

# Desarrollo de realidad Virtual para publicitar el Panteón Inglés ubicado en Real del Monte Hidalgo

## Development of Virtual reality to advertise the English Pantheon located in Real del Monte Hidalgo

Yair Félix Olvera Mejía<sup>1</sup>, Mario Alberto Gea Pérez<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo. Boulevard Acceso a Tolcayuca 1009, Ex Hacienda San Javier, Tolcayuca, Hidalgo, México, C.P. 43860.

<sup>1</sup>yolvera@upmh.edu.mx, <sup>2</sup>mgea@upmh.edu.mx

### PALABRAS CLAVE:

Escenarios virtuales, Modelado 3D, Panteón Inglés, Realidad virtual

### RESUMEN

El desarrollo de una aplicación de realidad virtual sobre el antiguo Panteón Inglés ubicado en el Pueblo Mágico de Real del Monte en el Estado de Hidalgo es abordado en el presente texto. El proyecto tiene como propósito que las personas puedan realizar un recorrido virtual por medio de un celular a través del panteón para conocer el encanto y misterio de sus tumbas, además de preservar digitalmente el lugar debido a su continuo deterioro por el paso del tiempo. Se describen a detalle todas las etapas para la creación del escenario virtual, como son: storyboard, modelado 3D, mapeado UV, texturizado, iluminación, y render. Así como las etapas para realizar la aplicación en realidad virtual, como son: adecuación de cámara, instalación de plugins, creación de scripts, emparentado de cámara al personaje, y la creación del APK de Android. Con ello se plantean nuevas formas de dar a conocer los lugares históricos de la región y al mismo tiempo favorecer al turismo, resaltando que son tecnologías innovadoras y del agrado tanto de jóvenes como de adultos.

### KEYWORDS:

3D modelling, English Pantheon, Virtual reality, Virtual worlds.

### ABSTRACT

The development of a virtual reality application based on the old English Pantheon located in the Magic Town of Real del Monte in the State of Hidalgo is addressed in this text. The purpose of the project is that people can carry out a virtual tour with a cell phone through the pantheon to know the charm and mystery of their tombs, as well as digitally preserve the place due to its continuous deterioration over time. All the stages to the creation of the virtual stage are described in detail, such as: storyboard, 3D modeling, UV mapping, texturing, lighting, and rendering. As well as the stages to realize the application in virtual reality, such as: camera adaptation, installation of plugins, creation of scripts, relation of camera to the character, and creation of Android APK. This raise new ways of publicizing the historical places of the region and at the same time promoting tourism are highlighted, emphasizing that they are innovative technologies that appeal to both young people and adults.

Recibido: 4 de agosto del 2017

Aceptado:

15 de noviembre de 2017

Publicado: 15 de diciembre de 2017

## 1 INTRODUCCIÓN

El uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación ha tenido un fuerte impacto en la sociedad actual, llegando a cubrir todos los ámbitos de la vida cotidiana, e incluso cambiando los mecanismos de acceso, desarrollo y difusión de la información. El turismo no se queda atrás en ese aspecto, y poco a poco han ido apareciendo programas tecnológicos para incentivar el entretenimiento y exploración de lugares mediante diversos medios de comunicación. Se fundamentan en un sistema de relaciones entre el sujeto (turista) y el objeto turístico (localidad, empresa u organización turística). El sujeto es quien recibe los servicios producidos por el objeto turístico [1]. Teniendo gran importancia ya que el fomento del turismo en el mercado tiene un valor concreto en términos del desarrollo económico de la localidad, además de ser un identificativo de la misma.

