

Capítulo 10 Realidad Aumentada para facilitar la comprensión de tópicos de bases de datos

Chapter 10 Augmented Reality to facilitate understanding of database topics

ALONSO-CALPEÑO, Mariela Juana†* y SANTANDER-CASTILLO, Julieta

Instituto Tecnológico Superior de Atlixco/ Tecnológico Nacional de México.

ID 1^{er} Autor: *Mariela Juana, Alonso-Calpeño* / **ORC ID:** 0000-0001-7276-1923

ID 1^{er} Coautor: *Julieta, Santander-Castillo* / **ORC ID:** 0000-0002-6998-471X

DOI: 10.35429/H.2020.5.179.195

M. Alonso & J. Santander

mariela.alonso@itsatlixco.edu.mx

A. Marroquín, J. Olivares, L. Cruz y A. Bautista. (Coord) Ingeniería. Handbooks-©ECORFAN-Mexico, Querétaro, 2020.

Resumen

Las tecnologías existentes en este siglo XXI van modificando cada uno de los ámbitos dentro de nuestra sociedad. La educación, al ser uno de los ejes más importantes dentro de ella, debe forzosamente integrarse a esa dinámica de cambio. En las aulas el proceso de enseñanza-aprendizaje debe irse adaptando a esta nueva exigencia para ser congruente con la realidad que le circunda. Con cada tecnología que surge, también surge una nueva oportunidad para detonar la mejora de un proceso, así la realidad aumentada (RA), de acuerdo con trabajos previos de investigación, ha demostrado ser eficiente para mejorar el proceso de aprendizaje significativo ubicuo y válido a través de la observación, el análisis y la comprensión de temas complejos. En este trabajo se abordan dos desafíos planteados en la literatura: que existen pocas aplicaciones por cada tema específico y que existen pocos trabajos que corroboren los resultados del impacto en el proceso de aprendizaje. Para ello, se ha desarrollado una aplicación que integra la realidad aumentada en nivel 1 para los temas específicos de migración, réplica, espejeo y monitoreo de una base de datos. Estos temas se encuentran insertados en el plan de estudios de la materia de Administración de Base de datos correspondiente al plan de estudios de la Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México (TecNM). Se eligieron estos tópicos porque en años anteriores se observó que el rendimiento académico en estos temas es bajo en comparación a los otros temas que se abordan en la materia. Para el desarrollo de la aplicación se utilizó la metodología XP y se integró a la misma el proceso para el desarrollo de recursos con RA nivel 1. Las pruebas aplicadas directamente con dos grupos focales confirma que se incentiva positivamente a los estudiantes con aplicaciones que pueden instalar en su Smartphone, quienes al tener los recursos disponibles y poder observarlos las veces que lo requieren logran alcanzar un nivel de comprensión mayor con sentido crítico y que el desempeño al ingresar al laboratorio mejora porque pueden explicar, interpretar e inferir sobre los procesos abordados. Con este resultado se contribuye a la literatura que confirma la eficacia de la RA en recursos educativos y, también al desarrollo de aplicaciones de temas específicos.

Realidad aumentada, aprendizaje significativo, aplicación móvil, bases de datos

Abstract

Technologies emerging in 21st century are modifying many spaces within our society. Education, being one of the most important fields within, must necessarily be integrated into this dynamic of change. In classrooms, the teaching-learning process must adapt to this new requirement in order to be consistent with the reality that surrounds it. With each technology that arises, there is also a new opportunity to ignite the improvement of a process; so, according to previous research works, augmented reality (AR) has been shown to be efficient in improving the process of valid, meaningful and ubiquitous learning through observation, analysis and understanding of complex issues. In this work are addressed two challenges that raised in the literature: that there are few applications for each specific topic and that there are few works that corroborate the results of the impact on the learning process. For this, along with a student an application has been developed, which integrates augmented reality in level 1 for the specific topics of migration, replication, mirroring and monitoring of a database. These topics are inserted in the curriculum of the subject of Database Administration corresponding to the Tecnológico Nacional de México (TecNM) Computer Systems Engineering curriculum. These topics were chosen because it was observed in previous years that academic performance in these subjects was low compared to the other subjects that are addressed in the subject. For the development of the application, the XP methodology was used and the process for the development of resources with level 1 AR was integrated into it. Tests applied directly in two focus groups confirm that students are encouraged with applications that they can install in their Smartphone. And by having the resources available and being able to observe them as many times as they require, they manage to reach a higher level of understanding with critical sense and they improve performance when entering the laboratory, because they can explain, interpret and infer about the addressed processes. This results contributes to the literature confirming the effectiveness of AR in educational resources and also contributes to the development of applications on specific topics.

