

# Implementación de realidad aumentada en aplicaciones móviles en la educación superior: retos y oportunidades

## Implementation of augmented reality in mobile applications in higher education: challenges and opportunities

Mariela Juana Alonso-Calpeño<sup>1</sup>, Julieta Santander-Castillo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Superior de Atlixco / Tecnológico Nacional de México, Prolongación Heliotropo 1201 Col. Vista Hermosa, Atlixco, Puebla, 74218. México  
mariela.alonso@itsatlixco.edu.mx; julieta.santander@itsatlixco.edu.mx

Fecha de recepción: 28 de diciembre de 2020

Fecha de aceptación: 26 de abril de 2021

**Resumen.** Con cada tecnología que aparece, también surge una oportunidad para detonar la mejora de un proceso, así la realidad aumentada (RA) ha demostrado ser eficiente para mejorar el proceso de aprendizaje a través de la observación, análisis y comprensión de temas complejos. Este trabajo tiene como objetivo explorar los retos y oportunidades que representa la implementación de RA en el proceso de enseñanza aprendizaje a nivel de educación superior. Los resultados corroboran que este tipo de aplicaciones representan una oportunidad, ya que apoyan el proceso de comprensión de los temas, motivan al estudiante y le dan autonomía para aprender. Sin embargo, también demuestra que el proceso de desarrollo de este tipo de aplicaciones requiere infraestructura en hardware y software, capacitación del personal docente, disponibilidad de tiempo y personas involucradas, contar con un marco de trabajo para su desarrollo y, de una estrategia para ponerla a disposición de los usuarios.

**Palabras clave:** Realidad aumentada, aplicaciones móviles, tecnología educativa.

**Summary.** With each technology that appears, an opportunity also arises to trigger the improvement of a process, thus augmented reality (AR) has proven to be efficient to improve the learning process through observation, analysis and understanding of complex issues. This work aims to explore the challenges and opportunities that the implementation of AR represents in the teaching-learning process at the higher education level. The results corroborate that these types of applications represent an opportunity, since they support the process of understanding the topics, motivate the student and give them autonomy to learn. However, it also shows that the development process of this type of applications requires hardware and software infrastructure, training of teaching staff, availability of time and people involved, having a framework for its development and a strategy to implement it. available to users.

**Keywords:** Augmented reality, mobile apps, educational technology.

## 1 Introducción

En el contexto del nuevo paradigma de la educación del Siglo XXI el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) ha pasado a ser un tema central en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que exige múltiples esfuerzos para definir las formas en que se aplicarán con el fin de atender a los intereses, necesidades, gustos y habilidades de cada estudiante [1].

Dentro del abanico de tecnologías emergentes, la Realidad Aumentada (RA) se posiciona como una tecnología a detonarse en la educación superior [2] porque contribuye a una mayor comprensión del contenido y la preservación de la memoria [3], es fácil de utilizar por los estudiantes, favorece el trabajo colaborativo, es dinámica y, propicia escenarios formativos motivantes [4]. También ofrece posibilidades educativas diversas y un inmenso potencial para mejorar el aprendizaje y la enseñanza [5], [6], al permitir la generación de contenidos que favorecen el aprendizaje significativo ubicuo y válido a través de la observación, el análisis y la comprensión de temas complejos. Esto coloca a los estudiantes como entes autónomos, activos, creadores y receptores del conocimiento enriquecido [7]–[10].

Sin embargo, aun cuando la RA presenta muchas ventajas y oportunidades en el ámbito académico, también presenta lo que algunos autores identifican como desafíos o retos, entre los que se encuentran los necesarios para atender aspectos técnicos como la usabilidad que puede afectar la experiencia de los estudiantes; los requisitos de hardware (dispositivos móviles) [10]. Cabero, et al. [4] también manifiestan que existe una falta de información e investigaciones, conceptos y metodologías que sugieran cómo incorporar la RA en contextos educativos. Por su parte, Cárdenas [11] afirma que si se pretende que dicha tecnología se incorpore a la formación universitaria,

resulta imprescindible que las universidades creen y potencien centros de producción que faciliten y/o ayuden al docente en dicha labor.

