

### Antecedentes

En los últimos años, los gráficos por computador se han constituido como una de las técnicas más efectivas para mostrar el patrimonio cultural al gran público. Mediante su uso, los usuarios pueden contemplar edificios situados en lugares remotos, objetos expuestos en localizaciones lejanas o construcciones desaparecidas.

No obstante, existe una gran diferencia entre ver y visitar, entre mirar y experimentar. La Realidad Virtual ayuda a salvar esta diferencia relacionando al usuario con el espacio que visita o con el objeto que ve mediante el uso del concepto de inmersión, que proporciona al visitante una presencia virtual en esas réplicas digitales de los objetos reales.

### El Museo Vacío

Tradicionalmente, las instalaciones de Realidad Virtual consiguen que el usuario sienta un cierto grado de inmersión dentro de un espacio virtual empleando Cascos de Realidad Virtual (HMD's) o grandes sistemas de proyección como Reality Centers o CAVE's. Siendo estas instalaciones ciertamente efectivas para visualizar entornos virtuales, el movimiento físico del usuario dentro de los espacios representados es muy limitado, por lo que es habitual dotar al visitante de un mando que regula la velocidad y dirección de desplazamiento de la cámara virtual que marca su punto de vista en el escenario virtual.

Ello supone que el usuario tiene que estar físicamente estático mientras su movimiento se imita a través del uso de periféricos que controlan el paseo virtual, lo que resta naturalidad y credibilidad a la experiencia.

La sensación de inmersión puede ser reforzada si se permite que el usuario pueda *caminar físicamente* a través del símil digital llevando un equipo portátil de Realidad Virtual mientras su posición y dirección de visión es controlada mediante sensores externos. Existen varios ejemplos de sistemas que permiten el movimiento físico en un entorno 3D. Algunos como MARS [1], o Archeoguide [2] hacen un seguimiento del usuario mediante GPS, de baja precisión para exteriores. En otros sistemas como VENLab2 [3] el usuario camina por una sala conectado por un cable al sistema central.

El Museo Vacío desarrollado por el equipo de autores de este artículo, es otro de estos sistemas, que en este caso aúna las ventajas de la autonomía del equipo portátil con la precisión del seguimiento en interior mediante sensores de seguimiento inalámbricos.[4] El sistema permite mostrar contenidos tridimensionales y multimedia de forma interactiva con a un

## El Museo Vacío. Uso de una Instalación Transitable de Realidad Virtual para la Experimentación Espacial de una Unidad Habitacional en un Asentamiento Prerromano.

Luis A. Hernández, Juan D. Blanco, José A. Iglesias, Javier Taibo, Antonio Seoane, Alberto Jaspe, Rocío López.  
Videalab. Universidad de A Coruña. España

### Email:

lhernandez@udc.es; dmiguez@udc.es;  
jalley@videalab.udc.es; jtaibo@udc.es;  
ynot@videalab.udc.es; jaspe@videalab.udc.es;  
mihura@udc.es - <http://videalab.udc.es>

This paper describes the use of a existing Virtual Reality installation developed by the authors named the Empty Museum that allows the users to walk physically into a virtual space. It is used in this case to explore a bronze age housing unit actually being excavated in the settlement of San Cibrán de Las (Spain). The project involved a recreation of the architecture, domestic objects and characters related to the ancient Castro culture following an archaeological and historical point of view. The visitor explores the place by walking inside the kitchen of the house, examining several points of interest while triggering explanatory speeches related to what is displayed. The user can also watch the living in the settlement looking through the openings of the virtual building and interact with the virtual inhabitants of the house as he or she physically walks around them.



máximo de cuatro usuarios simultáneos que se ven reflejados en el mundo virtual mediante avatares [5].

En este sistema de realidad virtual inmersivo y transitable, las características espaciales de los entornos virtuales se perciben con gran fuerza debido a la sensación de paralaje, la percepción de las distancias respecto a la escala humana del desplazamiento, y el uso de sonido espacializado. La sensación de inmersión se intensifica por la coherencia entre lo que el usuario ve y su percepción cinestésica de movimientos, giros de cabeza, desplazamiento, cambio de velocidad, orientación, etc.

El usuario del Museo Vacío experimenta el espacio en una doble manera. Por un lado, siente que el espacio es aquél que conoce y que sabe que le rodea en ese instante, un área real en la que es consciente de estar. Por otro lado, el usuario está viendo objetos virtuales a su alrededor a través de su casco de realidad virtual y en cuanto comienza a caminar, nota como su desplazamiento en el espacio real se manifiesta de manera perfectamente coherente en el espacio virtual, aproximándose a los objetos, rodeándolos, visionando proyecciones que flotan en el aire aquí y allá o escuchando sonidos que emanan de diferentes puntos hasta llegar a un momento en que asocia su desplazamiento pura y exclusivamente a un movimiento en el espacio virtual.