Estos avances tecnológicos han propiciado nuevas formas de realizar turismo, de tal manera que produzca en los individuos sensaciones iguales o similares a la realidad, es decir, generar experiencias únicas sin importar si éstas provienen de la realidad o la imaginación, de lo cual surge el concepto de post-turismo o también llamado turismo virtual. Su característica principal es generar en las personas experiencias turísticas sin necesidad de un desplazamiento físico a los lugares visitados [2]. Otra forma de denominar al turismo virtual es cyberturismo, el cual describe que el usuario puede generar experiencias electrónicas de viajes simulados como sustituto de una experiencia física de turismo [3]. El término post-turismo, cyberturismo o turismo virtual trata de generar nuevas formas de turismo aplicando tecnologías como la realidad virtual, la cual a través de la simulación tridimensional interactiva por computador permite que el usuario se sienta introducido en un ambiente artificial, generado a partir de datos existentes o imaginarios. De esta forma lo puede percibir como real, basado en estímulos de los órganos sensoriales como la vista y el oído [4,5]. El uso de esta tecnología permite recrear escenas basadas en información y datos turísticos, capaces de traspasar las barreras del tiempo, espacio y comunicación, promoviendo las posibilidades turísticas de un lugar. Sin embargo, las experiencias generadas desde la realidad virtual en el contexto del turismo no podrán sustituir las emociones reales de estar físicamente en un lugar, independientemente de los posibles inconvenientes o peligros que tuviera el destino [6].

Las experiencias virtuales ayudan a preparar y motivar

a los turistas para que visiten físicamente un destino, además de ser un apoyo como medio publicitario para incentivar y despertar interés en el usuario. Por lo que distintas organizaciones públicas y privadas, apuestan por la ejecución de proyectos tecnológicos que aporten a la misión de atraer al turismo [7]. Esto debido a que aún es poco común observar estrategias visuales de difusión sobre lugares turísticos, lo típico es usar los medios de comunicación tradicionales como la radio, la televisión y la Internet.

El propósito del presente trabajo no es realizar un alegato a favor de la realidad virtual, sino adentrar en su conocimiento, ya que el desarrollo de esta tecnología abre múltiples posibilidades en el ámbito turístico. Por tal motivo, la finalidad es diseñar y desarrollar un escenario virtual del Panteón Inglés ubicado en el Pueblo Mágico de Real del Monte en el Estado de Hidalgo, así como crear una aplicación basada en realidad virtual que sirva para incentivar el turismo no solo a nivel regional, sino también a nivel nacional e internacional. Esto conlleva a tener un resguardo digital del lugar que, a pesar del constante mantenimiento que se le da, con el paso del tiempo se ha ido deteriorando.

## REALIDAD VIRTUAL

Según la Real Academia Española, realidad virtual es “la representación de escenas o imágenes de objetos producida por un sistema informático, que da la sensación de su existencia real”. El principal objetivo de la realidad virtual es emular mundos artificiales, que deben cumplir con la mayor cantidad de propiedades del mundo real o una física y lógica bien entendidas por el usuario. De esta manera es posible generar en el espectador la sensación de inmersión, para que se sienta parte de ese mundo [8].

Existen dos tipos de realidad virtual: la realidad virtual inmersiva es aquella que se da en un ambiente 3D con el cual los usuarios pueden interactuar a través de cascos, guantes y otros accesorios para el cuerpo; la otra es la realidad virtual no inmersiva, en la que el usuario interactúa con el mundo virtual de manera más sencilla con la utilización de teclado y el ratón. Técnicamente hablando, la realidad virtual inmersiva es una interfaz humano-máquina avanzada que permite experimentar de manera multisensorial, una simulación computarizada de manera interactiva y en tiempo real. Consta de equipamientos, instalaciones, software, hardware y aplicaciones diseñadas para tal fin. En el proceso cognitivo asistido por esta herramienta,

resaltan dos factores principales: el aspecto sensorial en la percepción del mundo virtual (la inmersión) y las formas de interacción del usuario con él [9]. Son aplicaciones de realidad virtual inmersiva aquellas que se experimentan con varios de los sentidos, en especial la visión, la audición y el tacto. La calidad del sonido tridimensional contribuye mucho a la sensación de inmersión [10].

Esta tecnología permite a los investigadores definir de forma explícita y exhaustiva las señales sensoriales que transportan la información sobre el mundo virtual. En experimentos del mundo real, no es posible controlar todas las señales sensoriales. Por ejemplo, al estudiar la contribución de las señales visuales a la navegación, la información confusa podría ser proporcionada por olores, sonidos, texturas y estímulos no mensurados. La realidad virtual ofrece los medios para agregar o quitar señales sensoriales para probar la contribución de cada uno a un código neural y para construir un conjunto mínimo de estímulos necesarios para producir un comportamiento dado o un patrón de actividad neural [11].

