Fadrique 25 (Granada) shows the walls, the three entrances to the premises, the streets running through it and the soldiers' barracks.

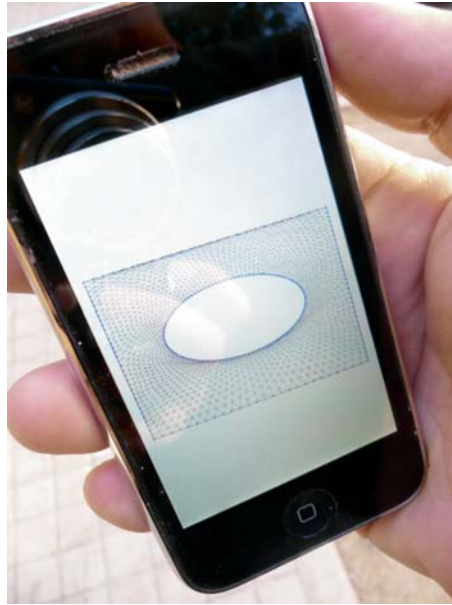
With CAVE applications it is also possible to simulate the intangible cultural heritage enabling users with problems of mobility, understanding or perception to actively participate in sites and events and to understand them in a comprehensive and totally active way.

Conclusions

A consideration of the technology and the graphic expression involved as a resource capable of making cultural heritage into a fully didactic, interactive space open to all participants will undoubtedly revitalise interest in the matter and increase and diversify the use of these tools, offering a potential line of research and focus on these sites.

It is therefore essential to explore the possibilities in depth and attempt to establish quality criteria in this unceasing implementation of latest generation graphic technologies in different areas of knowledge and heritage in particular.

The use of QR, AR systems and CAVE environments enables interpretations, stimuli and explanatory models better fitted than others to the discourse of the disciplines they refer to. In the area of access both in situ and through virtual experiences, they acquire unquestionable compensatory interest and as has been noted they offer numerous resources that are evidently irreplaceable in certain situations of disability to provide understanding and enjoyment of these places of interest for the community.



5. Aplicación de libre uso que muestra de modo dinámico la cubierta del British Museum Great Court en Londres. El usuario puede observar desde su móvil cómo es y funciona esta construcción. C.J.K. Williams
5. Freeware showing a dynamic view of the roof of the British Museum Great Court in London. The user can see from his mobile what the construction is like and how it operates. C.J.K. Williams.

tecnologías contemporáneas. Conviene destacar el hecho de que estas nuevas aplicaciones pueden integrarse en dispositivos afines al usuario que, a su vez, facilitan la accesibilidad a los propios dispositivos y en consecuencia, a la información del entorno (Fig. 5).

La Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada se enmarca dentro del concepto de Realidad Mezclada 18, donde conviven en un mismo espacio representacional tanto imágenes del mundo real como imágenes simuladas por computadora, mejorando y ampliando la percepción. El término tiene su origen en 1990, y fue utilizado por Tom Caudell para referirse a la intersección entre dos realidades: la física y la virtual. La definición de Ronald Azuma 19 completa y amplía el término al destacar su carácter interactivo en tiempo real (Fig.6).

Poder transmitir informaciones, difundir la cultura y hacer llegar mejor



6. Mesa interactiva que utiliza la realidad aumentada como recurso didáctico, desarrollada en la Ciudad Politécnica de la Innovación, Valencia.

6. Interactive screen using augmented reality as a didactic resource, developed at Ciudad Politécnica de la Innovación, Valencia.

el conocimiento a más personas sin duda supone un salto cualitativo en el devenir del ser humano. Por ello, entre sus aplicaciones actuales destacan campos como la enseñanza, la arquitectura y el patrimonio cultural 20. En este sentido, la aplicación *PortableAR* 21 pretende explicar la evolución histórica de edificios patrimoniales mediante animaciones y descripciones virtuales *in situ*. De igual modo, el proyecto *Prisma* 22 permitirá la visualización del espacio paisajístico real superponiendo un contenido virtual adicional con información relevante.

