

# Interacción de modelos 3d con realidad aumentada

Iván Peredo Valderrama

Ingeniería en Sistemas Computacionales-Universidad Politécnica de Querétaro  
El Marqués, Querétaro C.P. 76240, México

Rubén Peredo Valderrama

Ingeniería en Sistemas Computacionales-Escuela Superior de Cómputo - IPN  
Ciudad de México, D.F. C.P. 07738, México

y

Karina Anaya Rivera

Ingeniería en Sistemas Computacionales-Universidad Politécnica de Querétaro  
El Marqués, Querétaro C.P. 76240, México

## RESUMEN

La Realidad Aumentada (*Augmented Reality*, AR por sus siglas en inglés) es un tema que ha ido tomando fuerza en la última década a pesar de que este término tiene más de 20 años. La AR, es una tecnología que mezcla la realidad y añade lo virtual, la mayoría de las personas creen que esto es realidad virtual, pero no lo es, ya que esta implica aislarte de la realidad e introducirte a una virtual. La AR se define como una mezcla de dos entornos, uno real y otro virtual, que actualmente se puede implementar en distintos dispositivos. De esta forma se enriquecen las experiencias visuales y puede apoyar en mejorar múltiples técnicas de aprendizaje. La presente propuesta es una aplicación que permite la manipulación completa de diferentes objetos 3D utilizando AR. Esta aplicación tiene como objetivo visualizar diferentes escenarios de la ciudad de Querétaro para mejorar las experiencias de los turistas en recorridos virtuales. La finalidad de este proyecto fue crear una aplicación que utilizó el Motor Unity y la plataforma Vuforia que permitió implementar la AR, y aplicarla al sector turístico, con esto se pretende crear una estancia más atractiva para los turistas que visiten la ciudad.

**Palabras Claves:** Realidad Aumentada, Objetos 3D, Unity, Vuforia.

## 1. INTRODUCCIÓN

El avance vertiginoso que ha tenido la tecnología para el desarrollo de dispositivos inteligentes a lo largo de las últimas décadas, ha permitido a los desarrolladores entrar a ramas o tópicos que no habían sido tomados en cuenta antes, por su grado de complejidad y/o a la imposibilidad de contar con la tecnología adecuada en ese momento [1-5]. Desde la creación de los sistemas operativos móviles y software para el desarrollo de aplicaciones de los mismos, se ha ido mejorando la calidad de estas aplicaciones por la sencillez para desarrollarlas y manipularlas por parte de los usuarios [6]. Los problemas comienzan cuando se utiliza una tecnología que no es muy conocida y por lo tanto, es difícil de aprender; debido a la escasa documentación y sus elevados costos de licenciamiento. Pero si se tiene la posibilidad de libre acceso a utilizar esta tecnología y es sencilla, se abre un mundo de posibilidades con las cuales no se contaba antes, entonces se pueden desarrollar mejores aplicaciones, y mejorar la interacción que tienen los

usuarios con el entorno que los rodea, es aquí donde entra la AR.

Cuando se habla de AR tenemos que hacer hincapié que su aplicación en las nuevas tecnologías es relativamente nueva, a lo largo de los años ha tomado gran popularidad por su gran versatilidad y fluidez en dispositivos inteligentes, sin embargo no ha sido suficiente debido al desconocimiento de esta tecnología por gran parte de los usuarios. Aunque su evolución ha avanzado lentamente, en los últimos años se ha abierto un mundo nuevo de posibilidades para la comercialización de esta misma en diferentes áreas [7]. La reciente incorporación de varias empresas en el uso de las nuevas tecnologías (AR), han puesto a disponibilidad de los desarrolladores y público en general, el acceso a esta; por medio de software, documentación, diseño y desarrollo, lo que ha hecho posible acercarse a distintos tópicos como lo son: publicidad, aplicaciones informativas, educación, juegos, etc., siendo estos últimos los más destacados, lo que ha hecho proliferar el desarrollo de este tipo de aplicaciones [8].