En un principio la realidad virtual fue usada en su mayoría para aplicaciones militares, sin embargo, en los últimos años se han diversificado las áreas en las que se utiliza, destacando educación, medicina, ingeniería, turismo, entretenimiento e incluso manipulación remota de robots y recorridos por museos. Debido a que es un elemento atractivo y motivador, se deben plantear nuevas aplicaciones basadas en realidad virtual que permitan experimentar diferentes modelos, metodologías y experiencias.

#### PANTEÓN INGLÉS DE REAL DEL MONTE

Ubicado en la cima de uno de los montes del denominado Pueblo Mágico de Real del Monte en el Estado de Hidalgo, fue construido en 1851 donado por el inglés Thomas Straffon (1824-1862), quien durante esta época se desempeñaba como funcionario de las compañías mineras dedicadas a la explotación en la región. En este panteón se han enterrado diversas celebridades de la entidad e incluso de otros países como irlandeses, escoceses, chinos, holandeses, alemanes e ingleses. Cuenta a la fecha con 758 tumbas de mampostería fina, algunas con pequeñas estatuas y lápidas con los nombres de aquellos ingleses importantes para la minería del lugar, todas ellas rodeadas de plantas y sombreadas por árboles como se observa en la Figura 1.



Figura 1: Panteón Ingles de Real del Monte, Hidalgo.

La reja que protege este panteón construida en 1869 tiene una leyenda interesante: “Blessed are the who die in the lord”, que significa “Benditos aquellos que mueren en el señor”. A la entrada del cementerio hay una plataforma masónica, debido a que algunos de los ingleses que están enterrados eran masones. El resto de los difuntos ahí enterrados pertenecían a la religión protestante. Los símbolos de la masonería en forma de sarcófagos, estrellas de cuatro picos, obeliscos y cadenas representan la unión de los masones, la conocida estrella de cinco picos en el panteón significa muerte y luz. Las tumbas están perfectamente alineadas de poniente a oriente, como si vieran con rumbo a la Gran Bretaña, lugar de donde provenía la sangre de la mayoría de los que ahí yacen. Una de las tumbas más famosas a nivel mundial es la del payaso inglés, llamado Richard Bell, quien alegró el país por un largo tiempo con el Circo Orrin [12,13].

Atravesar el portón de la entrada significa entrar a una atmosfera densa pero atrayente; un escenario perturbador pero con cierta belleza. Caminar en este panteón tan diferente a los que hay en México es sentir el frío gélido que sopla en esas alturas y ver a los inmensos árboles moverse al compás del viento; escuchar el escandaloso rumor de la nada, es sentirse observado mientras uno ve inscritos en la tumba nombres y apellidos extranjeros acompañadas por fechas de muerte del siglo antepasado.

Tanto el Panteón Inglés como en general Real del Monte son lugares turísticos por excelencia en la región. Sin embargo, se han desarrollado pocas estrategias publicitarias para difundir turísticamente el lugar. Las estrategias se basan principalmente en trípticos distribuidos en los caminos que rodean a la comunidad, así como reportajes televisivos de canales regionales, y algunas veces nacionales. Pero no resultan novedosas ya que están dirigidas mayormente al público local que ya tiene conocimiento del sitio. De ahí la importancia de generar aplicaciones multimedia que por medio de Internet lleguen

a más personas en todo el país.

### DESARROLLO DE ESCENARIO VIRTUAL

Lo principal al realizar proyectos tecnológicos es tener los conceptos claros desde el primer momento y generar una clara idea de lo que se quiere hacer. La idea era crear una aplicación de realidad virtual sobre el Panteón Inglés para potenciar el atractivo turístico de este lugar. Para ello, se propuso la creación de un escenario virtual mediante el uso de diversos tipos de software. Esto permite proyectar el producto final de una forma más real, dispuesta y atractiva, con el único objetivo de que el usuario se convierta en un sujeto activo y explorador de la información [7].