El carácter eminentemente didáctico que presenta esta tecnología, ha incidido en su implementación tanto en museos de todo el mundo 23 como en algunos enclaves patrimoniales 24.

Los entornos CAVE

En 1992 se conceptualiza una de las herramientas de RV de gran potencial no sólo para el ocio, sino para el

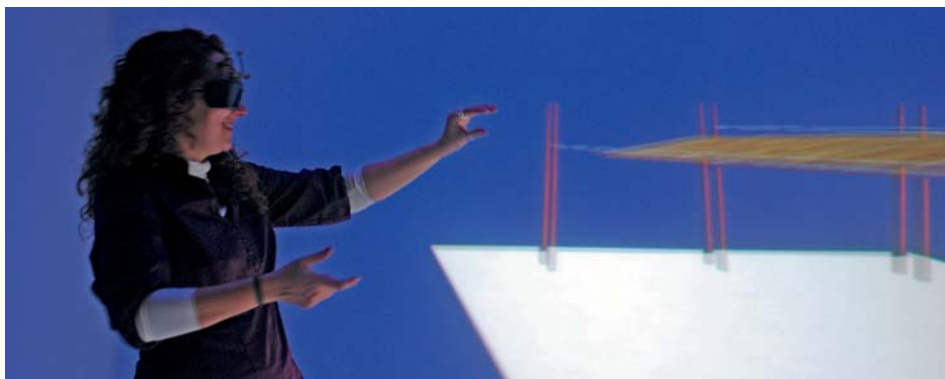


7. Entorno de Realidad Virtual Inmersiva. El usuario, a través de unas gafas con dispositivos de localización que permiten la lectura de los gráficos en 3D, ve los objetos flotando en el aire, puede moverse a su alrededor, de forma que la observación de éstos, se com-

pleta desde cualquier punto de vista. Cave Virtual Environment (CAVE) en la Ciudad Politécnica de la Innovación, Valencia. <http://visionarium.blogs.upv.es>

7. Immersive Virtual Reality Environment. The user, wearing glasses with location devices enabling 3-D

graphics to be read can see objects floating in the air and can move around so that they can be seen from any perspective. Cave Virtual Environment (CAVE) in Ciudad Politécnica de la Innovación, Valencia <http://visionarium.blogs.upv.es>



campo de la enseñanza y transmisión de la cultura: el entorno CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*) desarrollado por el *Electronic Visualization Laboratory* de la Universidad de Illinois (Fig. 7).

Las aplicaciones de la CAVE destacan por su enorme potencial en ámbitos relacionados con el patrimonio cultural. Este entorno de simulación permite la visita virtual a espacios y recintos culturales cuyo acceso en muchas ocasiones queda restringido con el fin de preservar su integridad, o bien porque su infraestructura resulta inaccesible para una visita física convencional. En este sentido, sus aplicaciones pueden clasificarse en tres tipologías. La primera hace referencia a la recreación de espacios patrimoniales en peligro: la tecnología de escaneo láser de alta definición permite obtener un modelado virtual de espacios arquitectónicamente complejos, permitiendo al usuario acercarse cómodamente a un enclave inaccesible sin alterar las delicadas condiciones de conservación. Tal es el caso del proyecto llevado a cabo con la Cueva Ardales (Málaga) o con la Cueva de Santimamiñe (Vizcaya).

De igual forma, las reconstrucciones virtuales también permiten recuperar ciudades o paisajes ya desaparecidos, acer-

cando el usuario a la Historia de un modo más natural e intuitivo. Así, la recreación del campamento romano situado en las proximidades de la localidad de Puebla de Don Fadrique ²⁵ (Granada) vuelve a mostrar las murallas, las tres entradas del recinto, las calles que lo recorren y los barracones de los soldados.