El objetivo de este trabajo es explorar los retos y oportunidades que representa la implementación de RA en el proceso de enseñanza aprendizaje a nivel de educación superior. Esto se logró a través de una investigación documental en bases de datos abiertas, el desarrollo e implementación práctica de una aplicación móvil con RA nivel 1 para la materia de Administración de bases de datos, específicamente para cuatro procesos: réplica, migración, espejeo y monitoreo. Finalmente se hizo un análisis de los resultados obtenidos después de su implementación para obtener las conclusiones que se reportan.

## **2 Estado del arte**

La RA es una tecnología que facilita la combinación de la información digital y la información física en tiempo real. Por lo general, se realiza a través de diferentes dispositivos móviles [12]. Tiene cuatro niveles, iniciando con el que básicamente hace hiperenlaces a otros contenidos. El nivel 1 hace reconocimiento de patrones bidimensionales y de objetos en 3D; el nivel 2 hace uso del GPS del dispositivo móvil y a partir de la ubicación y orientación se superponen puntos de interés sobre imágenes reales y, finalmente el nivel 3 es de tipo inmersivo [5]. La RA es una tecnología que ha sido investigada y usada en varias áreas de investigación como la arquitectura, mantenimiento, entretenimiento, educación, medicina, ciencia, artes y humanidades, tratamientos de desorden psicológico, turismo, entre otros, lo que hace visible su naturaleza interdisciplinaria [3], [10], [14]–[16].

Para determinar qué tanto se escribe sobre el tema, se realizó una revisión de las publicaciones en Google Scholar durante el año 2020, utilizando las palabras clave “augmented reality”, “mobile application”, “education”, se muestran un total de 730 registros, esto sin incluir citas y patentes. Al realizar la búsqueda en español con las palabras “realidad aumentada”, “aplicaciones móviles” y “educación”, el total se reduce drásticamente, ya que sólo se muestran 135 resultados, y tampoco se incluyen citas, ni patentes. Si esa búsqueda se acota a las palabras “realidad aumentada”, “aplicaciones móviles” y “educación superior” el resultado se acota a 54 registros, lo que da un promedio mensual de publicación de 8 artículos por mes en este año 2020.

## **3 Metodología**

El proyecto de desarrollo de la aplicación móvil se llevó a cabo siguiendo la metodología ágil de desarrollo XP. Esta consta de seis fases: exploración, planificación, iteraciones por entrega, producción, mantenimiento y muerte [17]. La producción de recursos en RA nivel 1, así como la construcción de recursos 3D, se adaptaron a dichas fases.

Se crearon 4 marcadores, uno por cada tema a abordar, se realizaron modelos 3D base y con ellos se crearon 16 escenarios que explican a detalle cada uno de los procesos abordados (migración, réplica, espejeo y monitoreo), además en total se crearon 10 recursos digitales para la parte teórica y 9 videos.

Asimismo, para medir la comprensión de los temas abordados y el logro de un aprendizaje significativo, se llevó a cabo un experimento puro con manipulación de la variable independiente, con un grado de manipulación de presente o ausente de dicha variable [18]. Para ello se estableció un grupo experimental (usaría la aplicación), y un grupo de control (no usaría la aplicación).

### **3.1 Fase de exploración**

En esta fase, los clientes plantean a grandes rasgos las historias de usuario que son de interés para la primera entrega del producto, con el fin de configurar las características del prototipo inicial.

### **3.2 Fase de planificación**

En esta fase se priorizan las historias de usuario y se acuerda el alcance del entregable. Los programadores estiman cuánto esfuerzo requiere cada historia y a partir de allí se define el cronograma. El plan de entrega se determinó para tres iteraciones. En cada una de ellas se establecieron los indicadores de Prioridad, Riesgo y Esfuerzo.