Lo primero fue realizar todos los modelos 3D de tumbas, arboles, rejas y demás objetos que hay en el Panteón Inglés. Al hablar de diseño 3D se refiere a la creación tridimensional de piezas, objetos o estructuras, empleadas generalmente en ingeniería y arquitectura, o a la creación de imágenes en 3D relacionadas con el mundo multimedia y la animación 3D. Los pasos básicos para lograr un objeto 3D son: modelado, mapeado UV, texturizado, iluminación y render. El modelado consiste en dar forma a los objetos individuales, tomando como base una imagen de referencia. El mapeado UV representa las coordenadas de la textura en el modelo, que a la vista 3D coinciden con la posición de los vértices, pero que tienen un movimiento independiente en su forma desplegada. El texturizado se realiza para aumentar el detalle y el realismo de los modelos mediante la incorporación de texturas, se trata de una imagen que se coloca en las caras del polígono. La iluminación o sombreado define como se comportarán las caras de un polígono cuando es iluminado por una fuerte luz. El render genera una imagen desde un modelo, es decir, es el cálculo complejo desarrollado por una computadora destinado a generar una imagen 3D [14].

Al iniciar el modelado fue necesario definir una escala de 1 unidad por metro (1:1) en el sistema de medidas, así como reducir la cantidad de polígonos al máximo para hacer la malla de modelado más ligera, evitar desorden en las coordenadas y minimizar el tiempo de carga en las aplicaciones. También, se obtuvieron las imágenes de referencia, o blueprints, para los modelos. Las referencias son imágenes 2D de una o más vistas ortogonales de un objeto determinado, las cuales son insertadas en cada vista del software como guía para modelar ese objeto con mayor exactitud y precisión que modelarlo a simple vista. Usualmente bastan las tres vistas básicas (Top, Front, Left o Right) para definir el modelo de la mejor manera. Una vez definido lo anterior se procedió a realizar el modelo 3D de cada figura en el software Maya. Para ello, se creó un

cubo o cilindro en la pantalla y luego, utilizando diversas herramientas de modelado, se expandieron gradualmente las diversas caras (polígonos) del cubo en cualquier forma básica que se requiera. Después de realizar el modelo 3D, se obtuvieron sus mapas UV en imágenes coplanares, las cuales permitieron su edición para darle color o textura. En este paso se verificó que cada plano contenga solo cuatro vértices, por lo que algunos se debieron de unir sin dañar la posición inicial y la forma de la geometría. Con ello se procedió a crear el mapa basado en la dirección de las rectas normales con respecto al objeto y sus caras. Una vez terminados los mapas, se editaron en el software Photoshop para ponerle diferentes colores, materiales, texturas, rugosidad, etc., de acuerdo con cada objeto para posteriormente exportarlo a Maya otra vez. El texturizado requirió mucha dedicación, ya que debe de ser un trabajo muy detallado y meticuloso. Lo siguiente fue asignarles iluminación a los modelos 3D mediante luces de diversos tipos, como son: puntuales, direccionales, en área o volumen. El propósito de la iluminación fue generar más realismo a los objetos. Finalmente, se efectuó el renderizado, que es el procesamiento de todo lo que es el polígono, sombras, reflejos, iluminación, etc., para generar imágenes realistas, las cuales tomadas desde diferentes ángulos garantizaron que los modelos 3D cumplen con los requerimientos. Para este proceso se utilizó el motor de render denominado Mental Ray, el cual analiza el comportamiento de la luz con respecto a los materiales o texturas, así como la forma en que rebota en la superficie [14]. En la Figura 2 se presenta la comparación entre las tumbas del Panteón Inglés y las generadas por modelado 3D.



Figura 2: Modelado 3D de las tumbas.



De manera general, los métodos de digitalización que se tratan en este texto cumplieron con las siguientes etapas: presentación de las necesidades, elección de las técnicas que deben aplicarse, adquisición de datos de campo, procesamiento de datos, control de calidad y entrega [15]. Una vez creados todos los modelos y objetos se exportaron al entorno virtual, el cual fue elaborado en el software Unity, que proporciona las herramientas de desarrollo y creación de simuladores o escenarios virtuales [16]. Unity está estructurado para el manejo y creación de escenas para el desarrollo de la aplicación deseada. Se empieza con un espacio en blanco en el que es posible dar forma a todo utilizando las herramientas de la unidad. También permite la importación de materiales, modelos 3D, texturas, sonidos, etc. de otros motores de desarrollo, incluyendo Maya. En Unity se realizó todo el desarrollo del Panteón Inglés y se colocaron los objetos en la posición correcta de acuerdo con el plano.