Con las aplicaciones CAVE también son posibles simulaciones del patrimonio cultural inmaterial, permitiendo a usuarios con problemas de movilidad, comprensión o percepción, participar activamente de enclaves y eventos, y llegar a comprenderlos de un modo completo y totalmente activo.

Conclusiones

Una consideración de la tecnología y la expresión gráfica implicada en ella, como recurso capaz de convertir al patrimonio cultural en un espacio plenamente didáctico, interactivo y abierto a todos los participantes, sin duda revitaliza el interés por la materia e incrementa y diversifica su empleo, ofreciendo una vía potencial para la investigación y la puesta en valor de estos lugares.

En esta dirección, parece de primer orden la necesidad de profundizar en sus posibilidades y tratar de establecer criterios de calidad en esta incesante im-

Out of all this, the following issues emerge:

- One of the key factors for developing access and usability of heritage environments is the constant analysis and incorporation of technology in new formats and products. The speed of change in technology is frenetic, whereas care and intervention in heritage assets is a slower process.
- The public is particularly receptive to innovations offered in the area of visualisation and the appeal of technical adaptations for all collectives.
- It is interesting to transfer solutions and concepts from modern museums in terms of experience with applying the new technologies, to the use of and access to heritage.
- Integration of products and technologies in this field has a twofold interest: firstly it stimulates participation and active knowledge. Secondly these applications motivate the experience they present, they entertain, attract and represent a challenge in actions such as learning and manipulation which are used to actively construct knowledge of heritage.

And finally, if we focus on products, heritage environments and persons with difficulties of access, manipulation and communication, different lines of research emerge which require specific and eminently multidisciplinary treatment. In any event, according to the Foro de la Vida Independiente (Forum for Independent Life), there is a population of functionally diverse users ²⁶ in the form of a collective that requires additional guarantees to live and participate under equal conditions as other citizens in the country's economic, social and cultural life ²⁷.

For that reason the idiosyncrasy of heritage sites and the available graphic technologies requires interdisciplinary projects to ensure their sustainability, requiring the use of numerous intellectual, emotional, physical and technological resources which, if they are applied, learnt and developed in a process of active participation in heritage, constitute a benefit for society. ■

NOTES

1 / Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (Spanish National Scientific Research, Technological Development and Innovation Programme) 2008-2011 DPI2008-03981/DPI.

2 / ALONSO LÓPEZ, F., "La accesibilidad universal y el diseño para todos: los ejes determinantes de las políticas de igualdad de oportunidades III", in DE LORENZO, R. and CAYO PÉREZ BUENO, L., *Tratado sobre Discapacidad*, Aranzadi, Navarra, 2007, pp. 5-6.



