

Debate e investigación

Potencial de la Realidad Virtual en el ámbito del Patrimonio

Diego Gutiérrez¹ > Luis A. Hernández²

Resumen

Este artículo pretende ofrecer una visión amplia del potencial de la Realidad Virtual en el ámbito del Patrimonio, un campo en auge en los últimos años. De hecho, la Comunidad Europea está invirtiendo ya grandes cantidades de dinero en proyectos multidisciplinarios llevados a cabo por universidades, centros de investigación y empresas privadas de varios países, con el objetivo de utilizar la Realidad Virtual para preservar y difundir el Patrimonio Europeo.

Primero describiremos de manera general qué entendemos realmente por Patrimonio. A continuación pasaremos a describir qué es la Realidad Virtual para, una vez asentados estos conceptos, poder discutir las posibilidades que ofrecen. Posteriormente presentaremos, a modo de ejemplo, algunos casos particulares de proyectos concretos donde se han aplicado estas tecnologías de Realidad Virtual en el área del Patrimonio, para concluir con una pequeña reflexión sobre los peligros de esta tecnología y unas conclusiones finales.

Palabras clave

Realidad virtual
Patrimonio cultural
Europa
Tecnologías de la información y la comunicación

Introducción

La Realidad Virtual es una de las tecnologías con mayor potencial en casi cualquier área de aplicación que uno pueda imaginar: medicina, visualización científica de grandes volúmenes de datos, arquitectura... y por supuesto en el área del Patrimonio.

Dentro de este ámbito, la Realidad Virtual nos permite adentrarnos en mundos pasados, presentes o incluso futuros; podemos caminar por el interior de edificios que dejaron de existir hace siglos, interactuar con objetos de maneras imposibles en el mundo real, o estudiar objetos demasiado frágiles o de difícil acceso, ayudando de paso a su conservación. Podemos ensayar técnicas de restauración sobre modelos sintéticos, o explorar diferentes teorías sobre su construcción, todo ello asegurándonos de no dañar el original... Las posibilidades son infinitas.

Qué es Patrimonio

En 1972, la Conferencia General de UNESCO llegó a un acuerdo internacional, firmado hasta el momento (1 de agosto de 2003) por ciento setenta y seis Estados, desde Uganda a Japón. La misión principal de este tratado es la de preservar y proteger el Patrimonio Mundial, mediante la creación de una lista de lugares cuyos valores deben conservarse para toda la humanidad, asegurando además su protección mediante una cercana cooperación entre las naciones. Actualmente, la lista incluye más de seiscientas entradas, añadiéndose más y más cada año a la vez que más Estados se incorporan a la firma del acuerdo de 1972. Para ser incluido en la lista, el lugar debe satisfacer una serie de requisitos, bien culturales (como representar una obra maestra del genio creativo humano) o bien naturales (por ejemplo ser zonas de una belleza excepcional o importantes estéticamente). La serie completa de criterios y requisitos puede ser consultada en UNESCO (2003)¹.

Pero no sólo han de ser protegidos los lugares que pertenezcan a esa lista. El Patrimonio, tal y como lo define la propia UNESCO, es "el legado del pasado, con lo que vivimos ahora, y que será recibido por generaciones futuras". Incluye restos arqueológicos, edificios, música, ropa, bibliotecas o pueblos enteros. Todos los países poseen lugares de interés nacional, que representan valores nacionales importantes y que deben ser también identificados y protegidos, con independencia de si están o no en la lista de Patrimonio Mundial.

Es evidente que el verdadero potencial del Patrimonio está en su capacidad de ser estudiado, visitado o disfrutado, lo que en la mayoría de las ocasiones conlleva un desgaste y un envejecimiento prematuro del sitio en cuestión. Muchas veces, los intentos de los gobiernos y científicos para preservarlo alteran físicamente aquello que se quiere preservar, pero por otra parte dejar que el paso del tiempo haga su labor de desgaste tampoco es

¹ Diego Gutiérrez . Grupo de Informática Gráfica Avanzada.Universidad de Zaragoza

¹¹ Luis A. Hernández. Grupo de Visualización Avanzada en Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Universidad de A Coruña

¹ Asimismo, puede consultar los criterios UNESCO para la declaración de Patrimonio de la Humanidad en el n° 45 de la revista PH, sección Noticias y Comentarios, p. 6.

una opción válida. Y una vez que un trozo del Patrimonio se pierde, se pierde para siempre. Por ejemplo, hace algunos años el gobierno británico tuvo que cerrar al público el acceso a Stonehenge debido a que al ácido en los dedos de los visitantes estaba destruyendo el musgo de las rocas, que aparte de su valor estético también las protege de la intemperie.

Como vamos a ver, la Realidad Virtual nos ofrece, por un lado, una herramienta para analizar o visitar estos sitios reduciendo el impacto físico sobre ellos. Nos permite conservar en el mundo digital objetos y lugares, evitando que se conviertan en sólo un recuerdo, y permitiendo su disfrute a generaciones futuras. Por otro lado, la Realidad Virtual es también una herramienta de documentación, ofreciendo formas nuevas de presentar información que de otra manera podría pasar desapercibida, como las dimensiones de un objeto concreto o el trazado original de la planta de un edificio.