El primer paso fue crear el terreno, el cual comenzó como una malla plana, y a través de varias funciones fue modelado y esculpido hasta obtener la geometría correcta. Una vez que se tiene el aspecto deseado, se aplicaron las diferentes texturas. Después, se colocaron los modelos 3D importados. Fue importante continuar con la escala usada en la creación de los modelos 3D, ya que la compatibilidad con el escenario depende de ello, así como la buena presentación. Para cumplir con este punto se utilizó la vista de usuario, la cual permitió previsualizar el escenario desde la perspectiva del usuario, o maximizarlo a pantalla completa. También, permitió ver la simulación en movimiento para comprobar su correcto funcionamiento. Al igual que con los modelos 3D, el entorno debió ser iluminado con la misma intensidad de luz, aunque varió un poco según las diferentes texturas del terreno. Finalmente, se agregó a la escena el cielo, así como la niebla y otros efectos de clima. La Figura 3 muestra imágenes del escenario virtual desarrollado.



Figura 3: Escenario virtual.

También en Unity se realizó la programación de algunos objetos para que tengan capacidad de movimiento, se puso la música de fondo y los sonidos para ciertos elementos. Así como para que el nombre de algunas personas enterradas resaltara en su tumba a la hora de que la cámara se acercara a ella. Los scripts de programación se realizaron en lenguaje C#.

Parte de la idea original de este proyecto era que, al acercarse la cámara a determinada tumba, se desplegara un cuadro con el nombre e información adicional de la persona que está enterrada ahí. Sin embargo, esta opción se fue descartando poco a poco al realizar el trabajo, ya que no existe mucha información de las personas enterradas. Incluso en algunas tumbas el nombre de la persona ya no se distingue y no existe información registrada. Por lo que se decidió únicamente poner el nombre de las personas más reconocidas. Adicionalmente, se solicitó a las instituciones correspondientes realizar una investigación de las personas enterradas en el panteón para obtener información que se pueda usar en un futuro en la aplicación, y así convertirla en un mejor medio para incentivar el turismo.

#### APLICACIÓN DE REALIDAD VIRTUAL

Una vez hecho el escenario virtual, se procedió a realizar la aplicación en realidad virtual por medio de la plataforma Google Cardboard, la cual funciona a partir de montar un teléfono móvil inteligente con Android en una base de cartón plegable recortado y con dos lentes. El desarrollo de este proceso se resume a la necesidad en la aplicación de que la cámara se mueva por medio de un joystick, en el cual se programan una serie de scripts. Esto a raíz de que el plugin original de Google para Cardboard solo contiene el script para convertirlo a realidad virtual, pero no proporciona el movimiento del personaje o cámara. Debido a esta necesidad se utilizó la cámara principal de Unity (Main Camera), adaptando los scripts y objetos para su movimiento. La estructura jerárquica de la cámara de realidad virtual quedó de la siguiente manera: el objeto principal que se utiliza como “Padre” se le denomina VR\_GENERAL, siendo este solo un objeto vacío que realiza la función de unión de los dos objetos “Hijos”, llamados “Carboard Main” y “Overlay Canvas”. Los hijos a su vez contienen objetos y scripts, siendo el más importante dentro del funcionamiento “Carboard Main”, en su estructura se encuentran cinco objetos:

- **First Person Controller:** Contiene scripts que hacen la función de movimiento del personaje y los movimientos 360 ° de la cámara, permitiendo la rotación de la cámara.

- **Main Camera:** Contiene un par de objetos que se les denomina “Main Camera Left” y “Main Camera Right”, que son los dos ojos, dividiendo la pantalla para lograr el efecto VR.

- **Walk Pointer:** Es el objeto que sirve como apoyo para hacer que la cámara se mueva por medio del joystick.

- **Graphics:** Es el objeto de capsula que sirve para conectar todo, simulando ser el personaje.

- **Stereo render:** Contiene dos elementos que proporcionan el render del proyecto, dando la apariencia final del mismo llamándose “Pre-Render” y “Post-Render”.

