

Incorporación de recursos multimedia a la señalización de la zona arqueológica Cerro del Teúl, a través de una aplicación para *Android*TM

MIGUEL ÁNGEL MACIEL DE LA ROSA (*iscmiguelmaciel@outlook.com*)

MA YRA CITLALI RIVAS DE LARA (*magic_bean@outlook.com*)

PETER JIMÉNEZ BETTS (*vigozac@yahoo.com*)

LAURA SOLAR VALVERDE (*laurasolar@gmail.com*)

LUIS OCTAVIO MARTÍNEZ MÉNDEZ (*lmtzpro@gmail.com*)

PROYECTO ARQUEOLÓGICO CERRO DEL TEÚL, CENTRO INAH ZACATECAS

En la cima y laderas del Cerro del Teúl se localizan los vestigios del que fuera el principal centro ceremonial de los caxcanes, grupo asentado en el norte de Jalisco y sur de Zacatecas en tiempos de la conquista española.

Seis años de exploraciones arqueológicas¹ en este sitio han llevado a descubrir una larga secuencia histórica, cuyas manifestaciones más antiguas corresponden a la tradición de las tumbas de tiro, característica del Occidente mesoamericano en los comienzos de nuestra era.

Los materiales recuperados y los cambios en la configuración arquitectónica del centro ceremonial también han permitido conocer que a lo largo de su historia prehispánica los habitantes del Cerro del Teúl mantuvieron vínculos con sociedades distantes, a través de redes de interacción por las que fluyeron productos de origen lejano, conocimientos

¹ Solar *et al.* 2010, 2012.

tecnológicos, costumbres e ideologías. De este modo, compartieron patrones culturales con otras regiones mesoamericanas.

Generoso en hallazgos de gran relevancia para comprender la historia del Noroccidente de México, así como para analizar los cambios en el escenario geopolítico de esta amplia región en diferentes épocas, el Cerro del Teúl actualmente se prepara para abrir sus puertas al público como la zona arqueológica más representativa del sur de Zacatecas, y la primera en la que el INAH impulsará el uso de recursos multimedia como parte integral del recorrido (Figura 1).



Una búsqueda de interacción con el visitante

Desde el comienzo de los trabajos en el Cerro del Teúl con miras a su apertura pública, se decidió que el trabajo de habilitación debía involucrar no solo la transformación física del sitio, sino la búsqueda de una transmisión eficaz de información al visitante. Sin embargo,

los medios de información tradicionales a los que se tiene acceso en las zonas arqueológicas por lo general resultan insuficientes o fracasan en el objetivo de lograr que la gente se sumerja en la historia del sitio y sus descubrimientos. Esta situación ha ido mejorando al aumentar las posibilidades de impresión gráfica sobre materiales óptimos para cedulario y señales que estarán a la intemperie, pero por razones de espacio esta forma de comunicación, si bien es necesaria para la pronta consulta y porque es accesible a cualquier persona, resulta limitada si se trata de compartir con los interesados detalles como el proceso de transformación del sitio como resultado de su restauración, o la serie de hallazgos que surgieron durante los procesos de exploración. Paradójicamente, ésta es la información que el visitante promedio ansiaría conocer al visitar cualquier centro ceremonial prehispánico.

Ante el uso cada vez más extendido de teléfonos inteligentes y tabletas por parte de personas de todas las edades y esferas sociales, surgió la idea de desarrollar una aplicación que permita el acceso a diversos recursos multimedia durante la estancia en la zona arqueológica, lo cual abre infinitas posibilidades para compartir con el visitante información que no sería posible mostrar en el sitio a través de otros medios.

De ahí nació *Explora...*, como resultado de un trabajo en equipo que involucró un desarrollo técnico de ingeniería en sistemas computacionales, una experimentación con la edición digital, la implementación de técnicas tridimensionales de registro arqueológico y un ejercicio conceptual y práctico basado en la experiencia tanto del arqueólogo como del usuario de zonas arqueológicas (Figura 2).