Augmented reality, meaningful learning, mobile application, management of databases

10. Introducción

La era digital está modificando las formas de organización global y local, generando efectos positivos en el desarrollo humano, económico y social. La incorporación de herramientas digitales en el ámbito educativo ha resultado ineludible. Actualmente, existen múltiples e innovadoras aplicaciones educativas apoyadas en las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), y esto obedece a cuatro razones fundamentales: 1) ofrecen una gran capacidad de comunicación visual y auditiva, 2) ofrecen acceso a innumerables recursos digitales, 3) forman parte de la práctica cotidiana de interacción social y, 4) forman parte de las competencias requeridas en el ámbito social y laboral (Herrera-Batista, 2009). De ellas se intenta aprovechar todo el potencial colaborativo, interactivo, creativo e innovador en el marco del nuevo paradigma educativo (Castañeda y Adell, 2013).

Este nuevo paradigma en la educación exige un esfuerzo por actualizar el sentido de la educación, las formas en que se desarrolla, conectarla con las necesidades y demandas de la sociedad del siglo XXI, y además con los intereses, necesidades, gustos y habilidades de cada estudiante (Severin, 2013), con el fin de propiciar que éstos asuman una postura activa, reflexiva, crítica, segura y de interés que les permita construir conocimiento (Espinosa-Ríos, González-López, Hernández-Ramírez, 2016), y esto representa un gran desafío.

En la educación de nivel superior, el uso de las TIC ha pasado a ser un tema central (Tapia, Navarro y Tuya, 2017) ya que a partir de ellas se busca diseñar herramientas didácticas digitales con el fin de incorporarlas en acciones formativas para la representación y análisis de la realidad circundante, y como apoyo para lograr un aprendizaje significativo para los estudiantes (Fernández, Sánchez y Calatayud, 2018).

Dentro de las tecnologías emergentes que pueden implementarse en la educación, la realidad aumentada (RA) se posiciona entre las más destacadas. El informe EDUCAUSE Horizon Report, elaborado por un grupo de 98 expertos, identifica y describe las seis tecnologías emergentes que tendrán un impacto significativo en la educación superior en los próximos cinco años. En la edición 2016, mencionaba como acciones a desarrollar en un año o menos: el BYOT (Bring Your Own Technology), trae tu propia tecnología, el análisis del aprendizaje y el aprendizaje adaptativo; y, como tecnologías emergentes a desarrollarse entre los 3 años siguientes: la realidad aumentada, la realidad virtual, y los makerspaces (Alexander, et al., 2016). Asimismo, en la edición 2017 de Edu Trends emitida por el Observatorio de innovación educativa del Tecnológico de Monterrey, se menciona que la adopción e integración de las tecnologías de realidad virtual y realidad aumentada representan un sinfín de posibilidades para innovar en la práctica docente (Observatorio de Innovación Educativa, 2017).

En el contexto del nuevo paradigma de la educación del Siglo XXI, la Realidad Aumentada (RA) se constituye, por tanto, como una tecnología emergente y con verdaderas posibilidades de impactar en el mismo (Cabero y Llorente, 2019), ya que ofrece posibilidades educativas diversas y un inmenso potencial para mejorar el aprendizaje y la enseñanza (Prendes Espinoza, 2014; Almenara, Vázquez-Cano, Meneses y Martínez, 2020), 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 (Cabero y Barroso, 2015; del Águila, Ferrero, Costa, Guerra, y Antequera, 2019; Raposo-Rivas, Martínez-Figueira, 2019).

Dentro de las limitantes identificadas para la implementación de RA se encuentran: la novedad está llevando a la falta de reflexión teórica y a la falta de fundamentación de modelos teóricos para su incorporación, también, el número de aplicaciones móviles en temas específicos es limitado, hay dificultad de manejo en contextos específicos, el acceso a internet en las escuelas es lento, la falta de formación entre el profesorado, la generación de expectativas excesivas, la constante obsolescencia de la tecnología que la sustenta y, la falta de estudios que corroboren sus resultados (Cabero, et al., 2019; Observatorio de Innovación Educativa, 2017).