El otro “Hijo” de VR\_GENERAL es “Overlay Canvas”, el cual solo contiene el FPS que funge como la pantalla que permite configurar la parte de realidad virtual, siendo este un plugin de Google Cardboard. Con los cambios anteriores fue posible realizar la aplicación de realidad aumentada, así como mover la cámara por medio de un joystick como se observa en la Figura 4.

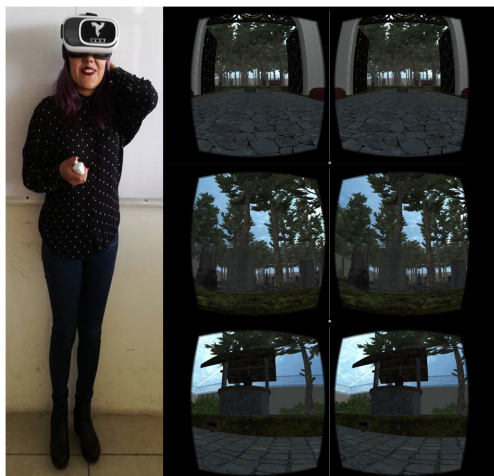


Figura 4: Aplicación de realidad virtual.

Finalmente se realizó el testeó para encontrar y resolver los problemas que existan en la puesta en marcha de la aplicación, así como para verificar diversos aspectos, como son: fiabilidad, eficiencia, portabilidad, escalabilidad, mantenibilidad, compatibilidad, usabilidad y capacidad. Hecho lo anterior se procedió a realizar la versión Beta de la aplicación, lo cual significó que estaba prácticamente terminada.

Para comprobar la eficacia de la aplicación, se probó en turistas que arribaban a Real del Monte. La mayoría conocía la existencia del Panteón Inglés. Sin embargo, una gran parte no lo conocía o no tenía contemplado visitarlo. Los resultados fueron positivos, principalmente en los jóvenes, ya que aceptaron con agrado e interés el uso de nuevas tecnologías para promover el panteón, además lograron manejar con mayor rapidez el joystick y los movimientos de cámara. Mientras que los adultos tuvieron ciertas dificultades para dominar la realidad virtual, aunque reconocieron que es una idea innovadora. De manera general la gente consideró visitar el lugar ya que no tenía conocimiento de que era un panteón diferente y de la majestuosidad que hay en su interior. También pidieron informes para adquirir no solo la aplicación, sino información histórica acerca del panteón y de los personajes que ahí se encuentran enterrados. Por lo que la aplicación de realidad virtual del Panteón Inglés de Real del Monte cumplió con su propósito de incentivar a la gente a visitarlo.

## CONCLUSIONES

El diseño, desarrollo e implementación de una aplicación de realidad Aumentada para promocionar turísticamente el Panteón Ingles ubicado en el Pueblo Mágico de Real del Monte en el Estado de Hidalgo es descrito a profundidad. La finalidad es que las personas por medio de un celular realicen un recorrido por el panteón para conocer la belleza de su interior, y con ello incentivar su visita. Al mismo tiempo, tiene como propósito conservar digitalmente el panteón en su totalidad ya que con el paso del tiempo se ha ido deteriorando poco a poco a pesar del constante mantenimiento que se le da. Se plantearon actividades como storyboard, modelado 3D, mapeado UV, texturizado, iluminación y render para realizar primeramente el escenario virtual; y adecuación de cámara, instalación de plugins, creación de scripts, emparentado de cámara al personaje y la creación del APK de Android para el desarrollo de la aplicación de realidad virtual. El proceso fue muy tardado y complejo, ya que se cuidan los detalles al momento de modelar los objetos 3D y realizar los escenarios virtuales, asimismo deben ser archivos ligeros de tamaño para que la aplicación cargue rápido y no ocupe demasiado espacio en su instalación. Al probar la aplicación con diversas personas que estaban por entrar a la localidad de Real del Monte, la mayoría coincidió en que es una forma interesante y agradable de promocionar un destino turístico, considerando acudir al lugar en su visita. Por lo que la aplicación cumplió con su objetivo de ser un nuevo medio de difusión turístico.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los alumnos de la Ingeniería en Animación y Efectos Visuales de la Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo por su participación en el desarrollo del entorno virtual y de la aplicación. Así como el gobierno del Pueblo Mágico de Real del Monte por las facilidades otorgadas a la hora de recabar la información pertinente relacionada al Panteón Ingles.