De esta manera, el espacio virtual (no los objetos insertos en él) es tan genuino como el espacio real, dado que posee sus mismas propiedades, compartiendo ambos unas mismas dimensiones en torno al usuario. Hablamos entonces de un espacio híbrido, que contiene y comparte el espacio real y el virtual [6] y que se convierte en parte del interfaz al alojar ciertas zonas que activan eventos ante la presencia del usuario o al cruzarse en su dirección de visión.

#### Objetivos

En el presente trabajo se buscó llevar a cabo una reconstrucción virtual fidedigna y rigurosa desde un punto de vista arqueológico de una unidad habitacional de las que componen el asentamiento prerromano de San Cibrán de Las (Orense), para ser mostrado en el Museo Vacío de cara a la experimentación de la misma por usuarios genéricos y especialistas, utilizando así el modelo virtual como herramienta para la difusión y el estudio de la vida doméstica en la Cultura Castreña. Para ello, se representarían no solo la arquitectura, sino también elementos

de cultura material y personajes humanos poblando las estancias.

La Cultura Castreña se desarrolló en el Noroeste de España desde el siglo VI antes de Cristo hasta mediados del siglo I d. C. Podría definirse como un conjunto de conocimientos materiales, ideológicos y de comportamientos que caracterizan a la sociedad humana que habita en los Castros, como se denomina a los poblados fortificados que en los que se dio y de los que recibe su nombre. Como expresión de la misma, se tiene, además los restos arquitectónicos, elementos de su cultura material necesarios para comprender mejor estos pobladores tales como orfebrería, esculturas, cerámicas y enseres domésticos.



*Figura 1. - Interpretación de la sensación producida en la visita virtual de la vivienda castreña. A la derecha. Instalación de un Museo Vacío en la exposición permanente Galicia Dixital en Santiago de Compostela (el área de RV corresponde con la sala negra al fondo de la fotografía tras la zona de espera)*

#### Metodología

El trabajo se ha desarrollado en tres fases diferentes pero relacionadas entre sí. La construcción virtual del escenario, la creación de unos personajes que apoyen narrativamente la experiencia y la preparación de la exploración interactiva en el entorno tecnológico del Museo Vacío.

### El Escenario

La representación 3D, como se ha mencionado, busca ser exacta y científicamente rigurosa.

Por ello, el modelo desarrollado no es una interpretación libre de los autores sino una reconstrucción virtual de una casa patio excavada en el Casto de San Cibrán de Las, utilizando para ello todos los datos arqueológicos, históricos y etnográficos disponibles, mano a mano con los arqueólogos a cargo de la excavación del citado yacimiento.

Durante el trabajo se ha considerado como escenario tanto la estructura arquitectónica de la unidad habitacional, como la cultura material presente dentro de dicha estructura. A modo de descripción, la casa patio del modelo 3D, consta de una unidad ocupacional principal que es la cocina, modelada tanto en su interior como su exterior, y otras unidades ocupacionales de las que sólo se ha modelado su parte externa como son el alpendre (almacén), dormitorios y cuadras. Como complemento, muros y muretes que delimitan la unidad habitacional general.

La cocina, se eligió como eje central de la reconstrucción por su importancia arqueológica, pues en ella se desarrollan la mayoría de las actividades sociales y en ella se han elaborado reconstrucciones 3D de diversos ejemplos de cultura material, todos en torno al hogar (el fuego, los elementos de cocinado y coción de cerámica, objetos en las estanterías, herramientas, etc.). Se busca, por tanto, no sólo reconstruir desde el punto de vista arquitectónico una estructura, sino dotarla también de funcionalidad con los elementos que deberían estar presentes en ella.

Para establecer los criterios de reconstrucción en la generación del modelo, se ha seguido una corriente arqueológica denominada Arqueotectura o Arqueología de la Arquitectura [7]. Esta disciplina se centra en el estudio de las construcciones históricas con una metodología arqueológica, aportando modelos analíticos y herramientas metodológicas que contribuyen significativamente al estudio de las diferentes dimensiones del espacio construido [8]. De este modo, se han usado algunos de estos procedimientos analíticos: análisis de visibilidad y análisis de accesos para comprender mejor los restos arqueológicos, análisis constructivo para obtener las características genéricas de la arquitectura doméstica del yacimiento, análisis formal para interpretar y comprender la funcionalidad de las estructuras, y análisis sintáctico del espacio para una aproximación al significado social subyacente[9]. El estudio también se apoyó en analogías etnográficas con

formas constructivas aún existentes en la región.

