

# REALIDAD AUMENTADA BASADA EN MARCADORES COMO HERRAMIENTA DE APOYO AL PROCESO ENSEÑANZA- APRENDIZAJE EN NIVEL MEDIO SUPERIOR

Juan Daniel Oliva Vázquez Ing.<sup>1</sup>, M.T.I. Jorge Carranza Gómez<sup>2</sup>,  
Dr. Eduardo de la Cruz Gámez<sup>3</sup> y M.T.I. Rafael Hernández Reyna<sup>4</sup>

**Resumen**—Este artículo muestra el resultado del análisis del estado del arte en materia de realidad aumentada aplicada a la educación, así como la búsqueda de la metodología, las técnicas y programas informáticos idóneos para el desarrollo de una herramienta de apoyo al proceso educativo, tomando como consideraciones estándares vigentes relacionados con dicha tecnología; todo esto con el fin de desarrollar un instrumento de apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje de la tabla periódica de los elementos químicos. Se describen herramientas y proyectos de aplicación de tecnología de realidad aumentada en diferentes ámbitos, así como una propuesta de implementación de una aplicación móvil para dispositivos con sistema operativo android.

**Palabras clave**—Realidad Aumentada, marcadores, software de instrucción, Unity, Vuforia

## Introducción

La realidad aumentada es una de las cinco tecnologías emergentes en nuestro país (EduTrends, 2017), la cual permite la inserción de información virtual en tiempo real, y con esto representar contenidos abstractos de manera gráfica, contenidos que de otra forma serían difíciles de comprender. Esta tecnología cuenta con un amplio abanico de posibilidades desatacando los siguientes campos de acción: medicina, manufactura, aeronáutica, robótica, entretenimiento, arte, mercadotecnia, turismo y por supuesto, educación. Se debe trabajar también en la adopción de los dispositivos móviles como una herramienta de apoyo en la educación, para que de esta manera los posteriores desarrollos de esta tecnología acorten la brecha del aprendizaje y cambien el paradigma actual de la enseñanza.

## Antecedentes

Para la construcción de este proyecto de investigación se realizó, previamente, un análisis a la base de datos de las evaluaciones del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) realizadas en México, encontrando bajos niveles de aprovechamiento en los rubros que evalúa dicha prueba: habilidad lectora, pensamiento matemático y ciencias. Los resultados de dicho análisis dan la pauta para elegir el área de ciencias, es por ello que surge la idea de desarrollar una herramienta que apoye al proceso educativo considerando que “la realidad aumentada ofrece grandes oportunidades a la formación” (Fernández, 2017).

## Definición de Realidad Aumentada

Para consolidar una sola definición de realidad aumentada, se analizaron varias enunciaciones contenidas en el estado del arte de la investigación que se está realizando, siendo las más representativas: “La realidad aumentada es una nueva tecnología que puede combinar los objetos virtuales y las escenas del mundo real en el mismo lugar al mismo tiempo con una interfaz que permite la interacción entre las escenas compuestas y los seres humanos” (Azuma, 1997). También definimos realidad aumentada como “las tecnologías que permiten superponer capas de información contextualizada 'digital' sobre configuraciones 'físicas' para enriquecer o aumentar las interacciones del mundo real” (Pérez-Sanagustín, Hernández-Leo, Santos, Delgado Kloos, & Blat, 2014). Además de esto tenemos que la “Realidad Aumentada (RA) es una percepción mediada por dispositivos en tiempo real de un entorno del mundo real que está estrecha o perfectamente integrado con objetos sensoriales generados por computadora”

<sup>1</sup> Juan Daniel Oliva Vázquez Ing. es alumno de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Acapulco, Gro., México [daniel.oliva1986@gmail.com](mailto:daniel.oliva1986@gmail.com)

<sup>2</sup> El M.T.I. Jorge Carranza Gómez es profesor de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Acapulco, Gro., México [jcarranzamx@yahoo.com](mailto:jcarranzamx@yahoo.com)

<sup>3</sup> El Dr. Eduardo De la Cruz Gámez es jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación y profesor de la Maestría en Sistemas Computacionales, en el Instituto Tecnológico de Acapulco, Gro., México [gamezeduardo@yahoo.com](mailto:gamezeduardo@yahoo.com)

<sup>4</sup> El M.T.I. Rafael Hernández Reyna es profesor de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Acapulco, Gro., México [rherman7@yahoo.com.mx](mailto:rherman7@yahoo.com.mx)

(Geroimenko, 2012), este autor además conceptualiza un modelo en el cual se plasma las relaciones entre la realidad física y la virtual (ver Figura 1).