- 3 / CORREA, G.; IBÁÑEZ, J. M.; ETXEBERRIA, A., "Museos, tecnología e innovación educativa: aprendizaje de patrimonio y arqueología en territorio Menosca Reice", in *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, Vol. 3, no. 1, 2005, pp. 883.
- 4 / SCRIBNER, S., "Thinking in action: Some characteristics of practical thought", in Sternberg, J. and Wagner, R. K., *Practical intelligence: Nature and origins of competence in the everyday World*, Cambridge University Press, Cambridge, 1986, pp. 13-30.
- 5 / Design Council, "An Introduction to inclusive design" [on line], url: <http://www.designcouncil.org.uk/en/About-Design/Design-Techniques/Inclusive-design/>, Londres, 2009, [Consulted: March 2009].
- 6 / UNE 170001-1:2007
- 7 / Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011 DPI2008-03981/DPI Spanish Ministry of Science and Innovation "ESTUDIO Y DISEÑO DE ELEMENTOS DE ORIENTACION, SOPORTES DE COMUNICACION Y OTROS ACCESORIOS PARA LA MEJORA DE LA ACCESIBILIDAD EN DISTINTOS AMBITOS DE LA INTERPRETACION DEL PATRIMONIO NATURAL Y/O CONSTRUIDO".
- 8 / LYNCH, K., *The Image of the City*, The MIT Press, Cambridge, 1960.
- 9 / PASSINI, R., *Wayfinding in Architecture*. Van Nostrand Reinhold, New York, 1984.
- 10 / ARTHUR, P., and PASSINI, R., *Wayfinding: People, Signs, and Architecture*, McGraw-Hill Book Companies, New York, 1992.
- 11 / MÜHLHAUSEN, J., "Wayfinding is not signage-but there's more" [on line], 2002, url: <http://www.signweb.com/index.php/channel/6/id/1433> [Consulta: diciembre 2008].
- 12 / OTXOTORENA, J. M., "Dibujo y proyecto en el panorama de la arquitectura contemporánea: Impacto e influjo de los nuevos procedimientos gráficos", in *EGA*, no. 12, 2001, p. 66.
- 13 / PADRÓ, J., "Territorio y gestión creativa del patrimonio cultural y natural", in *Ábaco*, no. 34, 2002, pp. 55-60.
- 14 / BAUDRILLARD, J., "La precesión de los simulacros", in *Cultura y simulacro*, Kairós, Barcelona, 2005, pp.7-80
- 15 / GATATZES, A., CHRISTOPOULOS, D. and ROUSSOU, M., "Reviving the past: Cultural Heritage meets Virtual Reality", en Proc. ACM Inc., 2002.
- Mc COMAS, J. PIVIK, J. and LAFHAMME, M., "Current uses of virtual reality for children with disabilities", in RIVA, G., WIEDERHOLD, B. y MOLINARI, E. (eds), *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*, los Press, Amsterdam, 1998.
- 16 / PAPE, D., ANSTEY, J., CARTER, B., LEIGH, J., ROUSSOU, M. and PORTLOCK, T., "Virtual heritage at iGrid 2000", in Proc. INET 2001, Stockholm, 2001.
- 17 / PUYUELO, M., MERINO, L., VAL, M., FELIP, F. and GUAL, J., "Access to World Heritage Sites: Design Products that Transform Sites into Collective Spaces for Enjoyment and Interactive Learning", in *Design Principles & Practices: an International journal*, Common Ground Publishing, Illinois, USA, Vol. 4, 2010, pp 407-433.
- 18 / MILGRAM, P. and KISHINO, A. F., "Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays", in *IEICE Transactions on Information Systems*, Vol E77-D, no.12, 1994, pp. 1321-1329.
- 19 / AZUMA, R., "A Survey of Augmented Reality", in *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 6, no. 4, 1997, pp. 355-385.
- 20 / Given the extensive offer of affordable devices compatible with this technology (PC, mobile telephony terminals).
- 21 / Developed by Fundación Santa María la Real in collaboration with the lead of the Labein-Tecnalia Technological Centre at Deusto University and companies such as VirtualWare, Befesa and Miesa.
- 22 / Developed, among others by the VICOMTech association and the company Ereiten Kultur Zerbitzuak.
- 23 / This is the case of the Allard Pierson Museum in Amsterdam and Oxford University's Natural History Museum.
- 24 / Abadía de Cluny, in France.
- 25 / Promoted by the association Grupo Desarrollo Rural del Altiplano de Granada.
- 26 / PALACIOS, A. and ROMAÑACH, J., "El modelo de la diversidad: una nueva visión de la bioética desde la perspectiva de las personas con diversidad funcional (discapacidad)" in *Intersticios: Revista Sociológica de Pensamiento Crítico*, Vol. 2, no. 2, 2008, pp. 37-47.
- 27 / BOE, "Ley 51/2003 de 2 de Diciembre, de Igualdad de Oportunidades, no Discriminación y Accesibilidad Universal de las

plementación de tecnologías gráficas de última generación en distintos ámbitos del conocimiento y en particular, del patrimonio.