Con sólo tener un dispositivo móvil a la mano y dirigirlo a los marcadores de realidad aumentada que serán colocados en lugares estratégicos en el sitio, el público podrá ver materiales y contextos descubiertos durante las excavaciones, además de apreciar el estado en el que se encontraron los edificios y los procesos de intervención que llevaron a su restauración y presentación actual. Toda esta información suele quedarse contenida en los informes técnicos y publicaciones especializadas, sin que tenga acceso a ella la mayoría de la gente. De este modo, además de los vestigios arquitectónicos presentes en el sitio el visitante podrá observar aspectos de la zona que ya no existen o que fueron transformados, contextos y piezas que fueron removidos para su estudio o su resguardo, e incluso podrá conocer virtualmente espacios cuyo acceso está restringido por medidas de conservación, como es el caso de las tumbas de tiro.

Otra ventaja que ofrece este medio es la facilidad para ampliar y renovar la información a través de actualizaciones de la aplicación en relación con los avances en la investigación del sitio, lo que no es viable tratándose de medios impresos por lo costosa que resulta su producción y mantenimiento.

La incorporación de *Explora* al recorrido por la zona

Como parte de la preparación del Cerro del Teúl para su apertura, los trabajos de exploración arqueológica y restauración arquitectónica se acompañan de un proceso de adecuación de senderos y áreas de descanso cuya finalidad es hacer más placentero el recorrido. Como parte de este proceso se han designado lugares específicos que denominamos Áreas de Estancia Prolongada, a partir de las cuales se podrá hacer uso de la aplicación en los tiempos que cada usuario desee. Estas áreas se asocian a los distintos conjuntos arquitectónicos permitiendo una mirada panorámica de éstos y proporcionan sombra natural para facilitar la visualización de la pantalla del dispositivo móvil a través del cual se lee la aplicación (Figura 3). Las Áreas de Estancia Prolongada también permitirán regular el uso de esta herramienta electrónica, para evitar que la experiencia virtual sustituya la experiencia real del sitio.



Una ventaja que tiene la aplicación es que no depende de una conexión a *internet* para su uso, ya que una vez descargada se puede ejecutar sin otro requerimiento. La descarga se podrá hacer desde *Google Play*TM para que el visitante no tenga problemas para acceder a ella antes de iniciar su recorrido, y además la eventual construcción de un Centro de Atención al Visitante en las faldas del Cerro permitirá también ofrecer el servicio de descarga. Para acceder a los contenidos multimedia bastará con leer los marcadores de realidad aumentada con la cámara del teléfono, los cuales, como ya se mencionó, estarán ubicados en diferentes puntos de la zona arqueológica.

El recorrido comenzará al pie del Cerro con la introducción en audio al asentamiento prehispánico, reproduciendo las menciones a la figura imponente del cerro que expresaron los conquistadores españoles y viajeros aficionados desde el siglo XVI hasta el siglo XIX. Al leer el marcador de realidad aumentada que será colocado en el Centro de Atención al Visitante, se activará en la pantalla un reproductor de sonido para poder iniciar y pausar la narración. De este modo, el visitante podrá ascender por la ladera a su paso y podrá controlar el audio según desee.

A lo largo de la subida al sitio se encontrarán las Áreas de Estancia Prolongada con marcadores de realidad aumentada. Como ya se dijo, en estos lugares se irán comunicando los aspectos más relevantes del sitio, en apego a un circuito preestablecido que pretende reproducir la trayectoria que pudo tener el peregrinaje por el centro ceremonial cuando estaba en funciones como lugar de culto. Las áreas de descanso también están ubicadas en lugares propicios para la apreciación del entorno y los paisajes que enriquecen con su belleza la visita al Cerro del Teúl.

Para que el usuario pueda ubicarse dentro de la zona, la aplicación cuenta con un sistema de localización que es independiente de la transmisión satelital y se basa en la

lectura de los marcadores, que desde su programación fueron integrados con una imagen de ubicación específica en el plano general de la zona, la cual se actualiza en el momento en el que se lee el marcador asociado a cada conjunto. Una vez que aparece la leyenda “tu ubicación ha sido actualizada”, se puede ver en el mapa de la zona dónde se encuentra el usuario en ese momento (Figura 4).