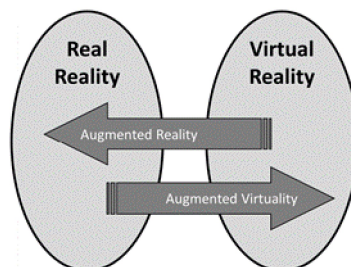


Figura 1 Un modelo conceptual interpenetrante de las relaciones entre la realidad real (física) y la realidad virtual (Geroimenko, 2012).

Finalmente también consideremos que “La realidad aumentada es una tecnología muy efectiva que puede mejorar las percepciones, el conocimiento y la productividad de los seres humanos” (Azuma, y otros, 2001).

### Características

Lester Madden en su libro “Professional Augmented Reality Browsers for Smartphones” intenta proporcionar una visión más amplia y global de la realidad aumentada, y menciona que dicha tecnología que debe tener las siguientes características (Madden, 2011, pág. 4):

- Combina el mundo real con la informática
- Proporciona interacción con objetos en tiempo real
- Rastrea objetos en tiempo real
- Proporciona reconocimiento de imágenes u objetos
- Proporciona contexto o datos en tiempo real

Además de esto, la realidad aumentada está dividida en tres grandes segmentos:

#### *Basada en localización (Location based)*

En este tipo de aplicaciones se utiliza la información que proporcionan sensores propios de un dispositivo móvil tales como la brújula, acelerómetro, *GPS*(Global Positioning System), para obtener la ubicación y posición de un usuario (Jung, Ha, Lee, Rojas, & Yang, 2012), a partir de la interpretación de estos datos se muestra al usuario información relevante a dicha ubicación.

#### *Basada en imágenes (Image based)*

Este tipo de aplicaciones se centran en proporcionar información adicional del objeto visualizado, una característica importante de este tipo de aplicaciones es que el contenido aumentado está desacoplado del campo visual observado, un ejemplo es la aplicación “Goggles” de la empresa Google, la cual muestra resultados de búsqueda a partir de una imagen (Jung, Ha, Lee, Rojas, & Yang, 2012).

#### *Basada en la visión (Vision based)*

Este tipo de aplicaciones utiliza algoritmos de visión computacional (como OpenCV) para reconocer la imagen capturada (marcador), una vez reconocida se procede a mostrar el objeto virtual que ha sido relacionado con dicha imagen (Jung, Ha, Lee, Rojas, & Yang, 2012). Cabe resaltar que el objeto virtual puede estar compuesto de: texto, imágenes que pueden estar en dos dimensiones (2D) o en tres dimensiones (3D), audio y/o vídeo.

### Marcadores

Las aplicaciones de realidad aumentada responden a un marcador, cuando éste es enfocado con la cámara de un dispositivo, pero ¿qué es un marcador? En el sentido más amplio, “un marcador de realidad aumentada es una imagen o una vista de objetos del mundo real que proporciona un patrón único que puede ser capturado por una cámara y reconocido por el software de realidad aumentada” (Geroimenko, 2012). El tipo de marcadores ha estado en constante evolución partiendo desde los códigos de barra convencionales, hasta la posibilidad de uso de rostros humanos como se observa en la Figura 2.

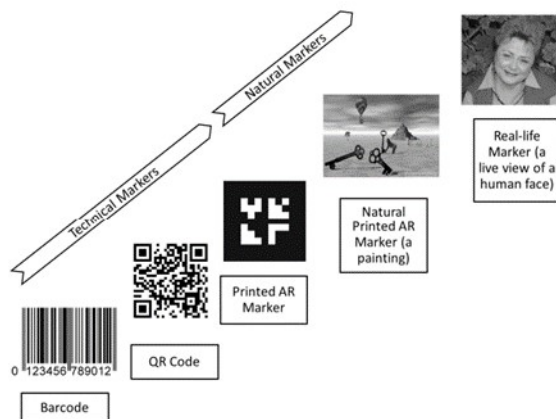


Figura 2 Evolución de los marcadores de realidad aumentada (Geroimenko, 2012).