El empleo de los sistemas QR, AR y entornos CAVE permiten interpretaciones, estímulos y modelos explicativos más ajustados que otras al discurso de las disciplinas a las que hacen referencia. En el ámbito de la accesibilidad tanto *in situ* como a través de experiencias virtuales, adquieren un interés compensatorio indiscutible, y como se ha venido observando, presentan múltiples recursos a todas luces insustituibles en determinadas situaciones de discapacidad, para llegar al conocimiento y disfrute de estos lugares de interés para la colectividad.

De todo lo expuesto se desprenden las siguientes cuestiones:

- Uno de los factores clave para el desarrollo de la accesibilidad y la usabilidad de los entornos patrimoniales es el análisis constante y la incorporación de tecnologías en nuevos soportes y productos. La velocidad de los cambios que ofrece la tecnología es frenética, mientras el cuidado y la intervención en los bienes patrimoniales siguen un proceso más lento.
- Destaca la receptividad con que el público asume las innovaciones que se le ofrecen en el ámbito de la visualización y también la seducción que ejercen las adaptaciones técnicas para todos los colectivos.
- Es interesante trasladar soluciones y conceptos del museo actual en cuanto a experiencias en aplicaciones de las nuevas tecnologías, al uso y la accesibilidad al patrimonio.
- La integración de productos y tecnologías en este campo presenta un doble interés: por una parte se estimula la participación y el conocimiento activo. Por otra, estas aplicaciones resultan motivadoras de la experien-

cia que presentan, divierten, atraen y suponen un reto en acciones como aprender y manejar, sobre las que se desarrolla una construcción activa del conocimiento del patrimonio.

Para finalizar si centramos la cuestión en productos, entornos patrimoniales y personas con dificultad de acceso, manipulación y comunicación, se observan distintos itinerarios de investigación emergentes que precisan un trato específico y eminentemente multidisciplinar. En cualquiera de los casos, existe una población de usuarios—según el Foro de la Vida Independiente, personas con Diversidad Funcional 26— que constituyen el colectivo que precisa de garantías suplementarias para vivir y participar "*en igualdad de condiciones que el resto de ciudadanos en la vida económica, social y cultural del país*" 27.

Esa es la razón por la que la variada idiosincrasia de enclaves patrimoniales y tecnologías gráficas disponibles, requiere proyectos interdisciplinares para su sostenibilidad, que exigen el uso de múltiples recursos intelectuales, emocionales, físicos y tecnológicos que si son aplicados, aprendidos y desarrollados en el proceso de participación activa en el patrimonio, constituyen un beneficio para la sociedad. ■

NOTAS

- 1 / Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011 DPI2008-03981/DPI.
- 2 / ALONSO LÓPEZ, F., "La accesibilidad universal y el diseño para todos: los ejes determinantes de las políticas de igualdad de oportunidades III", en DE LORENZO, R. y CAYO PÉREZ BUENO, L., *Tratado sobre Discapacidad*, Aranzadi, Navarra, 2007, pp. 5-6.
- 3 / CORREA, G.; IBÁÑEZ, J. M.; ETXEBERRIA, A., "Museos, tecnología e innovación educativa: aprendizaje de patrimonio y arqueología en territorio Menosca Reice", en *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, Vol. 3, nº 1, 2005, pp. 883.
- 4 / SCRIBNER, S., "Thinking in action: Some characteristics of practical thought", en Sternberg, J. y Wagner, R. K., *Practical intelligence: Nature and origins of competence in the everyday World*, Cambridge University Press, Cambridge, 1986, pp. 13-30.
- 5 / Design Council, "An Introduction to inclusive design" [en línea], url: <http://www.designcouncil.org.uk/en/About-Design/Design-Techniques/Inclusive-design/>, Londres, 2009, [Consulta: marzo 2009].



6 / UNE 170001-1:2007

7 / Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011 DPI2008-03981/DPI Ministerio de Ciencia e Innovación "ESTUDIO Y DISEÑO DE ELEMENTOS DE ORIENTACION, SOPORTES DE COMUNICACION Y OTROS ACCESORIOS PARA LA MEJORA DE LA ACCESIBILIDAD EN DISTINTOS AMBITOS DE LA INTERPRETACION DEL PATRIMONIO NATURAL Y/O CONSTRUIDO".