La AR, mezcla la realidad del mundo, así como contenidos en tercera dimensión generados por una computadora, que son contenidos virtuales, la AR se podría confundir con la realidad virtual pero esta se representa como una tecnología que te aísla de la realidad. Por lo tanto podremos definir la AR, como una tecnología que une el mundo real con el virtual, ahora bien para realizar la AR; se necesitan los siguientes elementos: Monitor de computadora, cámara Web, software y marcadores así como los dispositivos inteligentes como iPad y teléfonos móviles que cuenten con la capacidad de realizar los procesos para que esto suceda. Para ello, los dispositivos móviles necesitan tener aplicaciones previamente instaladas. Sin embargo la AR, no solo es eso, sino el fruto de técnicas que procesan imágenes cuadro a cuadro aunado a los dispositivos que describen la información que reciben de una porción específica del mundo real, como lo pueden ser la portada de un libro, un folleto, un paisaje, un letrero, una foto, etc. [9].

Esta propuesta muestra una aplicación que permite la manipulación completa de diferentes objetos 3D utilizando la AR. Esta aplicación tiene como objetivo principal visualizar diferentes escenarios de la ciudad de Querétaro para mejorar la experiencia de los turistas en lo que respecta a recorridos virtuales en diferentes épocas a lo largo del tiempo. Las

aportaciones que ofrece este proyecto son: Navegador que manipula objetos 3D, utilizando el Motor Unity y la plataforma Vuforia que permita implementar la AR, y aplicarla al sector turístico, y con esto ayudar a crear una estancia más atractiva para los turistas que visitan algún lugar de la ciudad de Querétaro.

## 2. ESTADO DEL ARTE

Siempre que se habla de AR lo primero que se viene a la mente es un modelado en 3D que será visualizado en un dispositivo, la Figura 1 muestra un modelado y animación 3D en Blender. Sin embargo en el pasado era casi imposible realizar esto, ya que la tecnología no era lo suficientemente buena como para diseñar una aplicación así, actualmente se cuenta con una gran variedad de software de modelado en 3D (Autodesk Maya, Blender, Cinema 4D, Google Sketchup, etc.).

La propuesta en un inicio contemplaba solo el uso de modelados en 3D, para crear una aplicación con interacción entre el usuario y el modelado en cuestión, otra alternativa que se contemplo fue el crear un videojuego, ya que hoy en día están de moda, permitiendo así mejorar la interacción con el jugador y la consola de videojuego, finalmente se optó por diseñar una aplicación que permitiera interactuar a las personas con modelados en 3D, utilizando el Motor Unity y la plataforma Vuforia para implementar la AR, la Figura 2 muestra la combinación de estas dos tecnologías. La finalidad de la propuesta es aplicar la AR al sector turístico en el estado de Querétaro, y con esto ayudar a crear una estancia más placentera y enriquecedora para los turistas que visitan algún lugar de la ciudad.

Una vez diseñada, desarrollada e implementada la aplicación en el sector turístico la Universidad Politécnica de Querétaro (UPQ) entablará en común acuerdo con el gobierno del estado para desarrollar aplicaciones e integrarlas en un futuro a los libros que tengan animales o paisajes de otras épocas.

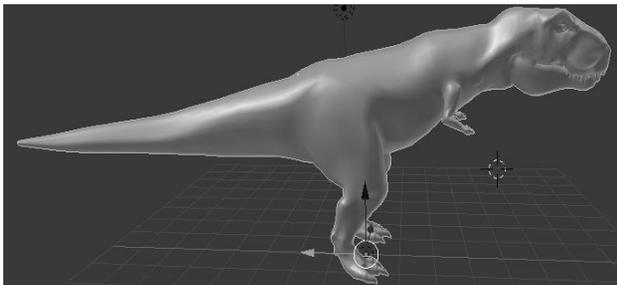


Figura 1. Modelado y animación 3D en Blender.

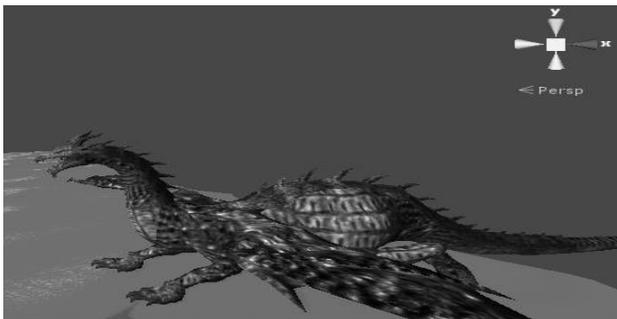


Figura 2. Modelado 3D en Unity y la plataforma Vuforia.