Por otro lado, el BYOT es una de las acciones que se ha dejado de lado en el ámbito educativo (Herrera-Batista, 2009). Se ha perdido de vista que el aumento en el uso de los mismos facilita la propagación de herramientas digitales que pueden apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje, y que los usuarios, al contar con dispositivos móviles disminuyen el costo de inversión, además de mostrar una actitud positiva hacia el uso de los mismos (Cabero, Barroso y Llorente, 2019). Para tener una idea del área de oportunidad en México, la encuesta ENDUTIH (Inegi, 2020) revela que hay 80.6 millones de usuarios de internet que representan el 70.1% de la población de seis años o más, siendo el grupo de 18 a 24 años el que tiene mayor participación con un 91.2%. Además el 95.3% de los usuarios de internet se conectan a través de un teléfono celular inteligente (Smartphone). Asimismo, de entre 48.3 millones de usuarios, el 66.2% ha instalado aplicaciones. El 76.6% de la población urbana es usuaria de Internet y, en la zona rural, la población usuaria se ubica en 47.7 por ciento.

Establecido lo anterior y, atendiendo tanto a las bondades que parece ofrecer la RA y el BYOT en la educación superior, como a la búsqueda de abordar dos de las limitantes mencionadas: falta de apps en temas específicos y falta de estudios que corroboren sus resultados, es que surge la propuesta de desarrollar una aplicación móvil que implemente RA para la materia de Administración de bases de datos insertada en el plan de estudios de la Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México (TecNM), buscando atender a cuatro temas específicos: migración, réplica, espejeo y monitoreo de las bases de datos. Se eligieron estos tópicos porque en años anteriores se observó que el rendimiento académico en estos temas es bajo en comparación a los otros temas que se abordan en la materia. Asimismo, se espera contribuir con los resultados de este estudio a corroborar o refutar el impacto que este tipo de aplicaciones puede lograr en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El objetivo de este estudio fue desarrollar una aplicación móvil para el sistema operativo Android que utilice el nivel 1 de la realidad aumentada para determinar la comprensión de los tópicos de migración, réplica, espejeo y monitoreo de una base de datos.

Para el desarrollo de la aplicación se implementó la metodología de desarrollo ágil XP. 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 (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

La presentación de este trabajo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se aborda el marco teórico para contextualizar el proceso de desarrollo de este tipo de aplicaciones; en la sección 3 se muestra el estado del arte respecto al desarrollo de aplicaciones móviles que implementan realidad aumentada con fines educativos, en la sección 4 se aborda la metodología de desarrollo y su aplicación, en la sección 5 se muestra el análisis de los resultados obtenidos. Finalmente, se redactan las conclusiones obtenidas y una visión de los trabajos futuros a realizar.

10.1 Marco teórico

10.2 Realidad aumentada (RA)

La realidad aumentada es una tecnología que presenta diversas características que pueden ser aprovechadas en entornos educativos. Cabrero Almenara y Barroso Osuna, (2016), mencionan que su uso busca enriquecer la realidad física al integrar elementos virtuales bajo un ambiente coherente e interactivo, en el cual es posible interactuar en tiempo real con la realidad, visualizar fenómenos no perceptibles o contrastar un fenómeno u objeto desde diferentes perspectivas, además de que su uso va en aumento apoyado por el acceso a dispositivos móviles inteligentes. Otra ventaja de su utilización es la creación de contenidos para los alumnos, caracterizados por la interactividad y tridimensionalidad (Blas Padilla, Vázquez Cano, Morales Cevallos, & López Meneses, 2019).

La realidad aumentada se puede definir como una combinación visual de elementos reales y virtuales que interactúan entre ellos. Hace uso de un dispositivo, el cual usualmente puede ser una tableta o un Smartphone que permite ver el entorno real a través de la cámara y sobre ella se muestran elementos inexistentes que corresponden al entorno virtual (Navarro & Martínez, 2018).

De acuerdo con (Prendes Espinosa, 2014), la realidad aumentada es aquella que superpone modelos tridimensionales o algún otro tipo de información a una imagen real, sin embargo ésta no reemplaza a la realidad física, sino que complementa al mundo real con la información que le superpone mediante objetos virtuales, permitiendo además la interacción con esos objetos. Esta realidad tiene como características, las que se muestran en la figura 10.