Realidad Virtual

La simulación es un proceso que nos permite estudiar un sistema físico sustituyéndolo por otro más fácilmente observable o medible. Mediante la simulación pueden abarcarse muchos intereses diferentes: un astronauta puede aprender a pilotar una lanzadera espacial, un gobierno puede prever la evolución de la población en su país, un meteorólogo puede predecir tormentas y un arqueólogo puede reconstruir una ciudad perdida a partir de sus restos. Estos enfoques requieren diferentes niveles de complejidad en la simulación: así, el astronauta necesitará sentir la dinámica del sistema para poder percibir aceleraciones, mientras que el arqueólogo puede conformarse con unos gráficos 3D que muestren su ciudad con un elevado nivel de realismo. La motivación de la simulación, por tanto, guía los requisitos de la misma.

Algunas simulaciones funcionan mejor usando técnicas de Realidad Virtual (Hollands, 1996; Burdea, 1996; Del Pino, 1995) donde los mundos creados sólo existen en la memoria de un computador, que controla las sensaciones del usuario a través de simulaciones tales como imágenes tridimensionales o sonido (Begault, 1994). El usuario a su vez interactúa con el mundo virtual con dispositivos que van desde ratones 3D a cascos o dispositivos hápticos.

Estas técnicas crean entornos (inmersivos o no) que hacen la interacción entre el hombre y la simulación lo más natural posible. Muchas veces, esta interacción implica el concepto de tiempo real, aunque como veremos esto no es necesario para que un sistema pueda ser considerado de Realidad Virtual. Pero, ¿a qué llamamos exactamente Realidad Virtual?

Definir el término Realidad Virtual no es una tarea sencilla, y de hecho varias definiciones similares coexisten en la actualidad.

Nos encontramos de entrada ante un término que carece de una definición oficial, lo que deja abierto un cierto campo a la interpretación personal. Cualquier definición puede ser debatida y discutida hasta un cierto punto. Es difícil señalar la fecha exacta del nacimiento de esta tecnología, aunque algunos se remontan hasta finales de los sesenta, con las investigaciones del Departamento de Defensa americano. El término en sí (acuñado por Jaron Lanier, 2003) consiguió una aceptación generalizada hacia 1992-1993, tras unos pocos años de coexistir y competir con el término Entornos Virtuales o incluso Realidad Artificial, como se le conocía en Japón. A partir de ahí la Realidad Virtual se utilizó para describir cualquier cosa desde imágenes fotorrealistas a Inteligencia Artificial, llegando incluso a perder su significado (algo que todavía sucede hoy en día). La ausencia de una definición exacta no ayuda, desde luego, a frenar esta tendencia...

Una buena definición de Realidad Virtual podría ser algo así como: “el uso de tecnología informática para crear la sensación de un mundo tridimensional interactivo en donde los objetos poseen la sensación de presencia espacial”. Pero incluso esta definición presenta puntos discutibles, como la ausencia de la palabra inmersión, o la presencia de la palabra interactivo. Vemos también cómo nos referimos a la sensación de un mundo tridimensional: el efecto de tener una existencia concreta pero sin tenerla. Es la relación entre el usuario y los objetos virtuales lo que consigue este efecto de existencia concreta, con lo que podemos concluir que al menos debe existir capacidad de interacción para que un sistema pueda ser considerado de Realidad Virtual (algunas fuentes sin embargo definen el término Realidad Virtual Pasiva como aquella en la que el usuario puede sentir el entorno virtual a su alrededor pero no lo controla, siendo un mero espectador, con lo que no hay interacción). Por otra parte, es importante señalar que no es necesario el concepto de realismo. Los mundos virtuales no tienen por qué asemejarse al mundo real, aunque si ésta es la intención (por ejemplo, en el caso de reconstrucciones tridimensionales de edificios ya desaparecidos por las que el usuario puede “caminar”) hay que tener mucho cuidado con qué es lo que realmente transmitimos, sin dejar que las restricciones físicas de nuestro sistema, como la velocidad de generación de imágenes, distorsionen y falseen el resultado mostrado. Discutiremos esto más adelante en la sección Peligros de la Realidad Virtual, al final del artículo.

Para aplicaciones que necesiten alcanzar niveles de realismo elevados, una prometedora línea de investigación es el campo de la Realidad Aumentada, donde se superponen objetos virtuales sobre el mundo real (Behringer, 1999). El proyecto Archeoguide hace uso de esta técnica para mostrar al público reconstrucciones de edificios de la antigua Olimpia mientras pasean por el entorno real (Archeoguide, 2003). Realidad Aumentada y Virtualidad Aumentada (superposición de imágenes reales sobre mundos virtuales) forman lo que se llama Realidad Mezclada. La realidad tal y como la conocemos y la Realidad Virtual están en los extremos opuestos, completando el Continuo de la Realidad Virtual (ver Figura 1).

052 - 053

Debate e Investigación

Potencial de la Realidad
Virtual en el ámbito del
Patrimonio

PH46 - Diciembre 2003

Lo que está claro es que la Realidad Virtual es un avance importante para ayudarnos a visualizar y controlar información compleja que, de entrada, nuestro cerebro no puede procesar. Presentando esta información en un espacio tridimensional en el que sabemos manejarnos (ya que el ser humano vive en un mundo tridimensional), y permitiéndonos interactuar con ella, logramos trasladar una experiencia abstracta (el manejo de la información) en una experiencia similar a las del mundo real, convirtiendo lo abstracto en concreto (Ellis, 1995). Para ello, debemos conseguir “engañar” nuestros sentidos, para que nuestra percepción interprete como real algo sintético, proveniente de una simulación por computador. La palabra “engañar” aparece entrecomillada ya que todavía existen discusiones acerca del término; si la Realidad Virtual provoca efectos cognitivos reales, ¿pueden considerarse entonces sólo una ilusión o un engaño?