### Personajes virtuales.

La presencia de personajes humanos en la reconstrucción virtual es una herramienta comprobada para dotar de mayor viveza y sensación de presencia a la experiencia de la exploración del patrimonio histórico, siendo esta una tendencia emergente con ejemplos destacables como las reconstrucciones de Pompeya [10] o Hagia Sofía [11]. En el presente caso se han incluido personajes humanos que representan a pobladores castreños que actúan haciendo uso de los elementos de la cocina, poblando otras estancias o deambulando por el poblado. Los modelos de los mismos se elaboraron utilizando software de autor comercial (Maya) sobre el que se definieron también las animaciones. Para poder visualizarlos dentro del entorno de realidad virtual, se desarrolló un nuevo módulo de animación de personajes dentro del sistema del Museo Vacío enlazado con el módulo de interacción y el motor de render.

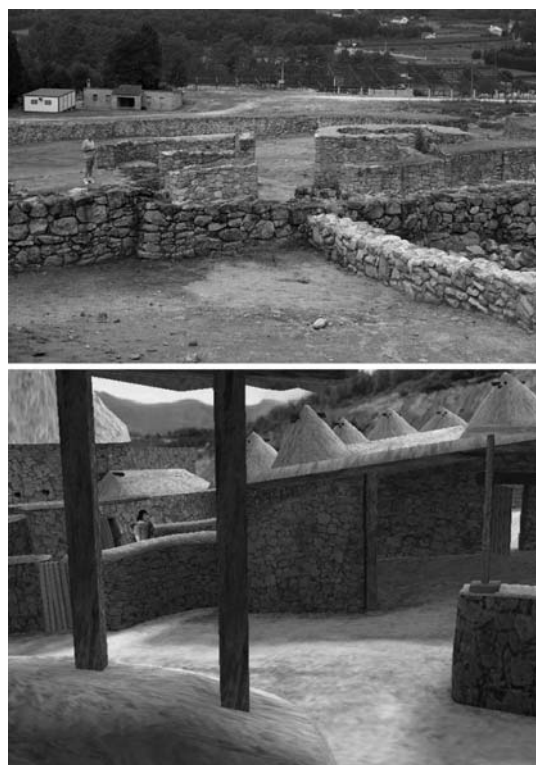


Figura 2 . Excavaciones en San Cibrán de Las y vista desde el porche de la vivienda virtual.

### La experiencia del usuario. Transitabilidad e interacción

Una vez establecidas las formas y elementos del modelo se definieron, atendiendo a las especificaciones técnicas del Museo Vacío, la interacción y la transitabilidad para establecer cómo introducir al usuario en la reconstrucción,



que va a poder experimentar, que capacidad de interacción va a tener, que tipo de información se le va a presentar a lo largo de la experiencia y cómo va a serle mostrada.

En este caso, se partía de un problema de espacio. La instalación del Museo Vacío con la que se ha trabajado cubre un área de 7x5 metros, mientras que la reconstrucción de la unidad habitacional implica más de 20x15 metros.

Para solucionar este problema se dividió la reconstrucción en tres niveles. Estos tres niveles vienen definidos por la capacidad del usuario de recorrer ese nivel o no, por la cantidad y detalle de la geometría y texturas, y la posibilidad de interacción o no del usuario con ese entorno.

El primer y principal nivel, tanto por su calidad en la reconstrucción 3D (mayor número de polígonos y más calidad en las texturas) como por ser el espacio transitable e interactivo, es la cocina, con una reconstrucción del interior al detalle, y un exterior que incluye el cangrejo, especie de porche que cerca la puerta de entrada. Es en este primer nivel donde el usuario comienza la experiencia, puede pasearse libremente y tiene la capacidad de interacción con el entorno y con los personajes virtuales que en él se disponen.

El segundo nivel, con una complejidad de modelo y texturas similar al primero, pero sin la posibilidad del usuario de pasearse por ella, y por lo tanto, sin interacción, es el resto de la unidad habitacional. Se mantiene el nivel de detalle, pues está cerca del usuario, pero no la capacidad de moverse por ella, porque se encuentra fuera de las medidas del sistema.