Figura 10.1 Características de la RA



Fuente de consulta: Azuma (1997) citado por Prendes Espinoza, (2014)

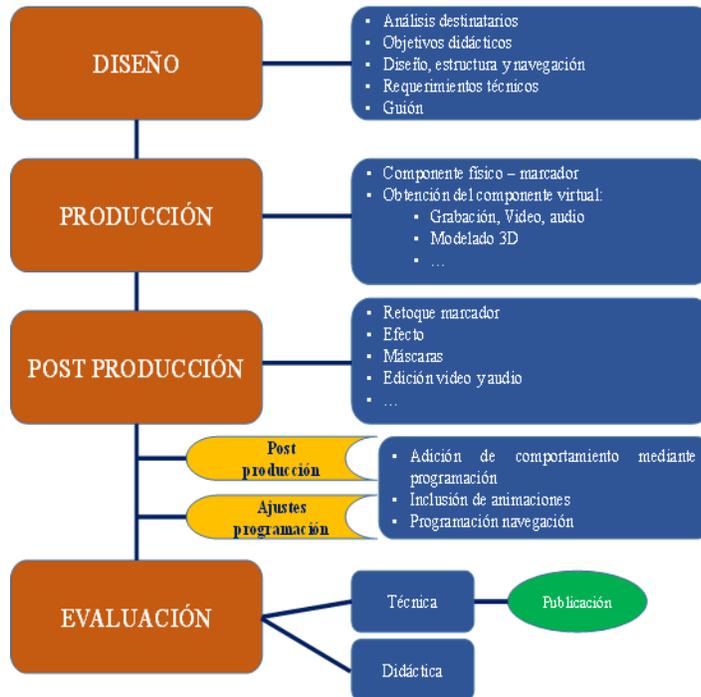
Asociado con lo anterior, diversos autores mencionan que la realidad aumentada tiene diferentes niveles, en (Prendes Espinosa, 2014), se resumen de la siguiente forma:

- Nivel 0 (Hiperenlazado): Este se caracteriza por no tener elementos tridimensionales ni registro de marcadores y, básicamente, se trata de hiperenlaces a otros contenidos. Este nivel hace uso de códigos de barras, códigos QR y reconocimiento de imágenes aleatorias para poder enlazarse.
- Nivel 1 (Basada en marcadores): En este nivel se hace reconocimiento de patrones bidimensionales y de objetos en3D. Los marcadores que utiliza pueden ser imágenes sencillas y asimétricas en blanco y negro. Este es el nivel que en el ámbito educativo se ha utilizado en los últimos años, ya que a partir de una imagen que se reconoce, se visualiza el objeto virtual de estudio.
- Nivel 2 (Sin marcadores): Hace uso del GPS del dispositivo móvil y a partir de la ubicación y orientación se superponen puntos de interés sobre imágenes reales. En este nivel las aplicaciones pueden utilizar el acelerómetro para calcular la inclinación y reaccionar a ella.
- Nivel 3 (Visión aumentada): Esta RA es de tipo inmersivo, ya que hace uso de displays especiales que debe colocarse el usuario, como puede ser el uso de gafas, en lugar de la pantalla del dispositivo móvil.

10.3 Fases de producción de un objeto de aprendizaje en RA

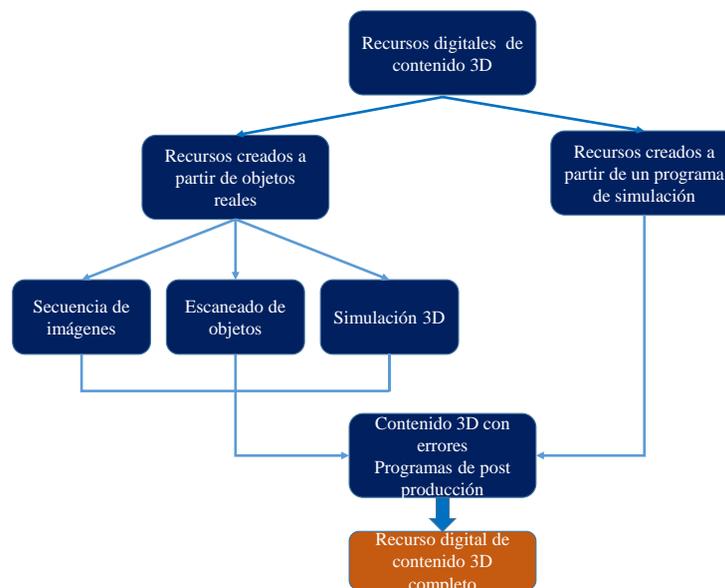
Las fases que incluye son el diseño, producción, post producción, y evaluación. En la figura 2 se muestran las actividades que incluye cada una de ellas.