Entornos inmersivos

Como se ha reseñado anteriormente, el término Realidad Virtual es usado en muchos sentidos y no siempre con un contenido que refleje la auténtica potencia de esta técnica. Así, es habitual ver definidas con ese calificativo muchas aplicaciones que no pasan de la simple visualización en tiempo real de un escenario tridimensional en la pantalla del ordenador, como sucede en un videojuego o en un catálogo de los usados en Internet que permiten mover o rotar un objeto en la pantalla. Si se desea hablar con propiedad, una de las características que no pueden faltar en toda aplicación sería de Realidad Virtual es la inmersividad, la sensación del usuario de estar dentro del mundo generado por el ordenador.

Técnicamente, un entorno inmersivo de realidad virtual es un sistema compuesto de hardware específico que consigue la estimu-

lación de los sentidos, principalmente de la vista mediante la proyección de imágenes, para hacer que el usuario se sienta dentro de un modelo digital, junto a un software de simulación en tiempo real que genere las imágenes que el usuario verá. El sistema monitoriza además la posición y orientación de partes del cuerpo usuario, en especial la orientación de la cabeza, de manera que aquello que el usuario ve se corresponde en todo momento con la dirección en la que mira.

El objetivo de este tipo de tecnología es intentar que el usuario se sienta ubicado en el interior del modelo. Conceptualmente esto conlleva un cambio radical respecto a los anteriores sistemas de representación en los cuales el modelo era el medio para generar una imagen, destinada a ser vista a través de la pantalla o el papel, que se constituían, siguiendo la metáfora de Booker (“los dibujos son como ventanas a través de las cuales se ven cosas”), como ventanas que separan el mundo virtual del modelo del mundo real en el que el espectador se encuentra. Un entorno inmersivo pretende por contra eliminar esta división haciendo que el espectador se convierta en parte de lo representado, que el escenario virtual sustituya al lugar en el que se encontraba hasta ahora para que el entorno virtual pase a ser percibido como realidad.

Definir el concepto de realidad es sin duda harto complicado; el diccionario lo define a partir del término real: lo que tiene existencia efectiva y verdadera. Dado que definir en qué consisten la existencia y la verdad va más allá de las pretensiones de este escrito, al efecto de poder establecer una definición de partida podría decirse que la realidad es la interpretación cognitiva de lo percibido, es decir, el entendimiento de la información que los sentidos proporcionan a la persona acerca de lo que le rodea.

Voces

Patrimonios híbridos. ¿prometedora integración?

Eduardo Sales
Piedad Garrido

U. de Zaragoza. Campus U. de Teruel
Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio

No viene mal recordar que ya en el V Programa Marco se hace una alusión a un nuevo uso de las tecnologías de la información. En él se potencian los contenidos y herramientas multimedia con el objetivo de mejorar la funcionalidad, facilidad de uso y aceptación de los futuros productos y servicios de información para hacer posible la diversidad lingüística, cultural y para contribuir a la valorización y explotación del patrimonio cultural europeo. Además, se estimula la creatividad y mejora

de los sistemas de educación y formación, sobre todo para el aprendizaje permanente.

Hoy por hoy, la integración existente entre el Patrimonio y las TIC es un hecho real. El empleo de avanzadas técnicas basadas en el uso de complejos dispositivos electrónicos o el gran potencial difusor que las redes telemáticas están asumiendo en todo el mundo demuestran el enorme beneficio existente en esta prometedora relación.

La verdad es que difundir el conocimiento del Patrimonio resulta básico para que sea considerado como algo propio, de valor insustituible, que forma parte de nuestra identidad individual y colectiva, heredada de nuestros antepasados y cuyo deterioro o pérdida supone un empobrecimiento para todos. Pero esta perspectiva no sólo debe estar basada en la puesta en valor y en la protección pasiva, sino, más bien, en un sentido más dilatado, debe verse incluida en la planificación estratégica del territorio como condición para su óptima viabilidad futura.

Así pues, para poder hacer sentir a una persona que se encuentra inmersa en una realidad diferente de su mundo físico, será necesario conseguir que sus sentidos le aporten información acerca del mundo virtual en el que se le pretende introducir. Si sólo alguno de sus sentidos es estimulado en esa dirección, se producirá el fenómeno de que el usuario recibirá información de dos entornos diferentes simultáneamente, lo que le llevará a poder discernir cuál de ellos es el entorno virtual y cuál el físico. Cuantos más sentidos se le estimulen artificialmente, mayor será la sensación de inmersión en el mundo virtual.

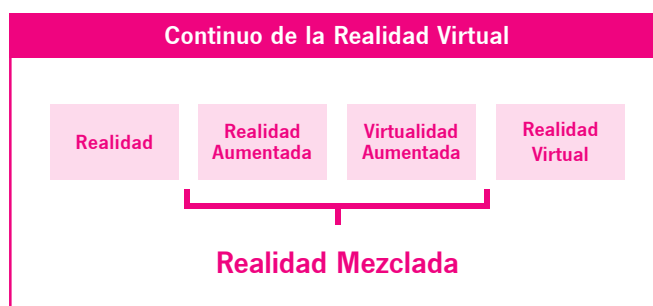
La relación completa de formas sensoriales con las que cuentan las personas varía según los autores, dado que son posibles múltiples clasificaciones de los mismos en función del ámbito en el que se estudien, (anatómico, psicológico, neurológico, etc.), de manera que algunos estímulos son agrupados como percibidos por uno u otro sentido dependiendo del contexto. Una relación posible de los mismos sería: vista, oído, olfato, gusto, tacto (incluyendo percepción de presión, temperatura y humedad), sentido vestibular (incluyendo percepción de equilibrio, movimiento y gravedad), kinestesia, o sensación de postura corporal (incluyendo percepciones muscular y articular) y cenestesia (percepción del intracuerpo: fiebre, dolor, sed, acidez, etc.).