### Herramientas y Arquitectura

Las herramientas de mayor uso en el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada basada en marcadores, se describen en la Tabla 1.

Herramienta RA	Compañía	Licencia	Plataformas Compatibles
Vuforia	Qualcomm	Libre y Comercial	Android, iOS, Unity
ARToolkit	DAQRI	Libre	Android, iOS, Windows, Linux, Mac OS X, SGI
WikiTude	Wikitude GmbH	Comercial	Android, iOS, Google Glass, Epson Moverio, Vuzix M-100, Optinvent ORA1, PhoneGap, Titanium, Xamarin
LayAR	BlippAR Group	Comercial	iOS, Android, BlackBerry
Kudan	Kudan Limited	Comercial	Android, iOS, Unity
ARKit iOS	Apple	Comercial y Libre	iOS, Unity

Tabla 1 Comparativa de herramientas RA Fuente: <https://estudioalfa.com/top-herramientas-crear-apps-realidad-aumentada>

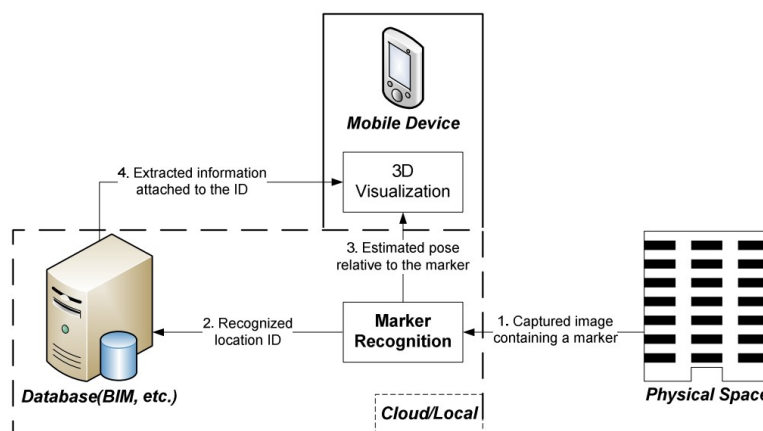


Figura 3 Descripción general de la arquitectura AR de reconocimiento de marcadores basada en MARvigator (Feng & Kamat, 2012).

La arquitectura seleccionada para desarrollar el proyecto está representada gráficamente en la Figura 3. La manera en que operará consiste en: observar la escena a través de la cámara del dispositivo; posteriormente se hace

el reconocimiento del marcador, el cual desencadenará el objeto aumentado al cual esté asociado y finalmente se despliega en pantalla el objeto aumentado, el cual será mostrado mientras el marcador esté presente y deberá redibujarse de acuerdo a la posición de la cámara respecto del marcador.

### **Método**

Se realizará la evaluación de la experiencia del usuario como se llevó a cabo con la aplicación EduPark (Pombo & Marques, 2017) y también como se efectuó en el proyecto para orientación de personas dentro una instalación: MARvigator (Feng & Kamat, 2012). Es importante también considerar las dificultades de utilizar realidad aumentada basada en ubicación al interior de edificios grandes, donde el funcionamiento del Sistema de Posicionamiento Global (en Inglés, GPS; Global Positioning System) se ve afectado (Feng & Kamat, 2012), no así en actividades al aire libre como “Discovering the campus 2009 & 2010” y “Discovering Barcelona” (Pérez-Sanagustín, Hernández-Leo, Santos, Delgado Kloos, & Blat, 2014).

Otro factor importante en las implementaciones de realidad aumentada es la combinación de tipos de realidad aumentada, como los utilizados en las actividades “Discovering the campus” y “Discovering Barcelona” donde incorporan “tecnologías basadas en etiquetas como basadas en GPS para vincular el entorno físico con contenidos digitales. La principal particularidad de estas actividades es que introducen un fuerte componente de gamificación” (Pérez-Sanagustín, Hernández-Leo, Santos, Delgado Kloos, & Blat, 2014); el principal motivo para considerar las evaluaciones de experiencia del usuario es para plantear mejoras en versiones posteriores de la herramienta tal como lo hicieron en Shangai, educando a los alumnos acerca de los dinosaurios (Guo, Xue, Sun, Chen, & Long, 2018).