En la primera fase se realiza la planeación sobre qué se hará con el recurso, con qué medios, de qué objetos constará, qué navegación habrá y, para quién se va a producir. la segunda fase, se plantea cuántas escenas se van a desplegar y qué sucederá con ellas, se determina el número de marcadores y de qué tipo serán necesarios, así como el número y tipo de elementos a mostrar y, finalmente, se determina la ubicación de los elementos: sobre el marcador o sobre el dispositivo.

Figura 10.2 Fases de desarrollo de un objeto en RA

Fuente de consulta: (Barroso, et al., 2014)

Los elementos pueden ser desde videos, infografías, mapas conceptuales, hasta modelado de objetos 3D. Estos objetos 3D siguen el proceso de construcción que se muestra en la figura 3.

Figura 10.3 Construcción de un recurso de contenido 3D

Fuente de consulta: (Barroso, et al., 2014)

En la fase de postproducción, se realizan cambios y mejoras que permitirán que los recursos se puedan captar de manera óptima por el dispositivo, por ello se llevan a cabo retoques a las imágenes, o la reducción de tamaño y formato, o se agregan efectos, o ajustes de programación sobre cómo se comportarán determinados elementos ante la interacción con el usuario.

Finalmente, la fase de evaluación permite una reflexión sobre la calidad del producto, y su correcto funcionamiento técnico. La evaluación, puede ser de tres tipos, atendiendo a aspectos técnicos y, didácticos: por los productores, mediante expertos y, mediante los usuarios potenciales. En la última las preguntas rondan en torno a aspectos como satisfacción, comprensión de la información presentada, facilidad de uso, y desempeño de la aplicación. Si la evaluación técnica es positiva, se procede a su publicación en una plataforma (Barroso, et al., 2014).

10.4 Estado del arte

Siguiendo a Garrigós Simón et al. (2019), se realizó una búsqueda en la base de datos de Google Scholar a través de las palabras clave “Augmented reality”, “mobile application”, education, “meaningful learning”, filtrando a partir del año 2017 con el fin de identificar qué tanto se está abordando el tema en los textos científicos. Se encontró que se han publicado 188 estudios al respecto. Asimismo, se realizó una búsqueda de información utilizando las mismas palabras en idioma español, y el resultado que se obtuvo fue de 284 trabajos reportados. Sin embargo al realizar una búsqueda combinada con las palabras claves usadas anteriormente y las de “gestión de bases de datos” o “administración de bases de datos” o “management of databases” no se obtuvieron resultados.

10.5 Metodología de desarrollo

Para lograr el objetivo planteado para este estudio, primero se llevó a cabo el desarrollo de la aplicación móvil con integración de RA nivel 1 siguiendo la metodología ágil de desarrollo XP. Esta consta de seis fases: exploración, planificación, iteraciones por entrega, producción, mantenimiento y muerte (Beck, 2000). Las fases de producción de recursos en RA nivel 1 y de construcción de recursos 3D, se adaptaron a dichas fases. Posteriormente se puso a disposición de un grupo de estudiantes que cursaban el séptimo semestre de la Ingeniería en Sistemas Computacionales mediante un experimento puro con manipulación de la variable independiente, con un grado de manipulación de presente o ausente de la misma (Hernández et al., 2014).

10.6 Desarrollo de la aplicación móvil que integra RA

Las herramientas de desarrollo y producción de los recursos educativos que se utilizaron fueron Unity versión 2018.3, Vuforia versión 8.3.8, Blender versión 2.79, C# 2014 edition, y la versión en línea de Adobe Photoshop. La fase de exploración se resume en la tabla 10.1.