Durante el recorrido por la zona arqueológica se tendrá acceso a la cámara fotográfica o de video sin tener que salir de la aplicación, para que el usuario pueda registrar y compartir su experiencia de manera inmediata.

Los contenidos dinámicos y el uso de los sensores de los dispositivos lograrán que el recorrido por el sitio se convierta en una experiencia interactiva y didáctica para los visitantes de todas las edades.

Explora... el Cerro del Teúl

El desarrollo técnico de la aplicación incluyó una parte de programación informática² y otra de diseño multimedia. En el aspecto de la programación, a diferencia de las metodologías de desarrollo tradicionales, que resultan eficientes para proyectos predefinidos, las características del producto deseado y sus objetivos obligaban la adopción de una metodología de desarrollo ágil, por ello como apoyo metodológico se empleó *Personal Scrum*, una variante implementada por el ingeniero en sistemas norteamericano *John Pruitt*³ para proyectos de una sola persona, pero que conserva la estrategia iterativa e incremental de *Scrum*.

Acorde con lo anterior, el primer paso para realizar la aplicación fue definir los estándares y hacer un levantamiento de requerimientos, a partir de lo cual se delinearon las historias de usuario (*Product Backlog* en el lenguaje de *Scrum*), las cuales posteriormente se subdividieron en tareas más específicas que fuera posible realizar de manera más práctica. De cada historia de usuario se determinaron sus objetivos y el tiempo que tomaría su desarrollo, y por último se jerarquizaron. Con esta información se hizo la planeación de los ciclos de trabajo o *Sprints*, que en este caso tuvieron una duración de dos semanas.

La organización por *Sprints* involucra el desarrollo de cierto número de historias de usuario durante un lapso definido, al cabo del cual se tiene como meta presentar una parte funcional del sistema. Tratándose del presente trabajo, el fin de cada ciclo implicaba un análisis grupal de los avances y una reiteración o replanteamiento de las tareas subsiguientes.

² Maciel 2015

³ <http://blog.jgpruitt.com/tag/personal-scrum/>

La aplicación se apoyó en la plataforma para desarrollo de videojuegos *Unity*[®], por la facilidad que ésta ofrece en la creación de aplicaciones visuales que involucren el uso de modelos 3D, *Unity*[®] se encarga del renderizado de objetos, sus texturas y animaciones, además los comportamientos de dichos objetos pueden ser programados de manera más sencilla que si se utilizara un motor de renderizado aparte.

A diferencia de las más recientes, en la versión de *Unity*[®] disponible cuando se comenzó a crear la aplicación la única forma de crear interfaces gráficas era a través de código, no se disponía de un editor o alguna otra herramienta. Debido a que los requerimientos eran muy variables, para soportar los cambios sin tener que volver cada vez a la codificación basal, en el primer *Sprint* se desarrolló una historia de usuario llamada *UI System (User Interface System)*, un sistema creado para hacer interfaces de una manera más rápida desde el editor de *Unity*[®]. En este primer ciclo se agregó un soporte para diferentes tamaños de pantalla y resoluciones, además de desarrollar la utilidad de los botones para que cada uno pudiera llamar a una tarea específica sin tener que programarlo directamente.

Teniendo ese sistema se pudieron desarrollar dos ventanas de interfaz, una es el menú principal y la otra es el menú que orienta el recorrido por la zona y permite el acceso a los diversos contenidos. En el menú principal (Figura 5) se encuentran cuatro botones; el primero de ellos indica el inicio del recorrido y vincula al siguiente menú, donde se localiza el lector de realidad aumentada (Figura 6). De este último, durante el primer *Sprint* se desarrolló únicamente la funcionalidad básica de activar y desactivar la cámara del dispositivo.

Menú Principal.



Menú de Recorrido.

