

APLICACIONES MÓVILES BASADAS EN REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTAS DE APOYO AL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Juan Daniel Oliva Vázquez Ing.¹, M.T.I. Jorge Carranza Gómez²,
Dr. Eduardo de la Cruz Gámez³ y M.T.I. Rafael Hernández Reyna⁴

Resumen—Este artículo muestra una propuesta de metodología de desarrollo para aplicaciones móviles basadas en realidad aumentada (RA), tomando como base el resultado del análisis del estado del arte en materia de RA 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, considerando estándares vigentes relacionados con dicha tecnología. Lo anterior con el fin de desarrollar un instrumento de apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje de la tabla periódica de los elementos químicos. Se discrimina el uso de realidad virtual, considerando que en ella el usuario se aísla de la realidad para sumergirse en un universo completamente digital a través de un dispositivo. 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, gamificación, software de instrucción, Unity, Vuforia

Introducción

De acuerdo con investigaciones realizadas por el Instituto Tecnológico de Monterrey, la realidad aumentada es una de las cinco tecnologías emergentes en nuestro país (EduTrends, 2017), dicha tecnología permite la inserción de información virtual en tiempo real, y con esto lograr la representación de 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. Es importante además que los maestros generen contenido propio, “desarrollando estrategias y representaciones del conocimiento apropiadas y contextualizadas a sus alumnos, apoyado de la incorporación de nuevas tecnologías” (Gil-Chaveznavá, 2017), considerando que “la revolución tecnológica actual requiere una revolución también en el campo educativo, una transformación más profunda en las prácticas de enseñanza y aprendizaje y no sólo en los materiales educativos” (EduTrends, 2017). Además se debe buscar garantizar los derechos de autor que esto conlleva, para así evitar caer en el plagio, o se víctima de este. Finalmente es importante considerar que esta tecnología será clave en el futuro de educación en un corto plazo de 3 a 5 años (EduTrends, 2017).

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

¹ Juan Daniel Oliva Vázquez Ing, es alumno de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Acapulco, Gro., México daniel.oliva1986@gmail.com

² El M.T.I. Jorge Carranza Gómez es docente de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Acapulco, Gro., México jcaranzamx@yahoo.com

³ El Dr. Eduardo De la Cruz Gámez es jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación y docente de la Maestría en Sistemas Computacionales, en el Instituto Tecnológico de Acapulco, Gro., México gamezeduardo@yahoo.com

⁴ El M.T.I. Rafael Hernández Reyna es docente de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Acapulco, Gro., México rherman7@yahoo.com.mx

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).

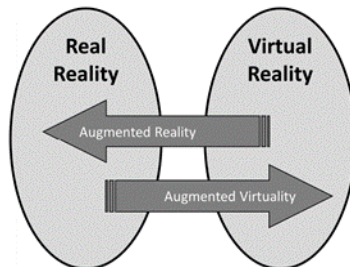


Figura 1 Un modelo conceptual interpenetrante de las relaciones entre la realidad real (física) y la realidad virtual (Geroimenko, 2012).

También podemos definir a la 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). Sumado a 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” (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). 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, tenemos que 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, siendo éste una parte fundamental de cualquier sistema que cuente con dicha tecnología; 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). Considerando el patrón único al que se refiere la definición anterior, se propone utilizar algoritmos de visión computacional existentes como lo es OpenCV, el cual está integrado con la herramienta Vuforia mencionada anteriormente. La evolución en los marcadores ha sido constante, partiendo desde los códigos de barra convencionales, hasta la posibilidad de reconocimiento en tiempo real de rostros humanos como se observa en la Figura 2.

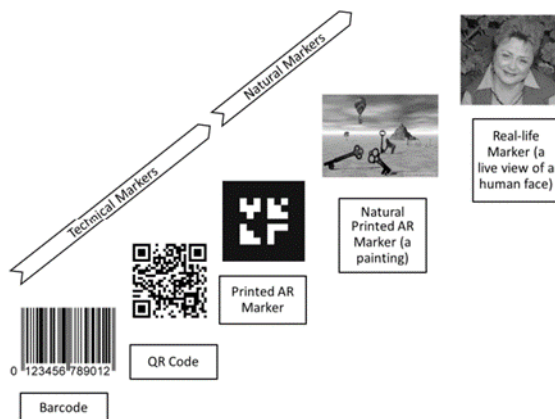


Figura 2 Evolución de los marcadores de realidad aumentada (Geroimenko, 2012).

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

Tabla 1 Comparativa de herramientas RA más populares en 2017. Fuente: <https://estudioalfa.com/top-herramientas-crear-apps-realidad-aumentada>

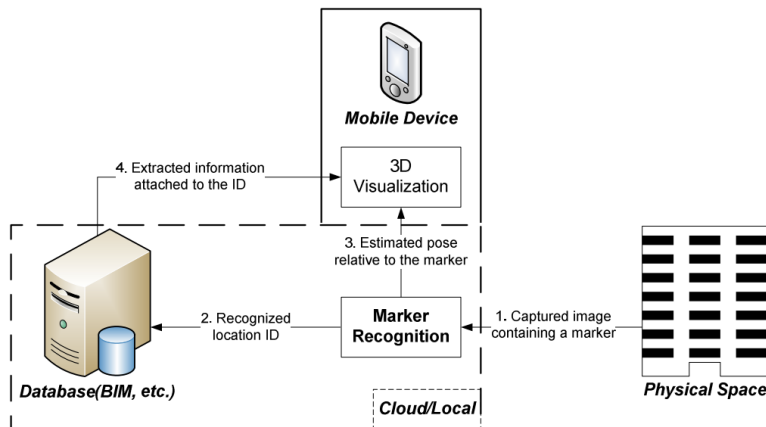


Figura 3 Descripción general de una arquitectura AR de reconocimiento de marcadores basada en MARvigator (Feng & Kamat, 2012).