Tradicionalmente, el sentido al que primero se dirige información para obtener una sensación inmersiva es la vista. La sensación de inmersión en el entorno virtual puede, en teoría, ser obtenida tan sólo con un monitor de ordenador y una buena dosis de concentración, como sucede por ejemplo al disfrutar de un videojuego en un espacio tridimensional. Es frecuente observar en el jugador cómo realiza movimientos involuntarios relacionados con la acción a realizar por el protagonista del juego, fruto de la sensación de estar ahí que un videojuego bien logrado llega a provocar.

El uso de las TIC para el desarrollo mediático de zonas deprimidas con gran belleza natural y paisajística es asombroso. El mero hecho de poner al alcance de todos una pequeñísima parte de la belleza del Patrimonio Cultural justifica sobradamente el esfuerzo dedicado.

El Patrimonio tiene en la elaboración de sistemas de información de servicios y recursos turísticos una solución que garantiza extraordinarios resultados sobre la gestión y usos de los bienes patrimoniales.

En el desarrollo de servicios de información en línea debemos hacer especial hincapié en conceptos tales como los SGBD (sistemas gestores de bases de datos). En la actualidad, estos sistemas se encuentran muy presentes en la mayoría de las disciplinas científicas. Aunque aparentemente se trata de meros repositorios de información, permiten preservar la información y mantenerla viva de generación en generación. Actualmente, nos movemos en un mundo relacional, pero no debemos olvidar las bases de datos orientadas a objetos (útiles para el tratamiento de la difusión cultural no textual)



1. Continuo de la Realidad Virtual

Sin embargo, cuando el entorno virtual no reúne las características necesarias para captar toda la atención que posee un apasionante videojuego, como sucede con los entornos virtuales del ámbito de la recreación del Patrimonio, la contemplación del mismo a través del monitor no da lugar a la suficiente sensación inmersiva, que es necesario reforzar con la estimulación de otros sentidos.

El sentido del oído puede ser también estimulado en esta dirección mediante la inclusión en el entorno virtual de audio espacializado, esto es, que suena diferente en función de la parte del modelo en la que el usuario se encuentre, cambiando de volumen y de equalización panorámica, es decir, variando el balance de unos sonidos u otros del canal derecho al canal izquierdo, o consiguiendo efectos más espectaculares como los que aporta la tecnología Dolby Surround.

Con toda la importancia que la visión y la audición tienen para la inmersión, sin duda los sentidos que más fuertemente trasladan al espectador la sensación de inclusión en el entorno virtual son los de la kinestesia y el vestibular. Se busca así que el es-

y las bases de datos documentales (específicas para la recuperación exhaustiva de la información).

La información debe ser tratada y clasificada en distintos niveles debido a su heterogeneidad. Cuando tenemos una mezcla de contenidos digitales incluidos los audiovisuales (como es el caso en cuestión) entran en juego conceptos tales como los TOPICS MAPS, sobretudo para desarrollos en Web, intentando dar un significado semántico y visual mucho más adecuado e interactivo. Hay que tener en cuenta que la información tratada de forma electrónica presenta una arquitectura hipertextual en contraposición a la arquitectura lineal, lo que conlleva un nuevo cambio en el prototipo de organización del conocimiento.

Ya no hablaremos de manipulación de datos, sino que trabajaremos con metadatos. Tendremos la necesidad de etiquetar, catalogar y describir información estructurada, de tal forma que permita que los objetos de información que circulan por la red se puedan almacenar, localizar, procesar e intercambiar a través de las nue-

054 - 055

**Debate
e Investigación**

**Potencial de la Realidad
Virtual en el ámbito del
Patrimonio**

PH46 - Diciembre 2003



2a.



2b.

pectador no tenga que mirar a ningún sitio en concreto para observar el modelo como sucede al contemplar un monitor, con la consiguiente pérdida de inmersión en cuanto la vista escapa de la pantalla. En un auténtico entorno inmersivo, el espectador aprecia la escena por todas partes, rodeándole, mire a donde mire. Se activa así la alimentación de información en el sistema vestibular, pues el escenario se mueve acorde con el giro de la cabeza, y con el kinestésico, ya que la visión se corresponde con la postura.

Es de notar la importancia de una correcta estimulación de esos sentidos. Una aportación incompleta de información puede dar lugar a sensaciones indeseadas, como por ejemplo, si el usuario pone las manos al alcance de la vista, pero no las ve por no tener representado su propio cuerpo en el mundo virtual. Ello genera información contradictoria entre el sistema visual y el kinestésico que provoca una sensación desagradable. Algo similar sucede si el movimiento de la cabeza no corresponde perfectamente con la modificación del punto de vista de la escena; en ese caso es posible que el usuario llegue incluso a sufrir mareos.

Similares sensaciones contradictorias pueden venir de la intangibilidad de los objetos visibles en el entorno virtual. Aunque existen interfaces experimentales que aportan sensaciones de resis-

2a. Casco de Realidad Virtual

2b. Gafas para Realidad Virtual y Aumentada

tencia física al movimiento e incluso sensaciones táctiles (interfaces hápticas) su uso es aún muy escaso.

Se ven, eso sí, algunos dispositivos que aportan información táctil ante sucesos de la simulación, como es el caso de los mandos vibrátiles que se utilizan en buena parte de las consolas de videojuegos y que se activan con sucesos tales como golpes o accidentes en el transcurso de los mismos.