A pesar de que la tecnología aún no ha alcanzado la madurez necesaria como para implementarla en otras áreas en las que la AR es casi vital, hay lugares como escuelas o industrias que requieren de manipular objetos en 3D ofreciendo enriquecer en diversos aspectos la información que se recibe. Dicho en otras palabras la AR brinda la oportunidad de interactuar con cualquier objeto que va desde una simple cosa hasta el universo mismo. Lo único que limita la AR es el hecho de que requiere muchas líneas de código en su codificación. La Figura 3 muestra un ejemplo de un código simple, utilizando Unity y la plataforma Vuforia, para realizar proyectos ambiciosos.

```
function Start ()
{
    renderer.material.mainTexture.Play();
    renderer.material.mainTexture.loop = true;
}
function Update ()
{
    if (Input.GetButtonDown ("Jump"))
    {
        if (renderer.material.mainTexture.isPlaying)
        {
            renderer.material.mainTexture.Pause();
            ys=1;
        }
        else
        {
            renderer.material.mainTexture.Play();
        }
    }
    ...
}
```

Figura 3. Líneas de código para Unity y la plataforma Vuforia.

En la realización del presente, se investigaron diversos trabajos relacionados con aplicaciones que utilizan la AR, con la finalidad de eliminar el uso del ratón y teclado para llevar a una forma de interacción más natural con el usuario y la computadora. Algunos de los trabajos revisados son los siguientes:

LearnAR [10], es una herramienta nueva de aprendizaje interactiva, trata de diez programas de estudios para maestros y estudiantes que les permite explorar y experimentar mediante la combinación del mundo real con contenidos virtuales. El paquete de recursos consiste en actividades de matemáticas, ciencias, anatomía, física, geometría, educación física e idiomas.

Wikitude World Browser [11], es una de las 50 mejores aplicaciones para Android y el ganador como mejor programa de AR para teléfonos móviles de Augmented Planet. Esta aplicación funciona como una enciclopedia del futuro, que ha roto la línea del tiempo, y por alguna extraña razón será la enciclopedia del Siglo XXII.

TAT Augmented ID [12], servicio capaz de reconocer la cara de una persona y mostrar en que redes sociales está presente (e-mail, Twitter, Facebook). Por ejemplo, durante una conferencia, se toma un video del expositor, y en pantalla aparece debajo de su rostro sus generales, las redes sociales y otros servicios Web a los que está suscripto con un primer nivel de detalle.

WordLens [13], permite traducir las palabras que aparecen en una imagen. Basta con tomar una fotografía a cualquier texto desconocido, un anuncio, un menú, un volante, y se obtiene una traducción instantánea sobre el mismo objeto. El proceso es

muy sencillo, el software identifica las letras que aparecen en el objeto y busca la palabra en el diccionario. Una vez que encuentra la traducción, la dibuja en lugar de la palabra original. La aplicación es ideal para quienes viajan mucho y necesitan conocer de manera rápida el significado de alguna palabra.

Como se puede apreciar en los distintos trabajos presentados con anterioridad todos utilizan AR, de una manera innovadora, así el usuario puede emplear movimientos que le parecen familiares para crear una interacción más natural, como si estuviera manipulando objetos reales.

### 3. METODOLOGÍA USADA

En el desarrollo de un proyecto de software los cambios son constantes, las actualizaciones a los proyectos de software están a la orden del día, modificando en muchos casos el proyecto original, teniendo que actualizarse constantemente el diseño e implementación consecuentemente. Los diseños de software robusto permiten manejar de mejor manera el cambio en los proyectos de software, posibilitándonos a emplear mejor las modificaciones y cambios.