## REFERENCIAS

1. Cabarcos, N. Promoción y venta de servicios turísticos. España: Ideaspropias Editorial, 2010.
2. Molina, S. O pós-turismo. São Paulo: Aleph, 2004.
3. Prideaux, B. Cyber-tourism: a new form of tourism experience. *Tourism Recreation Research*. 2005, 30(3), 5-6.
4. Burdea, G. & Coiffet, P. *Virtual Reality Technology*. New York: Wiley, 2003.
5. Pérez, F. Presente y futuro de la tecnología de la realidad virtual. *Revista Creatividad y sociedad*. 2005,16, 1-39.
6. Sussmann, S. and Vanhegan, H. Virtual reality and the tourism product substitution or complement? *ECIS, Proceedings, Surrey*. 2000, 117, 1-8.
7. Haz, L., Cruz, P., & Sánchez J. La realidad virtual como herramienta tecnológica para fomentar el turismo en la península de Santa Elena. *3C Tecnología*. 2016, 5(3), 53-67.
8. Heras, L., & Villareal, J. La realidad virtual en los nuevos paradigmas de la ciencia de datos. *Revista Digital Universitaria*. 2011, 12(9).
9. Lucet L., & Espinosa J. IXTLI, un espacio para el aprendizaje y descubrimiento asistidos por la realidad virtual, *Mensaje Bioquímico*. 2004, 28.
10. Cruz, M., Morales, A., & Ayala Ruiz, A. Diseño de productos asistidos por realidad virtual inmersiva. *Ingeniería mecánica, tecnología y desarrollo*. 2006, 2(3), 93-100.
11. Minderer, M., & Harvey, C. D. Virtual reality explored. *Nature*. 2016, 533(7603), 324.
12. [www.realdelmonte.com.mx](http://www.realdelmonte.com.mx)
13. [www.turistichidalgo.com](http://www.turistichidalgo.com)
14. Olvera, Y., Vargas, J., & Echenique, L. Uso de Realidad Aumentada para Promocionar los Pueblos Mágicos de Hidalgo mediante el Modelado Digital en 3D de sus atractivos Turísticos. *Exploratoris Observatorio de la Realidad Global*. 2017, 2(6), 15-22.
15. Héno, R. & Chandelier, L. 3D modeling of buildings: outstanding sites. *US: Iste*, 2014.
16. Olvera Y., Gea, M., & Barrón, J. Creación de Videojuego Didáctico sobre Matemáticas para Estudiantes de Primaria, *Revista de Sistemas Computacionales y TIC's*. 2016, 2(5), 9-16.



## Acerca de los autores



Yair Olvera es Doctor en Comunicaciones y electrónica por el Instituto Politécnico Nacional, y profesor – investigador de tiempo completo en el Departamento de Animación y Efectos Visuales de la Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo desde el año 2013. Es autor de 2 patentes, 4 capítulos en libros, más de 10 artículos de investigación en revistas nacionales e internacionales, más de 15 ponencias en congresos nacionales e internacionales, y 5 direcciones de tesis a nivel licenciatura. Sus principales áreas de investigación son: procesamiento de señales, redes computacionales, teoría matemática, multimedia, y animación 2D. Actualmente es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) con la distinción de Candidato a Investigador Nacional.



Mario Gea es Maestro en Informática por el Instituto de Estudios Universitarios en Puebla, y profesor – investigador de tiempo completo en el Departamento de Animación y Efectos Visuales de la Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo desde el año 2013. Es autor de más de 5 artículos de investigación en revistas nacionales e internacionales, más de 5 ponencias en congresos nacionales e internacionales, y 2 direcciones de tesis a nivel licenciatura. Todos ellos relacionados al diseño, creación y aplicación de videojuegos y realidad virtual en los sistemas educativos. Sus principales áreas de investigación son: modelado 3D, entornos virtuales, realidad virtual, programación estructurada, y multimedia.