La estimulación de otros sentidos, como el olfato, no pasa hoy por hoy de ser algo anecdótico, aunque existen ejemplos como el Botafumeiro Virtual que utiliza un aromático humo de incienso en una proyección estereoscópica de la simulación del uso del tradicional incensario.

El hardware específico para generar sensación de inmersión puede por tanto ser variado, dependiendo del número de sentidos necesarios que se desee estimular para lograr la sensación inmersiva. Como se ha dicho, habitualmente se habla de realidad virtual en un contexto tan genérico que incluye desde la más básica animación en tiempo real hasta el entorno inmersivo más complejo. Si de inmersión se trata, entonces es habitual entender un sistema inmersivo básico como aquel compuesto por un sistema de pantalla montado en la cabeza, o HMD (iniciales de término inglés Head Mounted Display) que suele también denominarse "casco de realidad virtual" como el que aparece en la figura 2a.

Dicho sistema tan sólo contiene dos pequeños monitores planos y una óptica de enfoque montados en un bastidor para soportarlos en la cabeza que cubre los ojos para aislar al usuario de la luz ambiente. Usualmente, un HMD incorpora también unos auriculares estéreo y permite ajustarle un sensor que controlará la

vas tecnologías. Luego nos enfrentamos a un nuevo paradigma en los sistemas de información sean de la índole que sean.

Cada vez más, los sitios Web dedicados al patrimonio alcanzan mayores objetivos, mayores metas depositadas tanto en la densidad de la información que albergan como en la calidad difusora que ostentan. El tratamiento estético del patrimonio está absorbiendo todas las innovaciones tecnológicas del campo de la difusión en Internet. La realidad virtual está siendo empleada en la difusión cultural alcanzando altos niveles de calidad.

No hay que caer en la confusión, la red de Internet es para el patrimonio un receptor de información que, junto con una serie de potencialidades estéticas y tecnológicas, se convierte en un medio muy válido para la promoción y la difusión.

La Red de redes proporciona al Patrimonio una puerta a la difusión de tamaño aún desconocido pero, para que esta difusión

sea correcta, debemos tener en cuenta la aplicación de criterios específicos que promuevan la calidad documental, informativa, estética y difusora. Si a estos criterios añadimos el empleo adecuado del elenco de "herramientas" que las nuevas tecnológicas ponen a disposición de los profesionales obtendremos portales Web capaces de proporcionar información de cualquier tipo.

Una aplicación que vimos clara fue la modesta contribución que llevamos a cabo con la elaboración del proyecto "Servicios y Recursos Turísticos del Maestrazgo" (www.turismomaestrazgo.com), portal Web dedicado al Parque Cultural del Maestrazgo Turolense.

Si hemos pasado del concepto de museo tradicional por el concepto de museo virtual y ya se está barajando el concepto de museo híbrido (integración de contenidos y estrategias de interoperabilidad) ¿por qué no aplicarlo al concepto patrimonial?.

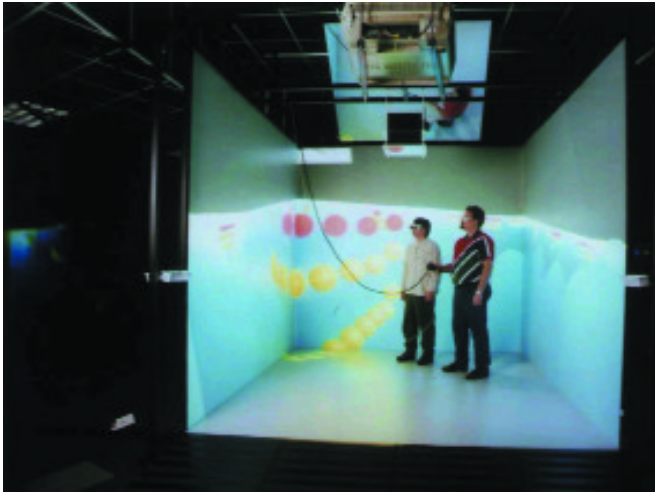
3. Sistema CAVE

4a. VisionDome

4b. Immersadesk

5a y 5b. ARCHAVE

6a y 6b. Entorno basado en arquitectura CAVE desarrollado por el GIGA (Universidad de Zaragoza)



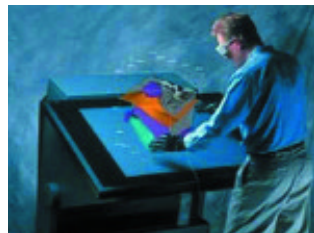
3



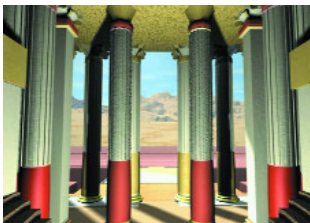
6a.



4a.



4b.



5a.



5b.



6.b

orientación de la cabeza del espectador. En la figura 2a. se aprecia dicho sensor por su color blanco en la estructura negra del casco. En la imagen 2b. aparece un visor de transparencia regulable del tipo de los utilizados para Realidad Aumentada.

Así pues, es precisamente el pequeño sensor el que proporciona al sistema informático la información que sirve para definir la posición instantánea de la cámara virtual. Es la aplicación de simulación la que debe hacer la lectura de los datos enviados por el sensor y generar la imagen correspondiente a la posición del usuario en la escena y la orientación de su cabeza. Adicionalmente, y si la aplicación lo soporta, puede sonar audio espacializado a través de los auriculares.