#### Patrones de diseño

Los patrones de diseño de software proveen una mejor visión para el análisis y diseño de los proyectos de software, ofreciendo óptimas soluciones, con la finalidad de manejar mejor el cambio a lo largo de la vida de un proyecto de software, y maximizar la reutilización de las partes de los proyectos de software. Hay una gran variedad de patrones de diseño de software que en su gran mayoría posibilitan que el software pueda ser modificado de una forma sencilla, y proporciona un mejor mantenimiento del código del proyecto de software a lo largo de la vida del proyecto. Los patrones de diseño son soluciones exitosas comprobadas y eficaces, que tienen el conocimiento de expertos del área a nivel mundial, y que están en un proceso de mejoramiento continuo, proporcionando a un proyecto de software una mejor arquitectura, que posibilita manejar el cambio de una manera más eficaz.

La aplicación utilizará principalmente los siguientes patrones de diseño: Patrón de composición, Modelo-Vista-Controlador (Model-View-Controller, MVC por sus siglas en inglés), además de componentes de software, estos últimos tienen una elevada reusabilidad y su estructuración modular tiene un alto grado de flexibilidad. El patrón MVC se utiliza principalmente en aplicaciones Web, pero debido a sus ventajas se ha extendido rápidamente a todo tipo de aplicaciones. Por último los componentes usan el patrón de composición para conformar estructuras complejas en tiempo de ejecución, con base en estructuras más simples, teniendo el patrón como ventaja fundamental las siguientes: Estructurar componentes complejos con base en componentes más simples (indivisibles y compuestos), y tener una sola Interfaz de Programación de Aplicación (Application Programming Interface, API por sus siglas en inglés) para componentes: indivisibles y compuestos.

#### Patrón de composición

El patrón de composición posibilita la construcción de estructuras complejas con base en estructuras más simples. Se tienen dos tipos de componentes denominados: Indivisibles y

complejos, estos últimos son una conjunción de otros componentes. El patrón de Composición permitió simplificar la API de la aplicación propuesta, posibilitando manejar de forma indistinta componentes indivisibles y complejos de la propuesta. Este patrón permite maximizar la reutilización de los componentes de la propuesta, pudiendo utilizar los componentes indivisibles y complejos en diferentes contextos.

#### Patrón modelo-vista-controlador

El patrón MVC es un patrón compuesto, que permite incrustar otros patrones y trabajar de forma conjunta, con la finalidad de desarrollar aplicaciones complejas. El patrón está compuesto de tres partes fundamentales: Modelo, Vista y Controlador. El Modelo representa la base de datos de la aplicación, y la lógica de negocios, la Vista presenta la interfaz hacia el usuario y muestra el estado de la aplicación, por último el Controlador maneja la Vista de entrada del usuario con su correspondiente Vista de salida, y cambia el estado de la aplicación. La gran flexibilidad del patrón se debe a la separación de los tres componentes que lo conforman, sin superponer sus responsabilidades, permitiendo a cada parte llevar a cabo sus tareas, estos componentes trabajan de forma conjunta, los tres componentes del patrón mantienen comunicación entre sí.

El patrón MVC ha sido utilizado por default en varios de nuestros proyectos de software [14-17], posibilitando la implementación de proyectos de software: Maximizando la reutilización de las partes que conforman el proyecto de software, y además permite manejar mejor el cambio a lo largo de la vida del proyecto, proporcionando un código de fácil mantenimiento. Por los motivos expresados en el punto 3.2 y 3.3, nuestra nueva propuesta implementa los patrones: MVC, y Composición. La Figura 4 muestra la arquitectura interna de la propuesta con los dos principales patrones de diseño de software: MVC y composición.

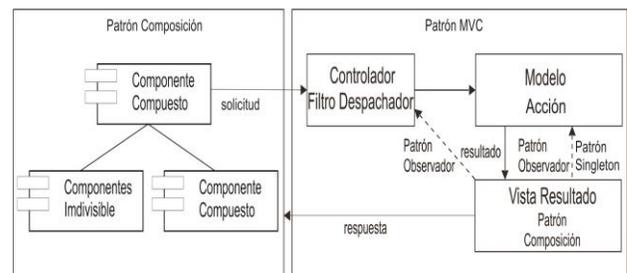


Figura 4. Arquitectura interna de la propuesta basada en patrones.