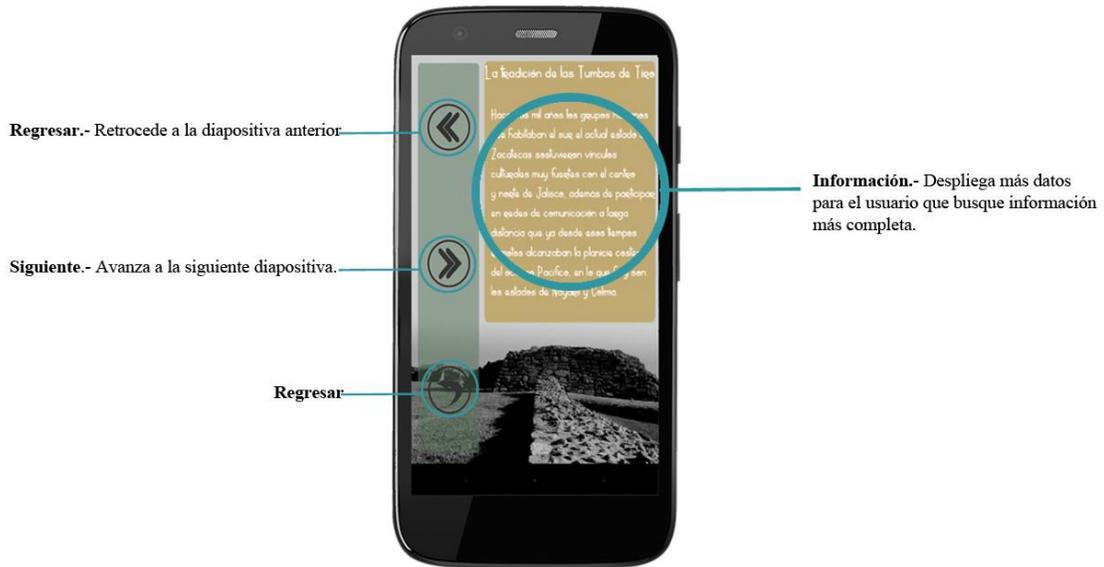


Aquí cabe hacer un paréntesis para mencionar que los marcadores de realidad aumentada que utiliza la aplicación no son códigos de respuesta rápida (*QR*), los cuales funcionan en forma semejante a los códigos de barras y no permiten la navegación en

tiempo real que requieren algunos de los contenidos que se mostrarán a través de la aplicación. En su lugar se optó por el uso de los *Frame markers* de *Vuforia*TM, una plataforma de visualización desarrollada por la compañía Qualcomm[®] para la implementación de realidad aumentada en dispositivos móviles. Estos *Frame markers* permiten a la aplicación asociar la imagen de un marcador determinado con un contenido específico dentro de la gama de contenidos disponibles. Funcionan a partir de *features* o rasgos contrastantes que pueden combinarse y que son los que detecta la cámara del dispositivo mediante un fotograma de baja calidad. Una vez detectados los contrastes, el programa comienza un rastreo en la base de datos de los marcadores, empleando un algoritmo de reconocimiento de patrones. Al identificar de qué marcador se trata, detecta el contenido asociado y lo proyecta.

En el segundo *Sprint* se desarrolló una sección llamada “más información” , que es un apartado donde se podrá acceder a otros recursos informativos (Figura 7). Posteriormente se desarrolló la capacidad de reproducir video a partir de los marcadores de realidad aumentada —en pantalla completa si el dispositivo lo permite— a través del reproductor preferido por el usuario en su dispositivo (Figura 8). Enseguida se trabajó en la visualización de los modelos 3D, de modo que al leer el marcador de realidad aumentada se muestra el modelo y también una opción para obtener la descripción de la pieza, sus antecedentes o su historia (Figura 9).