La arquitectura propuesta para desarrollo de proyectos con tecnología de realidad aumentada 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 hacer 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 (leyendo en todo momento la información proporcionada por los sensores del dispositivo utilizado).

Propuesta de Método

Se deberá realizar 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).

Modelo SAMR

Para crear las condiciones necesarias dentro de un aula, resulta necesaria la utilización de un modelo de inclusión de tecnología en el aula, el modelo propuesto es SAMR (Sustituir, Aumentar, Modificar, Redefinir) Es un modelo desarrollado por el Dr. Ruben Puentedura, el cual “busca apoyar a los profesores a diseñar y desarrollar sus experiencias de aprendizaje integrando tecnología para transformar el aula” (Gil-Chaveznavá, 2017), dicho modelo se describe en la Figura 4, el nivel 2 (Aumentar) busca realizar mejoras en las actividades de enseñanza-aprendizaje con el uso intencionado y enfocado de la tecnología. En dicho nivel “la tecnología actúa como herramienta sustituta directa, pero con mejora funcional” (Gil-Chaveznavá, 2017).

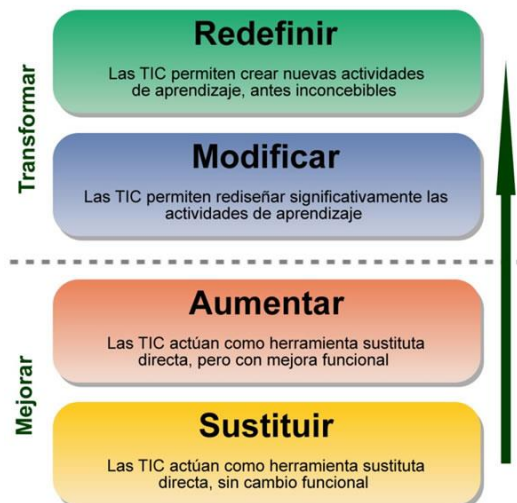


Figura 4 Modelo SAMR (Puentedura, 2006)

Herramientas de desarrollo

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 marcadores de realidad aumentada, 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 base que se está desarrollando y se describe en este documento constará del desarrollo de una aplicación móvil para el sistema operativo android, que fungirá como una herramienta sustituta directa (Nivel “Aumentar” del modelo SAMR) basada en realidad aumentada pero con mejoras funcionales, para el apoyo del proceso enseñanza-aprendizaje 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 alumnos del Colegio Simón Bolívar campus Vista Alegre de la ciudad y puerto 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 como grupos de control, 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.

Recomendaciones

Dentro de las vastas recomendaciones que propone el Observatorio de Innovación Educativa (EduTrends, 2017) a los docentes para la implementación de realidad aumentada en sus clases, se destacan las siguientes:

- Asegurar que la tecnología del equipo de hardware (sensores apropiados, buena resolución de pantalla) y software es óptimo, además de estar acorde con las exigencias de los contenidos de las asignaturas impartidas.
- El uso de los dispositivos electrónicos (smartphone, tableta) recomendados para determinada clase debe ser cómodo, es decir, no deben generar cansancio o desgaste físico en los estudiantes.
- Cuidar los aspectos de conectividad y compatibilidad entre los dispositivos que se utilizan en clase.
- Verificar que los estudiantes interactúan con información compleja fácilmente.
- Las actividades deben estar diseñadas de manera tal que el estudiante pueda interactuar y formar parte de la narrativa que las dirige.
- Generar debates con base en lo observado tanto en el mundo real como en el virtual.
- Fomentar las relaciones sociales entre estudiantes, apoyándose en el trabajo en equipo.

Conclusiones

El uso de herramientas basadas en tecnologías emergentes como apoyo la enseñanza y aprendizaje se está convirtiendo en una pieza angular 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 permiten coadyuvar el proceso de aprendizaje en los alumnos. Dicha inserción de herramientas en los espacios educativos formales debe ir acompañada de una soporte de investigación bien fundamentado que de respaldo a la misma; además de incluir en el desarrollo del proyecto diversas evaluaciones de los contenidos utilizados, así como una evaluación de experiencia de usuario de los alumnos y maestros que utilicen las herramientas o aplicaciones que surjan de este proceso de exploración. Se requiere salir de la zona de confort de los instrumentos evaluativos habituales y explorar estrategias más acordes a la naturaleza de la experiencia de aprendizaje que generan estas tecnologías. La riqueza sensorial que ofrece la realidad aumentada y su capacidad para generar respuesta inmediata a la acción del sujeto o la naturaleza inmersiva tienen como efecto natural el refuerzo de la atención de quien utiliza ésta tecnología.

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., Baillot, 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. Recuperado de <https://observatorio.tec.mx/radar-de-innovacin-educativa-2017>
- EduTrends. (2017). Realidad aumentada y realidad virtual. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey. Recuperado de <https://observatorio.tec.mx/edu-trends-realidad-virtual-y-realidad-aumentada>
- 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
- Gil-Chaveznavia, P. D. (2017). Taller de Integración de las TIC en el diseño de secuencias didácticas innovadoras. Ciudad de México: Fundación Telefónica Movistar.
- 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
- López-García, J. C. (2015). SAMR, modelo para integrar las TIC en procesos educativos. Obtenido de <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/samr>
- 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