#### Análisis y diseño de la aplicación basada en componentes

Se desarrolló una aplicación capaz de mostrar a los usuarios como era la zona céntrica de Querétaro en la época antigua con AR, la cual permitió tener una mayor interacción con el ambiente que lo rodea, además de conocer parte de la historia del estado de una forma más amena dejando atrás el método tradicionalista. Esta aplicación facilita el aprendizaje a los usuarios sobre distintas ubicaciones que ofrece esta entidad. Se implementó el uso de la tecnología de la AR capaz de detectar el ambiente y la sección donde se está colocando el dispositivo, creando una animación dentro de este ambiente. La aplicación ofrece una interfaz sencilla para que los usuarios puedan interactuar con la misma de forma más intuitiva.

La aplicación propuesta busca implementarse en el sector turístico, enriqueciendo las experiencias que tienen los turistas durante las visitas al estado de Querétaro. Por esa razón, este proyecto nació con el objetivo de crear una ambientación de ciertas épocas de la historia con las cuales el usuario tendrá total libertad de interactuar con ellas de modo que pueda percibir los elementos más esenciales de la época antigua.

Esta aplicación posicionará al estado de Querétaro en los primeros lugares en la difusión de su cultura e historia a nivel nacional, con la implementación de las nuevas tecnologías con la finalidad de enriquecer las experiencias de los turistas, posibilitando un mayor interés al estado, mejorando de manera directa su economía, y brindando opciones que seguramente solo se encuentran en países de primer mundo. Para ello sólo será necesario que cualquier persona pueda manipular la aplicación desde cualquier dispositivo, y con ello que todos sean partícipes de lo que la tecnología puede lograr.

Para la creación de la propuesta se utilizaron las siguientes herramientas de software: El Motor Unity, la plataforma Vuforia, Monodevelop, Cinema 4d, Blender, SDK Android, Lenguaje C#, Lenguaje JavaScript para Unity. A continuación se describe cada una de las herramientas que se utilizaron para la creación de la aplicación con AR:

Unity [18], motor para crear videojuegos multiplataforma creado por Unity Technologies. Unity está disponible como plataforma de desarrollo para Windows y OS X, y permite crear juegos para Windows, OS X, Linux, Xbox 360, PlayStation 3, Wii, Wii U, iPad, iPhone, Android y Windows Phone. En la presente propuesta Unity fue la plataforma base donde se montó la aplicación, desde los modelos creados en Cinema 4d y Blender, hasta los códigos o scripts que se utilizaron para este proyecto, el motor permitió conjuntar todos los elementos.

La plataforma Vuforia [19], producto de Qualcomm Technologies, Inc. y sus subsidiarias, que posibilita la AR con experiencias de aplicaciones que son de lo mejor en su clase y creativas, más allá de la definición. Estas experiencias pueden llevarse a cabo a través de la mayoría de los entornos del mundo real, posibilitando a las aplicaciones móviles ver objetos 3D con AR. La plataforma tiene soporte para iOS, Android y Unity 3D. Vuforia permite escribir una única aplicación nativa que pueda llegar a la mayor cantidad de usuarios de una amplia gama de teléfonos inteligentes y tabletas. En la presente propuesta Vuforia es el plug-in que se agregó a Unity, y con el cual se implementaron las aplicaciones que permiten visualizar los objetos 3D con AR.

Monodevelop [20], es un entorno de desarrollo integrado libre y gratuito, diseñado primordialmente para C# y otros lenguajes como Nemerle, Boo, Java. Monodevelop. Originalmente fue una adaptación de SharpDevelop para Gtk#, pero desde entonces se ha ido adaptando a las necesidades de los desarrolladores del Proyecto Mono. En la presente propuesta se utilizó para codificar scripts híbridos entre C# y JavaScript, para realizar las acciones necesarias.

Cinema 4D [21], software de creación de gráficos y animación 3D, desarrollado originariamente para Commodore Amiga por la compañía alemana Maxon. En la presente propuesta permitió realizar los modelados necesarios en la aplicación con una

calidad gráfica superior a otros motores de creación de gráficos.

Blender [22], software multiplataforma, dedicado esencialmente al modelado, animación y creación de gráficos tridimensionales. Actualmente es compatible con todas las versiones para Windows, Mac OS X, y GNU/Linux. En la presente propuesta se utilizó al igual que Cinema 4D, para desarrollar modelados 3D pero con una calidad menor, debido a sus bajos requerimientos de recursos gráficos que demanda.