Más Información



Realidad Aumentada: Videos

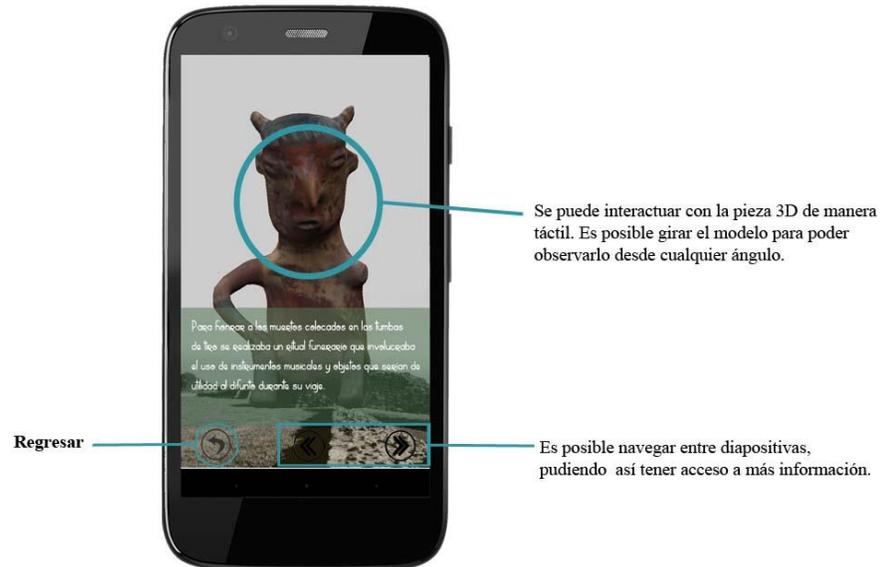


Realidad Aumentada



En el *Sprint* número 3 se desarrolló otra opción para visualizar modelos 3D a partir de un marcador de realidad aumentada, pero en esta ocasión una vez leído el marcador se puede desviar el dispositivo sin dejar de visualizar el modelo, de modo que el usuario puede elegir otro lugar o posición para observarlo y assimilar la información que a partir de ese momento se ofrece mediante un texto en la pantalla a propósito de esa pieza particular. Una vez captado por el visor 3D el modelo además puede girarse en la pantalla de manera táctil para poder observarlo desde todos los ángulos (Figura 10). Esto permite explorar en forma interactiva piezas y contextos, lo que ofrece un acercamiento a los materiales arqueológicos y una posibilidad de manipulación que no se podría tener por otros medios, ya que por razones tanto de seguridad como de conservación la exhibición de piezas está limitada a los Museos, y aún en ellos el visitante sólo puede observar ciertos ángulos dependiendo del acomodo del objeto dentro de una vitrina.

Visor 3D.



En el cuarto *Sprint* se agregó un menú de galerías en tres niveles, primero el usuario puede seleccionar un conjunto arquitectónico o sector del sitio (Figura 11), después un tema (Figuras 12a y 12b) y por último una galería final, donde se enlistan varias fotografías. Enseguida se trabajó en la reproducción de audio, con la opción de pausarlo sin dejar de visualizarlo, para que el usuario pueda controlar su duración; sin embargo, se programó de modo que, si el audio concluye o si el usuario lo abandona intencionalmente, no se puede tener acceso a él nuevamente a menos que se vuelva a leer el marcador. Se hizo de este modo porque la única narración que se prevé durante el recorrido tiene la función específica de transmitir al visitante apreciaciones históricas y simbólicas sobre la monumentalidad del cerro, aligerando su tránsito por la larga ladera que conduce al sector habilitado.

Galería-Conjuntos



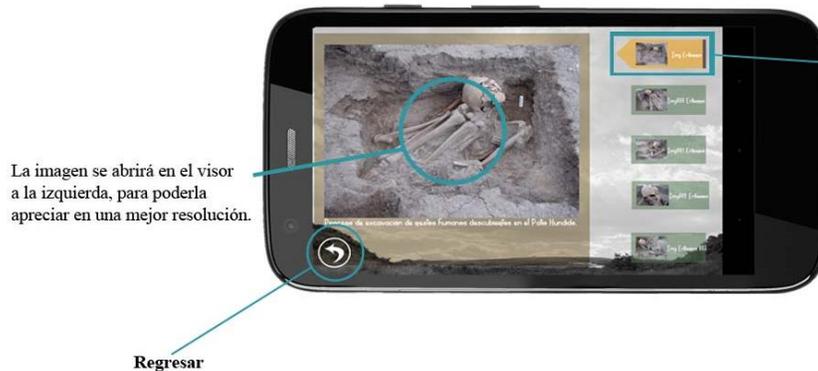
Imágenes en Menú -
Son interactivas, abren otras galerías de acuerdo con el conjunto elegido. Se deslizan de manera táctil hacia la derecha e izquierda, para poder apreciar mejor la imagen en el menú.