El tercer nivel es, lo que, según los análisis, debería verse del resto del castro desde la posición donde el usuario se encuentra. Son las murallas, viviendas, puerta de entrada al segundo recinto, etc., con un nivel de detalle menor y sin capacidad de transitar por esta zona. Funciona a modo de fondo para situar la zona transitable dentro de un contexto adecuado.

El diseño de la aplicación no solo requiere definir qué se representa y cómo, sino también establecer qué sucede en dichas zonas, qué acciones puede realizar el usuario y cómo puede hacerlo obteniendo una experiencia a la vez divertida y educativa. Para ello, dentro de la zona transitable, se establecieron dos tipos de interacción. Por un lado se crean tres zonas sensibles explicativas que contienen locuciones grabadas y que son activadas por el usuario al acercarse a ellas. Dichas zonas son: La entrada

de la cocina, que activa la explicación sobre la utilización de la piedra en la construcción de los castros; el hogar, donde se habla sobre la importancia y utilización del fuego en esta cultura; y la zona de las cerámicas, con una locución sobre cómo se fabricaba y para que servían este tipo de utensilios.

El otro tipo de interacción es el que se produce al acercarse o mirar a los personajes virtuales ubicados en la reconstrucción. Cuando esto se produce, se activan diferentes animaciones relacionadas con el entorno como por ejemplo, aquella en que el personaje que se encuentra dentro de la cocina, ante el hogar, al ser observado de cerca traslada las brasas del fuego del hogar al brasero.

### Conclusiones

Las nuevas tecnologías de realidad virtual aplicadas al Patrimonio Histórico, especialmente los entornos inmersivos transitables permiten nuevas e interesantes formas de estudio e interpretación, mostrando contenidos diferentes a los tradicionales en forma y modo de uso.

Sistemas como el Museo Vacío no sólo constituyen una herramienta potente para el estudio integral de la arquitectura, en este caso, protohistórica, profundizando en aspectos tales como las soluciones espaciales empleadas, las técnicas constructivas, etc., sino también permitiendo sentir el espacio, caminando por él, y relacionándose, de forma aún limitada aunque prometedora, con la cultura y los personajes de la época.

### Bibliografía

- [1] Höllerer, T. et Al., Exploring MARS: Developing Indoor and Outdoor User Interfaces to a Mobile Augmented Reality System, In: Computers and Graphics, 23(6), Elsevier Publishers, 1999
- [2] Didier, S., et Al., Design and Development Issues for ARCHEOGUIDE: An Augmented Reality based Cultural Heritage On-Site Guide. Int. Conf. on Augmented, Virtual Environments and 3D Imaging, 2001.
- [3] [http://www.cog.brown.edu/Research/ven\\_lab/](http://www.cog.brown.edu/Research/ven_lab/)
- [4] L.A. Hernández, J. Taibo, A. Seoane, "Empty Museum: An Immersive Walkable VR Framework for Multiuser Interaction and Telepresence", ACM International Workshop on Immersive Telepresence, St Juan Les Pines 2002

- [5] L. Hernández, J. Taibo, A. Seoane, R. López, R. López, "The Empty Museum. Multi-user interaction in an immersive and physically walkable VR space", IEEE. International Conference on Cyberworlds. Cyberworlds2003. Singapore.
- [6] Empty Museum. An Inquiry on Autonomous VR Systems and Hybrid Spaces Hernández, L.; Taibo, J.; Seoane, A.. 1st Ibero-American Symposium in Computer Graphics. SIACG'02 Guimaraes
- [7] Ayán, X. Arquitectura como tecnología de construcción de la realidad social. Arqueología de la Arquitectura 2: Universidad del País Vasco, Vitoria, 2003
- [8] Azkarate Garai-Olaun, A. Intereses cognoscitivos y praxis social en Arqueología de la Arquitectura. Experiencias desde la Universidad del País Vasco. Arqueología de la Arquitectura, 1: Vitoria, 2002
- [9] Caballero, L. Escribano, C. Arqueología de la Arquitectura. El método arqueológico aplicado al proceso de estudio y de intervención en edificios históricos. Valladolid: Junta de Castilla y León. 1996
- [10] G. Papagiannakis, et Al. LIFEPLUS:Revival of life in ancient Pompeii. Virtual Systems and Multimedia,VSMM2002-invited paper. October 2002.
- [11] A. Foni, et Al. Virtual Hagia Sophia: Restitution, Visualization and Virtual Life Simulation. UNESCO World Heritage Congress Proceedings. October 2002.

**Keywords:**

*Virtual Reality, Virtual Historical Heritage,  
Virtual Humans, Castro Culture.*