Otras formas de entornos inmersivos (aunque algunos autores los denominan semi-inmersivos) son aquellos en los que el sistema logra la inmersión al hacer que la imagen ocupe el campo visual completo en ciertas direcciones del espacio.

Tal sucede con los sistemas CAVE. Un entorno de este tipo consiste en un cubículo formado por pantallas de proyección estereoscópica (habitualmente tres paredes completas, más el suelo) a los que el ordenador envía las imágenes en función de la posición del usuario, que viste gafas especiales para visión estereo y sensor de posición, dentro de ese espacio. En ellas el espectador percibe los objetos como si realmente compartiesen el espacio con él (figura 3).

Otros sistemas semiinmersivos son aquellos basados en pantallas superpanorámicas que, sin necesidad de captar la dirección de la mirada, hacen que la imagen ocupe necesariamente todo el campo visual, tales como el Reality Center, y las bóvedas de proyección (figura 4a.), todos ellos pensados para audiencias más o menos numerosas.

Por último, cabe citar entre los sistemas semiinmersivos el denominado Immersadesk (figura 4b.), que basado en una mesa que proyecta imágenes estereo hace que el usuario vea los objetos flotando delante de sí.

056 - 057

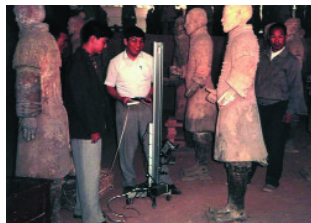
Debate e Investigación

Potencial de la Realidad Virtual en el ámbito del Patrimonio

PH46 - Diciembre 2003



7a.



7b.



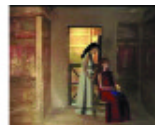
7c.



7d.



7e.



7f.



7g.

- 7a. Reconstrucción de la antigua Jerusalén
- 7b. Digitalización de los guerreros de terracota de Xi'an
- 7c. Realidad aumentada en ARCHEOGUIDE
- 7d. a 7g. Aplicación Pompeya virtual

En el contexto del Patrimonio, podríamos definir dos grandes objetivos: por un lado, el de la presentación, orientado principalmente al público en general y a la educación. Los museos ganan en espectacularidad y capacidad de comunicación utilizando no sólo objetos reales, sino también los recursos de lo virtual. Por otro lado, el de la exploración científica de este Patrimonio, que estaría orientado a historiadores, arqueólogos, restauradores... Los expertos pueden simular, discutir y evaluar diversas soluciones de restauración o distintas teorías sin ni siquiera tocar el original, o deducir datos difícilmente medibles en el mundo real. Un ejemplo de este tipo lo constituye la aplicación ARHAVE, desarrollada en la Universidad de Brown, donde los expertos reciben datos de las excavaciones y los interpretan utilizando sistemas de realidad virtual de tipo CAVE como los indicados anteriormente (figura 5). La figura 6 muestra uno de esos entornos, desarrollado por el Grupo de Informática Gráfica Avanzada (GIGA) de la Universidad de Zaragoza, en dos contextos diferentes: para poder ver el interior de un tren antes de ser construido (6a.) y para caminar por un barrio musulmán desaparecido hace casi mil años (6b.).

Potencial de la Realidad Virtual en el ámbito del Patrimonio

El ser humano lleva utilizando imágenes como medio de comunicación desde hace miles de años. Los ordenadores actuales nos proporcionan esa "ventana mágica" que podemos utilizar para comunicarnos de formas más expresivas y eficientes. Y dado el aumento del potencial y accesibilidad de estos sistemas, esta forma de comunicación está adquiriendo una nueva dimensión (Kalawsky, 1994).

Como ya hemos visto, las técnicas de Realidad Virtual van más allá de la mera presentación de imágenes, y su potencial en el ámbito del Patrimonio es enorme y a veces sorprendente (al igual que en otros muchos campos). Por enumerar tan sólo algunas de las ventajas, permite visualizar y analizar objetos, construcciones o lugares sin alterar el original lo más mínimo, incluso fomentando la aparición de nuevas hipótesis que, de tratar con el modelo real, no se investigarían a fondo para minimizar el impacto sobre el modelo. Permite, basándose en hallazgos y estudios previos, recrear objetos y lugares ya desaparecidos o en pésimo estado de conservación. Las recreaciones virtuales pueden también ser compartidas entre los científicos o el público en general, difundidas a través del web o en formato CD/DVD. Es además una herramienta de alto valor educativo, fomentando la difusión de la cultura y el patrimonio de una forma atractiva al ser ofrecida al público mediante nuevas tecnologías y medios audiovisuales. Dicho esto, hay que recalcar que esta herramienta, la Realidad Virtual, no pretende sustituir los métodos tradicionales empleados en otros campos relacionados con el Patrimonio, como la Arqueología, la Historia, etc. sino tan sólo complementarlos, ofreciendo nuevas posibilidades.

El papel de la Realidad Virtual en el Patrimonio ha crecido significativamente los últimos años, debido entre otras cosas a los avances en la tecnología, los algoritmos, el constante incremento en la potencia de cálculo, las herramientas de modelado 3D, los dispositivos de visualización... Por su parte, los métodos de obtención de datos (escáneres 3D, cámaras digitales...), algoritmos de mado de geometrías, de nivel de detalle, de compresión y descompresión de datos, los sistemas de CAD... también están evolucionando a una gran velocidad. Todo esto ha conseguido sacar la Realidad Virtual de los laboratorios de investigación con carísimos supercomputadores, para acercarla poco a poco al público en general, facilitando así su difusión. Gran parte de la popularidad de esta tecnología se debe no a la tecnología en sí (cuyo nacimiento como hemos visto puede remontarse hasta hace unos treinta años), sino al hecho de que el abaratamiento de costes está permitiendo su introducción en el mercado. El establecimiento definitivo a nivel global de la banda ancha en internet debería proveer el siguiente impulso en términos de disponibilidad y accesibilidad.