Galería- Temas



Imágenes en Menú -
Son interactivas, abren galerías de acuerdo con el tema seleccionado. Se deslizan de manera táctil hacia la derecha e izquierda, para poder apreciar mejor la imagen en el menú.

Galería - Entierros



La imagen se abrirá en el visor a la izquierda, para poderla apreciar en una mejor resolución.

Fotografía.- La lista de imágenes es deslizable hacia arriba y hacia abajo. La imagen actualmente seleccionada cambia su color de verde a naranja.

El quinto *Sprint* se dedicó a crear una opción para que el usuario pueda ubicarse dentro de la zona. En un principio se pensó aprovechar el *GPS* del dispositivo y librerías como *Google Maps™*, pero se tomó en cuenta que hacer uso de este recurso implicaría mayor consumo de energía en los dispositivos móviles, propiciando que la batería llegara a ser insuficiente para concluir el recorrido. Por ello se renunció al uso del *GPS* y se implementó una forma diferente para proveer la ubicación del usuario a través de los mismos marcadores. De ese modo, al leer un marcador se actualiza la ubicación y se puede ver un nuevo mapa (ver Figura 4).

En este mismo *Sprint* se trabajó en el acceso directo a la cámara fotográfica para que el usuario no tenga que salir de la aplicación para tomar y editar fotografías y videos. Para lograrlo, el icono de la cámara manda un *broadcast* al sistema de *Android™* solicitándole enlistar todas las aplicaciones presentes en el dispositivo que puedan capturar videos o fotografías, de modo que el usuario puede seleccionar y ejecutar la que desee. Una vez que se toma, edita o comparte la fotografía, al presionar el icono “regresar” se vuelve al menú de la aplicación.

Por último, el *Sprint* número seis consistió en la integración de todos los contenidos desarrollados hasta ese momento, para poner a prueba cada una de las plantillas.

Independientemente del esfuerzo técnico invertido en la programación de las diversas plantillas, un elemento fundamental para lograr los objetivos de *Explora* es la creación de contenidos con bases académicas, traduciendo a medios principalmente gráficos la información generada por el proyecto arqueológico a lo largo de seis años, para volverla accesible a todo público. Es precisamente esta laboriosa tarea la que hará posible que la

aplicación traspase los límites del entretenimiento para convertirse en una herramienta de transmisión de conocimiento.

Así, el minucioso trabajo de registro realizado desde el inicio de las excavaciones en la zona ha servido como base para crear diseños multimedia en soporte digital, como son fotogrametría, modelos tridimensionales, videos, animaciones, reconstrucciones virtuales, entre otros. Con la captura de fotografías en campo es posible generar nubes de puntos y modelos fotogramétricos para registrar los elementos tal como fueron encontrados; una vez generados se exportan para así poder desarrollar el modelo tridimensional final, se rediseña su topología y se reduce el tamaño del modelo con auxilio de un mapa de normales para no restarle calidad y así poderlo incluir en la aplicación. Otra forma de crear estos gráficos es a partir de los levantamientos topográficos con Estación Total que se realizan como parte del trabajo de registro arqueológico, texturizando con fotografía 3D los polígonos formados por las mallas de puntos en *AutoCAD*®. Los modelos tridimensionales generados pueden ser utilizados para reconstrucciones virtuales o simplemente para visualizarlos. Con estas técnicas se han desarrollado contenidos como un recorrido virtual en el interior de una tumba de tiro, una reconstrucción virtual del juego de pelota, esculturas de piedra, figuras cerámicas, entierros y un fogón (Figura 13).



Ya desarrolladas las plantillas para cada uno de los medios que se ofrecerán al visitante e integradas en una sola aplicación que ha probado su funcionalidad, actualmente se trabaja en la creación de los modelos y el diseño de gráficos que ilustrarán los diferentes bloques temáticos del guion que regirá el recorrido por la zona arqueológica.