8 / LYNCH, K., *The Image of the City*, The MIT Press, Cambridge, 1960.

9 / PASSINI, R., *Wayfinding in Architecture*. Van Nostrand Reinhold, New York, 1984.

10 / ARTHUR, P., y PASSINI, R., *Wayfinding: People, Signs, and Architecture*, McGraw-Hill Book Companies, New York, 1992.

11 / MÜHLHAUSEN, J., "Wayfinding is not signage-but there's more" [en línea], 2002, url:

<http://www.signweb.com/index.php/channel/6/id/1433> [Consulta: diciembre 2008].

12 / OTXOTORENA, J. M., "Dibujo y proyecto en el panorama de la arquitectura contemporánea: Impacto e influjo de los nuevos procedimientos gráficos", en *EGA*, nº 12, 2001, p. 66.

13 / PADRÓ, J., "Territorio y gestión creativa del patrimonio cultural y natural", en *Ábaco*, nº 34, 2002, pp. 55-60.

14 / BAUDRILLARD, J., "La precesión de los simulacros", en *Cultura y simulacro*, Kairós, Barcelona, 2005, pp.7-80

15 / GATATZES, A., CHRISTOPOULOS, D. y ROUSSOU, M., "Reviving the past: Cultural Heritage meets Virtual Reality", en *Proc. ACM Inc.*, 2002.

Mc COMAS, J. PIVIK, J. y LAFLAMME, M., "Current uses of virtual reality for children with disabilities", en RIVA, G., WIEDERHOLD, B. y MOLINARI, E. (eds), *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*, los Press, Amsterdam, 1998.

16 / PAPE, D., ANSTEY, J., CARTER, B., LEIGH, J., ROUSSOU, M. y PORTLOCK, T., "Virtual heritage at iGrid 2000", en *Proc. INET 2001*, Stockolm, 2001.

17 / PUYUELO, M., MERINO, L., VAL, M., FELIP, F. y GUAL, J., "Access to World Heritage Sites: Design Products that Transform Sites into Collective Spaces for Enjoyment and Interactive Learning", en *Design Principles & Practices: an International journal*, Common Ground Publishing, Illinois, USA, Vol. 4, 2010, pp 407-433.

18 / MILGRAM, P. y KISHINO, A. F., "Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays", en *IEICE Transactions on Information Systems*, Vol E77-D, nº12, 1994, pp. 1321-1329.

19 / AZUMA, R., "A Survey of Augmented Reality", en *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 6, nº 4, 1997, pp. 355-385.

20 / Dada la extensa oferta de dispositivos asequibles y compatibles con esta tecnología (PC, terminales de telefonía móvil) poder acceder a estos recursos resulta hoy en día muy sencillo para cualquier persona.

21 / Desarrollada por la Fundación Santa María la Real en colaboración con responsables del Centro Tecnológico Labein-Tecnalia, de la Universidad de Deusto y de empresas como VirtualWare, Befesa o Miesa.

22 / Desarrollado entre otros por la asociación VICOMTech y la empresa Ereiten Kultur Zerbitzuak.

23 / Tal es el caso del Allard Pierson Museum de Amsterdam y el Oxford University Natural History Museum.

24 / Abadía de Cluny, en Francia.

25 / Promovido por la Asociación Grupo Desarrollo Rural del Altiplano de Granada.

26 / PALACIOS, A. y ROMANACH, J., "El modelo de la diversidad: una nueva visión de la bioética desde la perspectiva de las personas con diversidad funcional (discapacidad)" en *Intersticios: Revista Sociológica de Pensamiento Crítico*, Vol. 2, nº 2, 2008, pp. 37-47.

27 / BOE, "Ley 51/2003 de 2 de Diciembre, de Igualdad de Oportunidades, no Discriminación y Accesibilidad Universal de las Personas con Discapacidad", Boletín Oficial del Estado, Madrid.