Tabla 10.1 Resumen de historias de usuario

Número de historia	Descripción
1	La aplicación debe contar con un logo que haga referencia al propósito de la aplicación, también es necesaria una pantalla de inicio en donde se presente información de la aplicación
2	La aplicación deberá contar con un menú sencillo y amigable para las personas que vayan a hacer uso de él, y debe ofrecer opciones que sirvan para facilitar el uso y mejorar la experiencia de la realidad aumentada
3	Los modelos en 3D deben ofrecer una mejor experiencia en el aprendizaje, por lo cual son indispensables para la aplicación.
4	Tanto el material multimedia como las imágenes y videos deberán estar implementadas en la aplicación.
5	Teniendo los modelos 3D y su implementación con la RA, es necesario dotarlos con la capacidad de interactuar con los usuarios que estén haciendo uso de la aplicación

Fuente de consulta: elaboración propia

El plan de entrega se determinó para tres iteraciones. En cada una de ellas se establecieron los indicadores de Prioridad, Riesgo y Esfuerzo. A continuación se muestran los resultados de la cada una de las tres iteraciones.

10.7 Iteración 1

En esta primera iteración se definió el diseño y funcionalidad de cada una de las partes de la aplicación. Las interfaces debían ser sencillas en su diseño, ya que 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 deberá tomar el 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. Los resultados de esta iteración se muestran en las figuras 10.4 a la 10.9.

Figura 10.4 Ícono de la aplicación



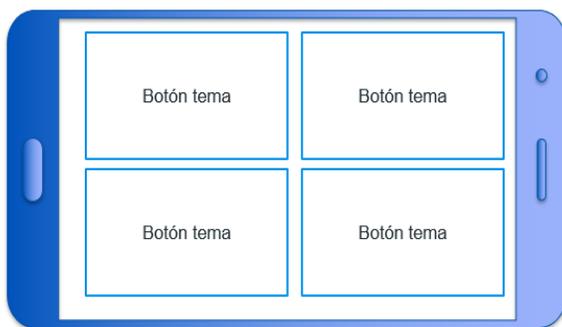
Fuente de consulta: Elaboración propia

Figura 10.5 Pantalla de inicio



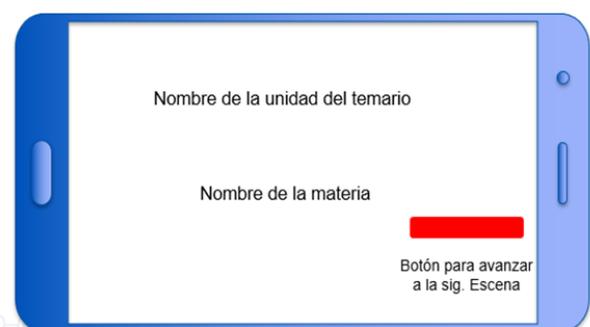
Fuente de consulta: Elaboración propia

Figura 10.6 Menú de opciones



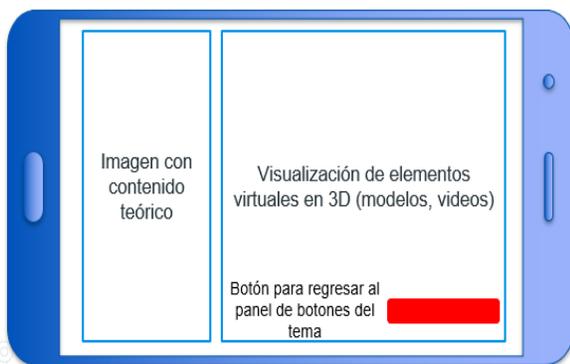
Fuente de consulta: Elaboración propia

Figura 10.7 Menú principal



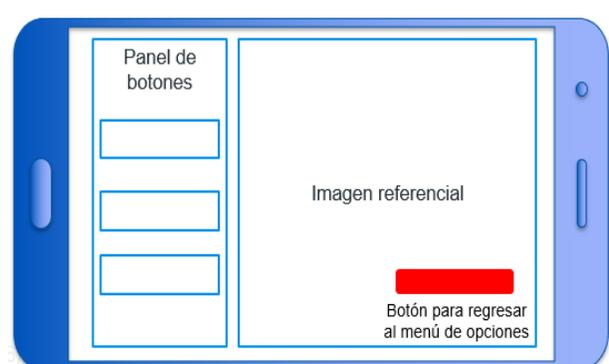
Fuente de consulta: Elaboración propia

Figura 10.6 Pantalla escenas RA



Fuente de consulta: Elaboración propia

Figura 10.7 Pantalla menú de contenidos

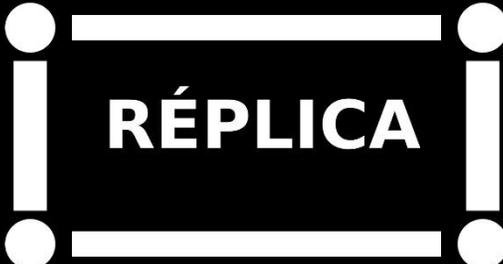
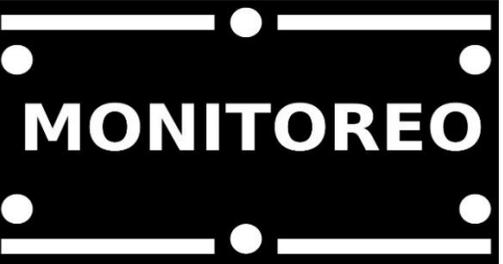