### **Resultados**

Como resultado de la revisión del estado del arte sobre realidad aumentada se obtiene que la elección del kit de desarrollo *Vuforia* como librería de reconocimiento de marcadores para realidad aumentada y del software *Unity* como entorno de desarrollo resulta ser satisfactoria para la detección de los marcadores que se pretenden utilizar en este proyecto, siempre y cuando estos cumplan características fundamentales para ser reconocidos e interpretados adecuadamente mediante un proceso de extracción de características. Resalta además los pocos ámbitos de aplicación de esta tecnología en nuestro país, abriendo así un cúmulo de oportunidades de desarrollos en lo posterior, dichos desarrollos futuros deben enfocarse en la creación de objetos virtuales de aprendizaje que se encaminen en atender los estilos de aprendizaje existentes.

### **Caso de uso**

El proyecto que se presenta en este documento constará del desarrollo de una aplicación móvil (android) que fungirá como herramienta de realidad aumentada, para apoyar la enseñanza de la tabla periódica de los elementos químicos, impartida en nivel preparatoria. La población que será utilizada para comprobar que la herramienta desarrollada funciona serán los grupos de primer grado del campus Vista Alegre de la ciudad de Acapulco, todo esto de acuerdo con el programa educativo vigente; para apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje. Sumado a esto se utilizará a los grupos del campus diamante los cuales no utilizarán la herramienta desarrollada; ambas poblaciones serán evaluadas pre y posteriormente a la utilización de la realidad aumentada para con ello medir la eficiencia del proyecto.

### **Conclusiones**

El uso de herramientas para apoyar la enseñanza y el aprendizaje es un punto fundamental en los procesos educativos que debe explotarse en la actualidad, considerando que la inclusión de tecnología en los salones de clase proporciona ambientes idóneos que garantizarán el aprendizaje en los alumnos. Dicha inserción de herramientas en los espacios educativos formales debe ir acompañada de una investigación bien fundamentada que de respaldo a la misma así como de evaluaciones tanto de los contenidos empleados como de la experiencia de los usuarios finales de las herramientas o aplicaciones que surjan de este proceso de exploración.

### **Referencias**

Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. doi:10.1162/pres.1997.6.4.355

Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34-47. doi:10.1109/38.963459

EduTrends. (2017). Radar de Innovación Educativa. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey.

Feng, C., & Kamat, V. R. (2012). Augmented reality markers as spatial indices for indoor mobile AECFM Applications. 12th International Conference on Construction Application of Virtual Reality, 235-242. doi:10.13140/2.1.4484.4166

Fernández, B. (2017). Aplicación del modelo de aceptación tecnológica (TAM) al uso de la realidad aumentada en estudios universitarios. Córdoba, España: Universidad de Córdoba.

Geroimenko, V. (2012). Augmented Reality Technology and Art: The Analysis and Visualization of Evolving Conceptual Models. 2012 16th International Conference on Information Visualisation, 445-453. doi:10.1109/IV.2012.77

Guo, W., Xue, Y., Sun, H., Chen, W., & Long, S. (2018). Utilizing Augmented Reality to Support Students' Learning in Popular Science Courses. The Sixth International Conference of Educational Innovation through Technology (EITT), 311-315. doi:10.1109/EITT.2017.81

Jung, J., Ha, J., Lee, S.-W., Rojas, F. A., & Yang, H. S. (2012). Efficient mobile AR technology using scalable recognition and tracking based on server-client model. Computers & Graphics, 36(3), 131-139. doi:10.1016/j.cag.2012.01.004

Madden, L. (2011). Professional Augmented Reality Browsers for Smartphones (Primera ed.). EUA: John Wiley & Sons.

Pérez-Sanagustín, M., Hernández-Leo, D., Santos, P., Delgado Kloos, C., & Blat, J. (2014). Augmenting Reality and Formality of Informal and Non-Formal Settings to Enhance Blended Learning. IEEE Transactions on Learning Technologies, 7(2), 118-131. doi:10.1109/TLT.2014.2312719

Pombo, L., & Marques, M. M. (2017). Marker-based augmented reality application for mobile learning in an urban park: Steps to make it real under the EduPARK project. 2017 International Symposium on Computers in Education (SIIE), 1-5. doi:10.1109/SIIE.2017.8259669