Referencias

- ALONSO LÓPEZ, F., "La accesibilidad universal y el diseño para todos: los ejes determinantes de las políticas de igualdad de oportunidades III", en DE LORENZO, R. y CAYO PÉREZ BUENO, L., *Tratado sobre Discapacidad*, Aranzadi, Navarra, 2007, pp. 5-6.
- ARTHUR, P., y PASSINI, R., *Wayfinding: People, Signs, and Architecture*, McGraw-Hill Book Companies, New York, 1992.
- AZUMA, R., "A Survey of Augmented Reality", en *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 6, nº 4, 1997, pp. 355-385.
- BAUDRILLARD, J., "La precesión de los simulacros", en *Cultura y simulacro*, Kairós, Barcelona, 2005, pp. 7-80
- BOE, "Ley 51/2003 de 2 de Diciembre, de Igualdad de Oportunidades, no Discriminación y Accesibilidad Universal de las Personas con Discapacidad", Boletín Oficial del Estado, Madrid.
- Design Council, "AnIntroductionto inclusive design" [en línea], url:<http://www.designcouncil.org.uk/en/About-Design/Design-Techniques/Inclusive-design/>, Londres, 2009, [Consulta: marzo 2009].
- GATATZES, A., CHRISTOPOULOS, D. y ROUSSOU, M., "Reviving the past: Cultural Heritage meets Virtual Reality", en *Proc. ACM Inc.*, 2002.
- LYNCH, K., *The Image of the City*, The MIT Press, Cambridge, 1960.
- Mc COMAS, J. PIVIK, J. y LAFLAMME, M., "Current uses of virtual reality for children with disabilities", en RIVA, G., WIEDERHOLD, B. y MOLINARI, E. (eds), *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*, los Press, Amsterdam, 1998.
- MILGRAM, P. y KISHINO, A. F., "Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays", en *IEICE Transactions on Information Systems*, Vol E77-D, nº12, 1994, pp. 1321-1329.
- MÜHLHAUSEN, J., "Wayfinding is not signage-but there's more" [en línea], 2002, url: <http://www.signweb.com/index.php/channel/6/id/1433> [Consulta: diciembre 2008].
- OTXOTORENA, J. M., "Dibujo y proyecto en el panorama de la arquitectura contemporánea: Impacto e influjo de los nuevos procedimientos gráficos", en *EGA*, nº 12, 2001 p. 66.
- PADRÓ, J., "Territorio y gestión creativa del patrimonio cultural y natural", en *Ábaco*, nº34, 2002, pp. 55-60.
- PALACIOS, A. y ROMANACH, J., "El modelo de la diversidad: una nueva visión de la bioética desde la perspectiva de las personas con diversidad funcional (discapacidad)" en *Intersticios: Revista Sociológica de Pensamiento Crítico*, Vol. 2, nº 2, 2008, pp. 37-47.
- PAPE, D., ANSTEY, J., CARTER, B., LEIGH, J., ROUSSOU, M. y PORTLOCK, T., "Virtual heritage at iGrid 2000", en *Proc. INET 2001*, Stockolm, 2001.
- PASSINI, R., *Wayfinding in Architecture*. Van Nostrand Reinhold, New York, 1984.
- PUYUELO, M. MERINO, D., VAL, M., FELIP, F. y GUAL, J., "Access to World Heritage Sites: Design Products that Transform Sites into Collective Spaces for Enjoyment and Interactive Learning" en *Design Principles & Practices: an International journal* by Common Ground Publishing, Illinois, USA Vol. 4, 2010, pp 407-433.
- SCRIBNER, S., "Thinking in action: Some characteristics of practical thought", en Sternberg, J. y Wagner, R. K., *Practical inteligency: Nature and origins of competence in the every day World*, Cambridge University Press, Cambridge, 1986, pp. 13-30.