Beneficios para el visitante

Este proyecto fue hecho para resolver un problema específico, que es la comunicación entre el arqueólogo y el visitante. Por lo tanto, se puso hincapié en que la tecnología en este caso no estuviera orientada solo al entretenimiento, sino a tener un trasfondo didáctico. En síntesis, el objetivo es aprovechar la tecnología actual para apoyar en la transmisión del conocimiento, no para sustituir la experiencia física del sitio.

La aplicación está diseñada pensando en niveles de interés o comprensión, es decir, si el usuario desea profundizar más en el tema de lo visualizado podrá hacerlo de manera

rápida y sencilla. Cuando el visitante desee obtener más información bastará con navegar por la gama de opciones que cada marcador ofrece, las cuales se relacionan con el lugar en el que fue colocado. Como se ha descrito antes, con la lectura de algunos marcadores asociados a piezas o contextos específicos aparece un nuevo icono en la pantalla que conduce a una galería de imágenes donde se muestra el contexto de su hallazgo, su proceso de estudio y restauración, o bien datos sobre su historia o su uso original. En general, los diferentes tipos de contenido desarrollados para incluir en la aplicación permiten transmitir información al visitante de manera dinámica.

Uno de los principales beneficios de la aplicación es poder mostrar piezas o contextos tal como fueron encontrados y en el lugar en el que fueron encontrados. Por ejemplo, los entierros humanos que han sido recuperados en la zona fueron excavados, registrados y retirados en su momento para conducirlos al laboratorio del proyecto, donde se procede a su limpieza, restauración, embalaje y posterior estudio. Pero el registro arqueológico tridimensional que se hace *in situ* permite ofrecer al visitante una imagen de estos contextos de enterramiento a partir de colocar marcadores de realidad aumentada en el lugar de su descubrimiento, logrando así que el usuario pueda asociar con una realidad física concreta el hallazgo que en forma virtual observa en la pantalla.

En otros casos, elementos encontrados durante las exploraciones arqueológicas sí permanecen en el lugar donde se localizaron, por ejemplo un horno de alta temperatura y un fogón, pero una vez detectados, registrados y consolidados fueron enterrados nuevamente para protegerlos. Igualmente, con la colocación de un marcador en el lugar el visitante sabrá que a unos cuantos metros bajo sus pies se localiza aún aquel vestigio del pasado, lo que producirá una sensación de asombro. Igual que en otras ocasiones, al visualizar este tipo de elementos se hará visible también un icono que permitirá acceder a una galería en la

que se muestra información gráfica y textual relacionada con el descubrimiento. Esta sucesión de imágenes abarcará desde el momento de su hallazgo hasta su posterior restauración.

En algunos lugares se cuenta con la opción de visualizar modelos 3D con los cuales se podrá interactuar de manera táctil, como se mencionó páginas atrás, girándolos para poderlos observar desde cualquier ángulo. En estos casos, al momento de leer el marcador de realidad aumentada aparecerá en la pantalla el icono que permite la exploración del elemento o figura. Dicho icono activa el visor 3D que permite girar la pieza o elemento sin que sea necesario tener enfocado con el dispositivo móvil el marcador de realidad aumentada. Además de la imagen, en la pantalla se despliegan opcionalmente textos que describen su contexto histórico, relevancia cultural y otros aspectos relacionados con la pieza o elemento, para ofrecer de manera específica más información sobre los vestigios. Estos textos pueden ocultarse si el usuario lo desea, para una apreciación limpia de la imagen.