### **3.3 Iteración 1**

En esta primera iteración se definió el diseño y funcionalidad de cada una de las partes de la aplicación. La interacción del usuario y los objetos virtuales, se dará principalmente a través de la interacción física con los marcadores que servirán como medio de visualización del entorno real con los objetos virtuales.

Al iniciar la aplicación, esta tomará control de la cámara del dispositivo y se verá la imagen obtenida a través de ella. Internamente la aplicación irá escaneando patrones en las imágenes que correspondan a algún marcador definido en la base de datos de marcadores de la aplicación. En esta etapa se verificó que los marcadores fuesen de calidad y fáciles de reconocer con la cámara del dispositivo móvil. Para verificarlo, los marcadores fueron sometidos a una calificación basada en estrellas que otorga el software *vuforia*, esto es, si el marcador es calificado con cinco estrellas, entonces la imagen puede ser utilizada como marcador. Los marcadores obtuvieron esa calificación, y por tanto pudieron ser aprobados para ser utilizados. Ejemplos de ellos se muestran en las figuras 1 y 2.



Figura 3. Marcador migración de base de datos.



Figura 2. Marcador monitoreo de base de datos.

### 3.4 Iteración 2

La aplicación está diseñada sólo con 4 temas de la unidad 5 del temario de la materia de Administración de Base de Datos, la cual es impartida a estudiantes de séptimo semestre de la carrera de Ingeniería en sistemas computacionales. En cada uno de los temas se muestran elementos representados en 3D, los cuales despliegan de manera gráfica conceptos o procesos del tema seleccionado. Los elementos en 3D fueron diseñados con el software Blender. Se crearon modelos base y con ellos se desarrollaron 16 escenarios que explican a detalle cada uno de los procesos abordados (migración, réplica, espejo y monitoreo).

### 3.5 Iteración 3

En esta iteración se generaron imágenes y videos. Para la visualización de los videos, fue necesario colocar un elemento que provee el programa Unity, el cual es un plano en 3D. A dicho objeto se le agregaron elementos de audio para que el video al momento de reproducirse se escuchara también. Para los elementos multimedia se crearon imágenes que tienen el contenido teórico del tema seleccionado, en total se crearon 10 imágenes para la parte teórica, y 9 videos para ejemplificar los procesos de cada marcador. En esta iteración, al igual que en la iteración anterior, las pruebas estuvieron alineadas a lo plasmado en las historias de usuario, por lo que se enfocaron básicamente a verificar el desempeño, usabilidad y portabilidad.

## 4 Resultados

Ejemplos del funcionamiento de la aplicación en su versión final se muestran en las figuras 3 y 4. Esta aplicación fue utilizada para llevar a cabo el experimento para medir el grado de comprensión de los temas abordados.

El experimento se realizó con 20 estudiantes en total con edades de entre 21 y 23 años, los cuales cursaban la asignatura por primera vez. Se formaron 2 grupos de 10 estudiantes cada uno, uno de ellos con la aplicación (grupo experimental), y otra sin ella (grupo control). La variable independiente fue el medio de aprendizaje. Los smartphones utilizados requerían contar al menos con Android 5.1 (Lollipop) y 1 Gb de memoria.



Figura 4. Marcador y RA en el tema de migración



Figura 5. Marcador y funcionamiento de la aplicación en RA

Al grupo completo primero se le explicó de manera teórica en el salón de clases, dos temas: monitoreo de bases de datos y, migración de bases de datos. Posteriormente, el grupo se subdividió en dos de manera aleatoria, con el fin de que vivieran el proceso de aprendizaje de manera diferente. A uno de los grupos se les entregó la aplicación, la instalaron, y la revisaron. Al segundo grupo, se les explicó de manera tradicional cada uno de los temas. Posteriormente los 20 estudiantes, entraron al laboratorio y realizaron la práctica que incluía los dos procesos abordados.

Los resultados se recolectaron primero, a través de una guía de observación aplicada a los 20 estudiantes, y enfocada a determinar la percepción del docente con respecto al proceso de reproducción y comprensión de cada tema, reproducción del proceso, inferencias, y resultado de la práctica. Los resultados se muestran en la figura 5.