El Kit de Desarrollo de Software (Software Development Kit, SDK por sus siglas en inglés) de Android [23], incluye un conjunto de herramientas de desarrollo para Android, que comprende un depurador de código, biblioteca, un simulador de teléfono basado en QEMU7, documentación, ejemplos de código y tutoriales. En la presente propuesta este software fue la clave, ya que fue el encargado junto con Unity de crear los archivos a (\*.apk), que son instalados en los dispositivos android.

C#, lenguaje de programación para Unity [24], orientado a objetos desarrollado y estandarizado por Microsoft como parte de su plataforma .NET. C# es uno de los lenguajes de programación diseñados para la infraestructura de lenguaje común. En la presente propuesta es el lenguaje que posibilitó codificar los scripts para Unity, y se utilizó con el software monodevelop, debido a la facilidad para trabajar con Unity en el medio ambiente 3D.

UnityScript, lenguaje de programación interpretado para Unity [25], es un dialecto del estándar ECMAScript. En la presente propuesta es el lenguaje de JavaScript modificado especialmente para Unity, que permitió trabajar con Unity, debido a que cuenta con las funciones de Unity para trabajar con el espacio 3D y la física.

## Funcionamiento

Antes de detallar el funcionamiento de la aplicación, explicaremos los requerimientos mínimos que se necesitan para ejecutar las aplicaciones con AR:

Monitor de la computadora: Dispositivo donde se ven reflejados los elementos de lo real y lo virtual que conforman la realidad aumentada.

Cámara Web: Dispositivo que toma la información del mundo real y la transmite al software de realidad aumentada.

Software: Programa que toma los datos reales y los transforma en realidad aumentada.

Marcadores: Son hojas de papel con símbolos que el software interpreta y de acuerdo a un marcador específico realiza una respuesta tales como: mostrar una imagen 3D, hacer cambios de movimiento al objeto 3D que ya está creado con un marcador, reproducción de videos, etc.

La Figura 5 muestra un ejemplo de AR; como se puede observar se está utilizando un marcador llamado framemarker, y es utilizado como eje para montar una imagen, y en nuestro caso mostrar imágenes de la zona céntrica de la entidad, además se puede notar que no es necesario ser un experto en algún área técnica específica para utilizarla, ya que solo se

requiere utilizar los marcadores para interactuar con el software. La conjunción del software descrito anteriormente, posibilitó con ciertos conocimientos de programación y de diseño, realizar una aplicación con AR.



Figura 5. Utilización de marcadores para interactuar con la aplicación de AR.

Con ayuda de la nube, se agrego las fotografías necesarias para la aplicación reduciendo el peso considerablemente, esto significa que se creó una base de datos en la Web. Las Figuras 6 y 7 muestran imágenes de la propuesta, aplicadas a ubicaciones geográficas del estado con interés histórico.



Figura 6. Zona céntrica de Querétaro.

En las Figuras 6 y 7 se puede apreciar un ejemplo de la propuesta, la Figura 6 muestra la zona céntrica actual de Querétaro, mientras que la Figura 7 es la misma zona pero diversos años atrás, la aplicación de AR de la propuesta permite remontarnos en la época antigua a la actual, a través de la manipulación de escenas de la aplicación posibilitando recrear los diversos escenarios más importantes de la ciudad.

La aplicación con AR funciona a través de diversos dispositivos móviles, los cuales necesitan de aplicaciones capaces de soportar AR, a su vez necesitan de la combinación del Motor Unity y Vuforia para la creación de estas, capaces de cambiar parte de la realidad por modelos en tercera dimensión; la finalidad de la aplicación es recrear en tiempo de ejecución parte de las edificaciones en épocas pasadas de la entidad por medio de los teléfonos móviles. La aplicación con AR detecta algún edificio o algún paisaje, y a continuación procederá a generar el terreno nuevo modelado en Cinema 4D y Blender.



Figura 7. Zona céntrica de Querétaro hace varios años.

### Entorno gráfico

Está diseñado para que el usuario tenga un fácil aprendizaje de las funciones del mismo entorno. La Figura 8 muestra el último prototipo del menú de inicio, donde el usuario podrá elegir qué es lo que desea hacer, por ejemplo: Ver sitios de interés general de la ciudad de Querétaro en las diferentes etapas de la historia.