Otra modalidad de visualización de modelos 3D se refiere a la posibilidad de observar elementos arquitectónicos en el lugar que debieron tener originalmente, en forma concreta esculturas que formaron parte de los edificios pero que como parte de los procesos de abandono y deterioro del sitio, o bien por acción del saqueo, se desplazaron o fueron removidas de su lugar. Algunas de las piezas fueron rescatadas por el proyecto arqueológico, pero devolverlas a su lugar para exhibirlas representaría muchos problemas para su conservación y también obligaría la reconstrucción excesiva de los edificios para poderles devolver apoyo. Nuevamente, la colocación estratégica de marcadores permitirá al usuario apreciar los monumentos en su contexto arquitectónico sin involucrar la alteración física de las construcciones. Las piezas se podrán apreciar como objetos aislados en un

museo, pero su función arquitectónica e ideológica será transmitida al visitante en el sitio. Por ejemplo, en los cuatro extremos de los muros laterales de la cancha para el juego de pelota, sobre las banquetas perimetrales se pueden distinguir los orificios creados para empotrar esculturas de jugadores de pelota que sirvieron como marcadores en el juego. Dos de estas piezas fueron recuperadas mediante excavación por el proyecto actual, pero las dos restantes fueron saqueadas durante el siglo XIX. Cuando la restauración del juego de pelota concluya se colocarán marcadores de realidad aumentada en los orificios de soporte, para que los visitantes puedan visualizar las figuras de piedra en su lugar original.

Otro ejemplo de las opciones a las que se tendrá acceso a partir de la aplicación es el acercamiento a las *tumbas de tiro*, construcciones funerarias subterráneas que son características de los inicios de nuestra era y que constituyen uno de los rasgos más relevantes para entender la historia del Cerro del Teúl y sus vínculos culturales a través de los tiempos. Las cámaras labradas en la roca madre del cerro se podrían ver afectadas si se permite el ingreso libre y continuo de los visitantes, además de representar un riesgo para su seguridad por sufrir paulatinamente episodios de colapsos. Restringir completamente el acceso soluciona ambos problemas pero conlleva otros, por ejemplo la frustración de los visitantes al no poder observar más de cerca uno de los vestigios más llamativos de la zona arqueológica. Por tal motivo, se pensó en la instalación de marcadores asociados a la tumba mejor conservada, a través de los cuales el visitante podrá realizar un recorrido virtual por el interior de la tumba, podrá acceder a un video donde se explican aspectos históricos de esta tradición milenaria, y también podrá visualizar figuras cerámicas y otros objetos que pertenecieron a estas tumbas y que actualmente están bajo resguardo del Instituto Nacional de Antropología e Historia. El recorrido virtual dentro de la tumba muestra una ambientación que permitirá al usuario asimilar detalles de esta costumbre funeraria.

Un eficaz medio de comunicación

El uso de esta aplicación representará para el visitante un apoyo durante su recorrido por el sitio y la oportunidad de ampliar su conocimiento del Cerro del Teúl. Pero además de la experiencia del público, constituye un instrumento potencial para el manejo y operación de la zona arqueológica, al promover un circuito específico de tránsito, reducir los costos de producción y mantenimiento de cedulario, y disminuir el número de señales asociadas a los monumentos, que muchas veces afectan la apreciación de los vestigios.

Esta herramienta tecnológica representa también un apoyo para la conservación, al permitir la transmisión de reconstrucciones hipotéticas de los monumentos sin involucrar su alteración física.

Pero ante todo, representa un eficaz medio de comunicación, que hace posible la existencia de un diálogo entre el arqueólogo, primer testigo de los hallazgos y las transformaciones del sitio, y el visitante, quien podrá apreciar los monumentos a través de la mirada del explorador.

Bibliografía

Maciel de la Rosa, Miguel Ángel

2015 *Incorporación de recursos multimedia a la señalización de la zona arqueológica Cerro del Teúl, a través de una aplicación de realidad aumentada para dispositivos con sistema operativo AndroidTM*. Tesis (Ingeniería en Sistemas Computacionales), Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Sur, Tlaltenango, Zacatecas.

Solar Valverde, Laura, Peter Jiménez Betts, *et al.*

2010 *El Cerro del Teúl. Desarrollo histórico y contexto regional de un centro ceremonial de la gran caxcana. Informe Técnico Parcial. Primera Temporada*, Archivo Técnico de Arqueología del INAH, México, D.F.

2012 *El Cerro del Teúl. Desarrollo histórico y contexto regional de un centro ceremonial de la gran caxcana. Informe Técnico Parcial. Segunda Temporada*, Archivo Técnico de Arqueología del INAH, México, D.F.