Existen numerosos trabajos donde se han empleado técnicas de Realidad Virtual que han dado lugar a resultados prometedores en el ámbito del Patrimonio. Estos trabajos requieren generalmente la cooperación multidisciplinar de especialistas en Realidad Virtual, arqueólogos, historiadores o incluso guionistas. Algunos ejemplos incluyen los Guerreros de Terracota de Xi'an, en China, donde se procede a la reconstrucción virtual de los restos arqueológicos encontrados (Jiang, 2000), Jerusalén, donde basándose únicamente en evidencias arqueológicas los visitantes pueden caminar por la ciudad tal y como era antes de su destrucción por los romanos en el siglo I (Doyle, 2001), o Pompeya, quizá una de las más ambiciosas y donde se están desarrollando algoritmos para la generación de pelo o ropa en tiempo real, así como para dotar a los personajes virtuales de la capacidad de hablar e interactuar con la audiencia (Miralab, 2003). La figura 7 muestra algunos ejemplos.

- 8. Museo Vacío, desarrollado por el VidealAB (Universidad A Coruña)
- 8a. Exploración en el interior de la versión tridimensional de una pintura surrealista de mediados del siglo XX
- 8b. Aplicación basada en la forma y sonido de instrumentos medievales
- 8c. Exploración multiusuario del museo virtual de las artes
- 8d. Museo virtual de las artes en el que se muestran interactivamente diversos ejemplos al acercarse a las áreas azules. Los usuarios se ven unos a otros como figuras de cerámica tradicional

Apoyados en la tecnología de Realidad Virtual, el Patrimonio irá contribuyendo cada vez más en el ámbito del entretenimiento y la educación, lo cual multiplicará su difusión (y por tanto la cultura) a la vez que permitirá preservar los originales. El Patrimonio será además (ya lo está siendo) no sólo uno de los campos de mayor aplicación de tecnologías de Realidad Virtual ya consolidadas, sino uno de los motores que tiren de la investigación pura, a medida que se planteen nuevos problemas todavía sin resolver.

Peligros de la Realidad Virtual

Como con todas las tecnologías, no todo iban a ser ventajas y parabienes en el campo de la Realidad Virtual, y muy especialmente en su aplicación al ámbito del Patrimonio. Y también como casi siempre, no es la tecnología en sí la que es potencialmente peligrosa, sino el mal uso que se le pueda dar.

Debemos partir del hecho de que la Realidad Virtual trabaja con modelos, que no son sino abstracciones del mundo real. Supongamos que queremos reconstruir, tal y como era en plena Edad Media, una catedral actualmente derruida, para permitir al público moverse por su interior y explorarla libremente mediante técnicas de Realidad Virtual. Ya es suficientemente difícil el crear un modelo digital que reproduzca exactamente el modelo real (si no imposible, ya que nunca será totalmente preciso debido, por ejemplo, a los errores de redondeo de la aritmética del computador) incluso si el objetivo es únicamente obtener una imagen estática; pero el problema se complica mucho más cuando introducimos la noción de interacción en tiempo real con el modelo tridimensional. Las restricciones que este requisito impone sobre el sistema son enormes, y la solución más utilizada es la simplificación del modelo hasta conseguir poder calcularlo aproximadamente 15 veces por segundo (30 si usamos estereoscopia), el mínimo para ser percibido con suavidad y dar la sensación de verdadero tiempo real. Esta simplificación puede ser a nivel geométrico, de texturas, de cálculo de iluminación... pero el resultado va a ser un modelo simplificado, en mayor o menor medida, desvirtuando así el objetivo inicial de representar el modelo tal y como era.

Hay que partir del hecho de que no hay sistema en el mundo que sea capaz de representar una escena compleja de manera fotorrealista (indistinguible de la escena real) en tiempo real, ni en términos de hardware ni de software, luego el problema es, hoy por hoy, inherente a la Realidad Virtual (al menos cuando de representar modelos realistas se trata). El resultado es por tanto la sustitución de la realidad por una representación marcada y limitada por restricciones de tipo tecnológico y que, por lo general, no estarán libres de interpretaciones o decisiones más o menos personales. La audiencia, por lo general, no va a darse cuenta de esto, y puede formarse una idea equivocada de cómo era o es realmente el modelo que han visto en un sistema de Realidad Virtual, justamente lo contrario al objetivo inicial deseado. La fuerza de la tecnología y su capacidad de transmitir conocimiento pueden volverse así en su contra. La rigurosidad histórica en este sentido juega un papel tan importante o más como la propia tecnología.



8a.



8b.



8c.



8d.

Otro punto donde debemos tener especial cuidado es en evitar que se propague la noción de que los modelos por computador pueden sustituir a los objetos reales (Spencer, 1998). Ningún sistema de Realidad Virtual, al menos a medio plazo, podrá sustituir la experiencia de viajar por ejemplo a la Gran Muralla y visitarla realmente. Es una cuestión pura de ancho de banda: la cantidad de información, de estímulos, que procesamos durante el viaje real (no sólo en términos de calidad de imagen o el tacto de las piedras, sino el ruido ambiental, el cansancio, el frío o el calor, el aire... En definitiva, todo aquello que hace real lo real) no puede ser imitada por ningún sistema informático, mucho menos en tiempo real. Un sistema de Realidad Virtual debe por tanto limitar el ancho de banda de información a transmitir, eliminando muchas de las sensaciones del mundo real. Un ejemplo más extremo es comparar la sensación de una conversación en un bar con un amigo con una sesión de chat con ese mismo amigo, donde el ancho de banda se ha reducido drásticamente a un mero intercambio de información textual en pseudo tiempo real. Por tanto, si puede permitirse el viaje, el consejo es que visite realmente la Muralla.