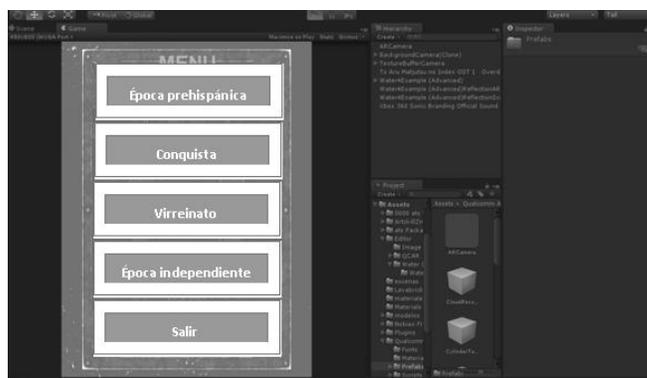


Figura 8. Interfaz del usuario de nuestra aplicación con AR.

Un punto clave del desarrollo del proyecto fue unir el mundo real y virtual del estado, con la intención de mejorar la interacción del hombre con el ambiente que le rodea a través de AR, y así el usuario pueda manipular parte del entorno por medio de la tecnología de AR, logrando enriquecer sus experiencias de aprendizaje.

## 4. RESULTADOS

La simulación de la ciudad de Querétaro con AR, busca apoyar a los usuarios con experiencias más enriquecedoras por medio de la AR, a través de dispositivos móviles comunes, que tengan soporte de AR, para que los turistas puedan conocer más de la entidad. Este tipo de aplicaciones tiene la ventaja de que puede seguir siendo actualizada a lo largo del tiempo, debido a que tiene un diseño robusto basado en patrones de diseño de software, además de seguir mejorando constantemente, y expandiéndose de forma indefinida, y no solo considerar a la ciudad, sino agregar otras entidades o lugares turísticos de interés a nivel nacional.

Se desarrollo una aplicación con AR, que permita al usuario interactuar con el ambiente que lo rodea de una forma más atractiva, por medio de dispositivos inteligentes como lo son los teléfonos móviles que cuenten con soporte para AR. La propuesta se enfoca al área turística, que apoye la estancia de los turistas de una forma significativa, agradable y enriquecedora.

## 5. CONCLUSIONES

La aplicación propuesta provoca a las personas adentrarse e interactuar con la tecnología de AR, que pronto será de gran uso en diferentes actividades cotidianas, siendo un ejemplo muy claro de esta nueva tendencia el dispositivo de visualización Google Glass, lo que llevará al desarrollo de nuevas aplicaciones que ayuden a cumplir las nuevas necesidades que van surgiendo de los usuarios.

De igual manera este tipo de aplicaciones ayuda a ver desde un punto de vista totalmente diferente el ambiente que le rodea, cuando el usuario interactúa con el mundo de la AR se abren nuevas puertas y posibilidades que no se consideraban antes, hoy en día la gente está acostumbrada a usar las aplicaciones que le resuelvan los problemas de manera rápida y eficiente, de forma análoga la aplicación propuesta ayudará a interactuar más con el ambiente, en los sitios de interés del estado.

La presente propuesta de aplicación de AR está enfocada a sitios de interés para el turismo, pero es fácilmente aplicable a otras áreas, siendo una de las más interesantes, el área de educación, lo que proporcionaría experiencias más enriquecedoras a los estudiantes.

La propuesta tiene la ventaja de que cuenta con un bosquejo robusto basado en patrones de diseño de Software, lo que permite manejar de manera óptima los cambios en el proyecto, simplificando el mantenimiento del código a lo largo de su vida y maximizando la reutilización de las partes del proyecto.

## 6. RECONOCIMIENTOS

Los autores de este artículo agradecen a la Universidad Politécnica de Querétaro y al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y a la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) por su apoyo para este trabajo dentro de los proyectos SIP: 20140382 y 20140359 dentro del proyecto multidisciplinario 1665. Los autores desean reconocer a todos sus colegas y estudiantes Juárez Moreno César Fernando, Nieves Lagunas Jesús Abraham, Arias Arreola Luis Enrique, Toledo Torres Jorge Antonio que participaron en el diseño y desarrollo del software, y materiales de aprendizaje descritos en este artículo.