Personas con Discapacidad", Spanish Official Gazette – Law 51/2003 of 2 December on Equal Opportunities, Non Discrimination and Universal Access for Persons with Disabilities), Madrid.

References

- ALONSO LÓPEZ, F., "La accesibilidad universal y el diseño para todos: los ejes determinantes de las políticas de igualdad de oportunidades III", en DE LORENZO, R. y CAYO PÉREZ BUENO, L., *Tratado sobre Discapacidad*, Aranzadi, Navarra, 2007, pp. 5-6.
- ARTHUR, P., y PASSINI, R., *Wayfinding: People, Signs, and Architecture*, McGraw-Hill Book Companies, New York, 1992.
- AZUMA, R., "A Survey of Augmented Reality", en *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 6, nº 4, 1997, pp. 355-385.
- BAUDRILLARD, J., "La precesión de los simulacros", en *Cultura y simulacro*, Kairós, Barcelona, 2005, pp. 7-80
- BOE, "Ley 51/2003 de 2 de Diciembre, de Igualdad de Oportunidades, no Discriminación y Accesibilidad Universal de las Personas con Discapacidad", Boletín Oficial del Estado, Madrid.
- Design Council, "AnIntroductionto inclusive design" [en línea], url:<http://www.designcouncil.org.uk/en/About-Design/Design-Techniques/Inclusive-design/>, Londres, 2009, [Consulta: marzo 2009].
- GATATZES, A., CHRISTOPOULOS, D. y ROUSSOU, M., "Reviving the past: Cultural Heritage meets Virtual Reality", en *Proc. ACM Inc.*, 2002.
- LYNCH, K., *The Image of the City*, The MIT Press, Cambridge, 1960.
- Mc COMAS, J. PIVIK, J. y LAFLAMME, M., "Current uses of virtual reality for children with disabilities", en RIVA, G., WIEDERHOLD, B. y MOLINARI, E. (eds), *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*, los Press, Amsterdam, 1998.
- MILGRAM, P. y KISHINO, A. F., "Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays", en *IEICE Transactions on Information Systems*, Vol E77-D, nº12, 1994, pp. 1321-1329.
- MÜHLHAUSEN, J., "Wayfinding is not signage-but there's more" [en línea], 2002, url: <http://www.signweb.com/index.php/channel/6/id/1433> [Consulta: diciembre 2008].
- OTXOTORENA, J. M., "Dibujo y proyecto en el panorama de la arquitectura contemporánea: Impacto e influjo de los nuevos procedimientos gráficos", en *EGA*, nº 12, 2001 p. 66.
- PADRÓ, J., "Territorio y gestión creativa del patrimonio cultural y natural", en *Ábaco*, nº34, 2002, pp. 55-60.
- PALACIOS, A. y ROMANACH, J., "El modelo de la diversidad: una nueva visión de la bioética desde la perspectiva de las personas con diversidad funcional (discapacidad)" en *Intersticios: Revista Sociológica de Pensamiento Crítico*, Vol. 2, nº 2, 2008, pp. 37-47.
- PAPE, D., ANSTEY, J., CARTER, B., LEIGH, J., ROUSSOU, M. y PORTLOCK, T., "Virtual heritage at iGrid 2000", en *Proc. INET 2001*, Stockolm, 2001.
- PASSINI, R., *Wayfinding in Architecture*. Van Nostrand Reinhold, New York, 1984.
- PUYUELO, M. MERINO, D., VAL, M., FELIP, F. y GUAL, J., "Access to World Heritage Sites: Design Products that Transform Sites into Collective Spaces for Enjoyment and Interactive Learning" en *Design Principles & Practices: an International journal* by Common Ground Publishing, Illinois, USA Vol. 4, 2010, pp 407-433.
- SCRIBNER, S., "Thinking in action: Some characteristics of practical thought", en Sternberg, J. y Wagner, R. K., *Practical inteligency: Nature and origins of competence in the every day World*, Cambridge University Press, Cambridge, 1986, pp. 13-30.