La Realidad Virtual en este ámbito, por tanto, no debe verse como una sustitución del mundo real bajo ningún concepto, sino más bien como una posibilidad más abierta a investigadores, docentes, empresas o el público en general, de igual manera que una foto no pretende sustituir al objeto fotografiado.

Conclusiones

La Realidad Virtual se está extendiendo rápidamente, introduciéndose cada vez más en muchos campos diferentes, como la visualización de datos, el entretenimiento o el Patrimonio. Hasta la fecha sólo hemos arañado la superficie del potencial de esta tecnología y las posibilidades que ofrece introduciéndonos en mundos pasados, presentes o futuros. Poder interactuar con objetos, edificios o lugares que ya no existen ofrece una nueva herramienta para los científicos, arqueólogos, historiadores, etc. permitiéndoles extraer nueva información. Aunque estos modelos todavía suelen estar limitados por la capacidad de la tecnología, puede que seamos la última generación en poder distinguir entre un objeto real y otro virtual, incluso generado en tiempo real.

Una de las áreas donde mayores esfuerzos debemos concentrar es en los dispositivos para interactuar con los mundos virtuales. Los interfaces actuales utilizados en sistemas de Realidad Virtual suelen ser demasiado voluminosos y molestos: cascos, gafas, guantes de datos u otros dispositivos hápticos. La presencia de cables, junto a la necesidad de moverse utilizando dispositivos como joysticks para controlar el desplazamiento como si el usuario condujese un vehículo también quita naturalidad a la experiencia. En ese sentido, trabajos como el Museo Vacío, realizado por el VideLAB de la Universidad de A Coruña, es un paso adelante en esa dirección, pues permite al usuario desplazarse libremente por una sala dotado de un sistema de Realidad Virtual portátil experimentando como real el espacio virtual en el que se alojan los contenidos tridimensionales generados por el ordenador. (figura 8).

Por último, es necesario también plantear nuevas formas de contenido asociados a esta tecnología que vayan más allá de la simple reconstrucción virtual de los edificios históricos. Mediante la Realidad Virtual debe ser posible el disfrute de experiencias nuevas que no puedan darse en el mundo real, ni siquiera en el que ya ha desaparecido, y que ayuden a comprender mejor lo que el Patrimonio significa más allá de su análisis espacial. La incorporación de la multimedia, la exploración multiusuario, la telepresencia y la posibilidad de mostrar mundos de maneras que no estén sujetas a las limitaciones físicas del mundo en que vivimos llevará a esta tecnología a convertirse no ya en una emulación de lo que existe, sino en una expansión de nuestra propia realidad.

Bibliografía

- ARCHEOGUIDE** (2003). Archeoguide: Augmented Reality-based Cultural Heritage on-site guide. [en línea]. <http://archeoguide.intranet.gr/project.htm> [consulta 19/08/2003].
- BEGAULT, D.** (1994) 3D sound for virtual reality and multimedia. AP Professional, Boston, 1994.
- BEHRINGER, R.** y otros (1999). BEHRINGER, R.; KLINKER, G.; MIZELL, D. Augmented reality. Placing artificial objects in real scenes. AK Peters, Natick, Massachusetts, 1999.
- BURDEA, G.** (1996). Force and touch feedback for virtual reality. John Wiley & Sons, Inc.: New York 1996.
- DEL PINO, L.M.** (1995). Realidad Virtual. Editorial Paraninfo, 1995.
- DOYLE, A.** (2001). Living in the past, Computer Graphics World, diciembre 2001
- ELLIS, S.** (1995) Virtual environments and environmental instruments. En CARR, K. y ENGLAND, R. (ed) Simulated and virtual realities. Elements of perception. Taylor & Francis, Londres, 1995, pp. 11-52.
- HOLLANDS, R.** (1996). The virtual reality home brewer's handbook. John Wiley & Sons, Inc.: New York, 1996.
- JIANG YU ZHENG** (2000). Virtual Recovery and Exhibition of Heritage, IEEE Multimedia, April-June, 2000, pp. 7-10.
- KALAWSKY, R.** (1994). The science of virtual reality and virtual environments. Addison-Wesley, New York, 1994.
- LANIER, J.** (2003). The future of Virtual Reality. A conversation with Jaron Lanier [en línea]. <<http://people.advanced.org/~jaron/general.html>> [consulta 19/08/2003].
- MIRALAB** (2003). Miralab: where research means creativity. Research projects: LIFEPLUS. [en línea]. http://www.miralab.unige.ch/3research/research_project.cfm?projectid=LIFEPLUS. [consulta 19/08/2003]
- SPENCER, H.** (1998) Supercharging the cultural engine: advanced media at heritage and educational attractions. En DODSWORTH, C. (ed) Digital illusion. ACM Press, SIGGRAPH Series, New York, 1998, pp. 489-500.
- UNESCO** (2003). Criteria for the inclusion of properties in the World Heritage list. [en línea]. <http://whc.unesco.org/criteria.htm>. [consulta 19/08/2003].