Figura 6. Resultados guía de observación.

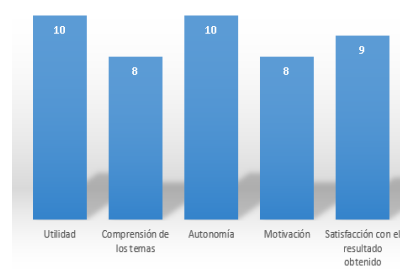


Figura 7. Resultados encuesta.

Segundo, los integrantes del grupo experimental contestaron un cuestionario en línea, consistente en 12 preguntas con respuestas de opción múltiple en la escala de Likert. Las preguntas se enfocaron a los siguientes aspectos cualitativos: utilidad, autonomía, motivación y, satisfacción con el resultado obtenido, este último aspecto incluía cuestionamientos relativos a la experiencia de usuario. Los resultados se muestran en la figura 6. Finalmente, los 20 estudiantes contestaron un cuestionario de conocimientos dividido en cuatro áreas: conceptos, identificación de los pasos del proceso, comprensión de los pasos y, reproducción del proceso, esto con el fin de medir el grado de comprensión de los temas abordados. La figura 7 muestra los resultados obtenidos.

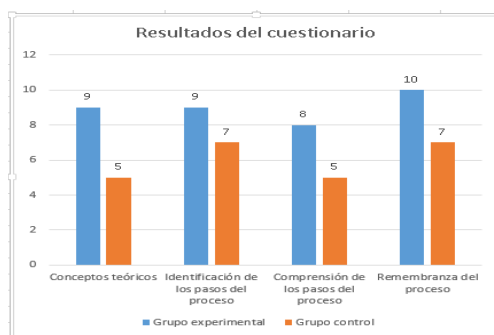


Figura 9. Número de alumnos que aprobaron cada rubro.

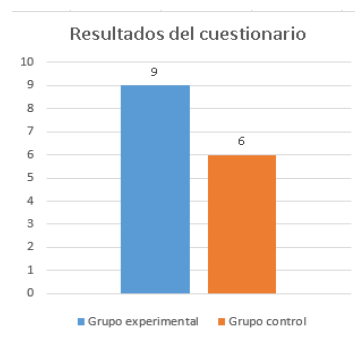


Figura 8. Promedio de cada grupo (experimental y control).

Como puede observarse en la figura 8, el grupo experimental obtuvo mejores resultados con respecto al grupo control.

## 5 Conclusiones y trabajos futuros

Los resultados obtenidos muestran que, el 30% del grupo experimental logró comprender mejor el proceso que el grupo de control, y esto resulta indicativo de que es una estrategia adecuada para multiplicar entre las demás asignaturas. Asimismo, corrobora la experiencia de autonomía del estudiante, de motivación para saber cómo es que sucede el proceso, le posibilita visualizar posibles escenarios, infiere posibles resultados, y es capaz de interpretarlos.

En este proyecto se involucraron 2 personas que invirtieron en promedio 300 horas entre capacitación autodidacta y el desarrollo de la aplicación. Con este ejercicio, se corrobora que entre los desafíos presentes al desarrollar este tipo de herramientas educativas, se encuentran el lograr contar con infraestructura para el desarrollo de las mismas, lograr involucrar al personal docente en estas prácticas a través de la capacitación, definir un marco de trabajo, destinar horas específicas en los centros educativos para desarrollarlas, y una estrategia para ponerla a disposición de los usuarios con el fin de evaluar sus resultados.

Entre las áreas de oportunidad detectadas se encuentran el crear grupos colaborativos multidisciplinares, compartir la experiencia a otras instituciones con el fin de reproducir buenas prácticas, y encontrar estrategias para acortar la curva de aprendizaje.