## 7. REFERENCIAS

- [1] AR, “Augmented reality”, última fecha de modificación: 2013, disponible en el sitio Web con URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Augmented\\_reality](http://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality).
- [2] Greg Kipper and Joseph Rampolla, Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR, 1 edition, Syngress, 2012.
- [3] James Kent, The Augmented Reality Handbook - Everything You Need to Know about Augmented Reality, Tebbo, 2011.
- [4] Rui Wang, Augmented Reality with Kinect, Packt Publishing, 2013.
- [5] Alan B. Craig, Understanding Augmented Reality: Concepts and Applications, 1 edition, Morgan Kaufmann, 2013.

- [6] Tony Mullen, Prototyping Augmented Reality, 1 edition, Sybex, 2011.
- [7] Kyle Roche, Pro iOS 5 Augmented Reality, 1 edition, Apress, 2011.
- [8] Raghav Sood, Pro Android Augmented Reality, 1 edition, Apress, 2012.
- [9] Borko Furht, Handbook of Augmented Reality, Springer, 2011.
- [10] LearnAR, “Learn Augmented reality”, última fecha de modificación: 2013, disponible en el sitio Web con URL: <http://www.learnar.org/>.
- [11] Wikitude, “Wikitude World Browser”, última fecha de modificación: 2013, disponible en el sitio Web con URL: <http://www.wikitude.com/>.
- [12] TAT, “TAT Augmented ID”, última fecha de modificación: 2013, disponible en el sitio Web con URL: <http://www.tat.se/>.
- [13] WordLens, “Word Lens”, última fecha de modificación: 2013, disponible en el sitio Web con URL: <http://questvisual.com/es/>.
- [14] Rubén Peredo Valderrama, Alejandro Canales Cruz: Aplicaciones Web basadas en componentes de software para Educación Basada en Web. CNCIIC-ANIEI 2008.
- [15] R. Peredo Valderrama, I. Peredo Valderrama, L. Balladares Ocaña, Sistema evaluador usando Web semántica para educación basada en Web, 5ta. Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI 2006), IIS, 2006.
- [16] R. Peredo Valderrama, I. Peredo Valderrama, L. Balladares Ocaña, Sistema generador de contenidos multimedia interactivos didácticos usando componentes de software para educación basada en Web, 6ta. Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI 2007), IIS, 2007.
- [17] Rubén Peredo, Alejandro Canales, Alain Menchaca, Iván Peredo, Intelligent Web-based education system for adaptive learning, Expert Systems with Applications, 38(12): 14690–14702, Pergamon Press, 2011.
- [18] Unity, “Unity 3D”, última fecha de modificación: 2013, disponible en el sitio Web con URL: <http://unity3d.com/>.
- [19] Vuforia, “Vuforia Qualcomm Technologies”, última fecha de modificación: 2013, disponible en el sitio Web con URL: <http://www.qualcomm.com/solutions/augmented-reality>.
- [20] Monodevelop, “Monodevelop 4.0”, última fecha de modificación: 2013, disponible en el sitio Web con URL: <http://monodevelop.com/>.
- [21] Cinema 4D, “Cinema 4D Studio”, última fecha de modificación: 2013, disponible en el sitio Web con URL: <http://www.maxon.net/es/products/cinema-4d-studio.html>.
- [22] Blender, “Blender 2.69”, última fecha de modificación: 2013, disponible en el sitio Web con URL: <http://www.blender.org/>.

[23] SDK de Android, “SDK de Android Developers”, última fecha de modificación: 2013, disponible en el sitio Web con URL: <http://developer.android.com/sdk/index.html>.

[24] Unity C#, “Unity C# Integration”, última fecha de modificación: 2013, disponible en el sitio Web con URL: <http://docs.unity3d.com/Documentation/Manual/VisualStudioIntegration.html>.

[25] UnityScript, “UnityScript”, última fecha de modificación: 2013, disponible en el sitio Web con URL: [http://wiki.unity3d.com/index.php/UnityScript\\_versus\\_JavaScript](http://wiki.unity3d.com/index.php/UnityScript_versus_JavaScript).