Este estudio tuvo como restricciones el que sólo se desarrolló una aplicación y que el experimento sólo pudo aplicarse a un grupo de estudiantes, por lo que se hace necesario aplicarlo a más grupos con el fin de corroborar los resultados respecto a la comprensión de los temas abordados.

## Referencias

- [1] E. A. Espinosa-Ríos, K. D. González-López, y L. T. Hernández-Ramírez, “Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar”, *Entramado*, vol. 12, núm. 1, pp. 266–281, 2016.
- [2] L. Johnson, S. Adams Becker, M. Cummins, V. Estrada, A. Freeman, y C. Hall, *Horizon Report - 2016 Higher Education Edition*. 2016.
- [3] P. Cipresso, I. A. C. Giglioli, M. A. Raya, y G. Riva, “The past, present, and future of virtual and augmented reality research: A network and cluster analysis of the literature”, *Front. Psychol.*, vol. 9, núm. NOV, pp. 1–20, 2018.
- [4] J. Cabero Almenara, E. Vázquez-Cano, E. López Meneses, y A. Jaén Martínez, “Posibilidades formativas de la tecnología aumentada. Un estudio diacrónico en escenarios universitarios”, *Rev. Complut. Educ.*, vol. 31, núm. 2, pp. 141–152, 2020.
- [5] M. P. Prendes Espinosa, I. M. Solano Fernández, J. L. Serrano Sánchez, V. González Calatayud, y M. del M. Román García, “Entornos Personales de Aprendizaje para la comprensión y desarrollo de la Competencia Digital: análisis de los estudiantes universitarios en España”, *Educ. Siglo XXI*, vol. 36, núm. 2 Julio, p. 115, 2018.
- [6] *Tecnológico de Monterrey, Realidad Aumentada y Virtual*. 2017.
- [7] J. Cabero Almenara y J. Barroso Osuna, “Ecosistema de aprendizaje con «realidad aumentada»: posibilidades educativas”, *Rev. Tecnol. Cienc. y Educ.*, vol. 5, núm. 5, pp. 141–154, 2016.
- [8] Y. Del Águila Ríos, M. R. Teixeira Ferreira Capelo, J. M. Costa Varela, J. Guerra Antequera, y J. A. Antequera Barroso, “Creatividad y tecnologías emergentes en educación”, *Int. J. Dev. Educ. Psychol. Rev. INFAD Psicol.*, vol. 3, núm. 1, p. 527, 2019.
- [9] M. Raposo-Rivas y E. Martínez-Figueira, “¿Tecnologías emergentes o tecnologías emergiendo?: un estudio contextualizado en la práctica preprofesional.”, *Tecnol. emergents o Tecnol. emergint? un Estud. Context. en la pràctica preprofessional.*, vol. 55, núm. 1, pp. 499–518, 2019.
- [10] M. Akçayır y G. Akçayır, “Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature”, *Educ. Res. Rev.*, vol. 20, pp. 1–11, 2017.
- [11] H. A. Cárdenas Ruiz, F. Y. Mesa Jiménez, y M. J. Suarez Barón, “Realidad aumentada (RA): aplicaciones y desafíos para su uso en el aula de clase”, *Rev. Educ. y Ciudad*, núm. 35, pp. 137–148, 2018.
- [12] C. Cabero, J. Barroso, J. Llorente, “La realidad aumentada en la enseñanza universitaria Augmented reality in university education Introducción”, vol. 17, núm. 1, pp. 105–118, 2019.
- [13] J. Barroso, J. Cabero, y F. García, *Diseño, producción, evaluación y utilización de la realidad aumentada*. 2014.
- [14] J. Barroso Osuna y Ó. M. Gallego Pérez, “La realidad aumentada y su aplicación en la educación superior”, *Rev. Caribeña Investig. Educ.*, vol. 1, núm. 2, pp. 111–124, 2016.
- [15] N. S. Mesía, C. Sanz, y G. Gorga, “Augmented reality for programming teaching. Student satisfaction analysis”, *Proc. - 2016 Int. Conf. Collab. Technol. Syst. CTS 2016*, pp. 165–171, 2016.