Fuente de consulta: Elaboración propia

A continuación, en la tabla 10.2 se muestran los marcadores diseñados.

Es importante mencionar que la fase de pruebas de los marcadores se llevó a cabo con el software *Vuforia*. Con él 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, esto es, si el marcador es calificado con cinco estrellas, entonces la imagen si puede ser utilizada como marcador. Los marcadores obtuvieron esa calificación, y por tanto pudieron ser aprobados para ser utilizados.

Tabla 10.8 Marcadores

Tema	Marcador	Descripción
Migración		Marcador diseñado y utilizado para el tema de migración de una base de datos.
Réplica		Marcador diseñado y utilizado para el tema de replicación de una base de datos.
Espejeo		Marcador diseñado y utilizado para mostrar la definición de lo que espejeo de un SGBD
Monitoreo		Marcador diseñado y utilizado para el tema de monitoreo de una base de datos

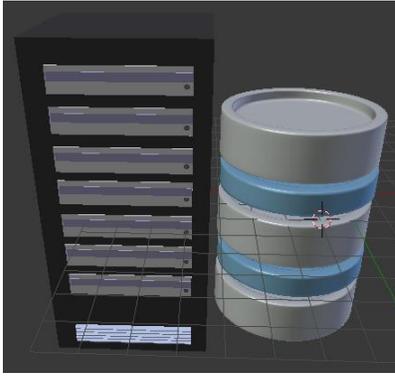
Fuente de consulta: Elaboración propia

10.8 Iteración 2

La aplicación está diseñada para abordar sólo cuatro temas de la unidad 5 del temario de la materia de Administración de Base de Datos. En cada uno de los temas se mostrarán elementos representados en 3D los cuales mostrarán de manera gráfica conceptos o procesos del tema seleccionado. Los elementos en 3D fueron diseñados con el software Blender. Se consideraron modelos principales ya que muestran varios de los escenarios que se desarrollan en los 4 temas. Los resultados de algunos de los modelos se muestran en las figuras 10.10 a la 10.15.

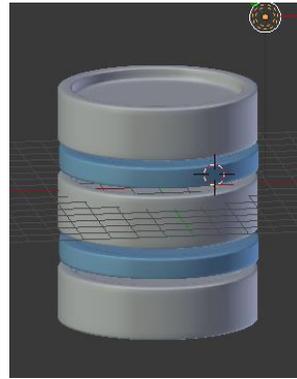
Con los diseños base se crearon 16 escenarios que explican a detalle cada uno de los procesos abordados (migración, réplica, espejeo y monitoreo). En la tabla 10.3 se muestran sólo algunos de ellos. En esta tabla se pueden observar los resultados obtenidos al momento de identificar los marcadores con la cámara. De lado izquierdo se muestra la imagen que contiene la definición del tema y del lado derecho se puede observar de fondo el marcador del tema y por encima de este se muestran los objetos que fueron diseñados en 3D y su comportamiento, es justo ahí donde se aplica la función principal de la Realidad Aumentada que es la de sobreponer un objeto virtual en un ambiente real.

Figura 80.10 Segundo modelo principal y servidor



Fuente de consulta: Elaboración propia

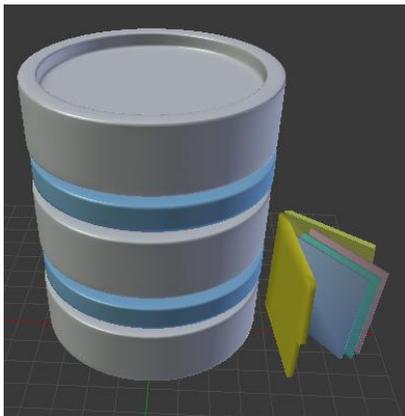
Figura 10.11 Modelo principal



Fuente de consulta: Elaboración propia

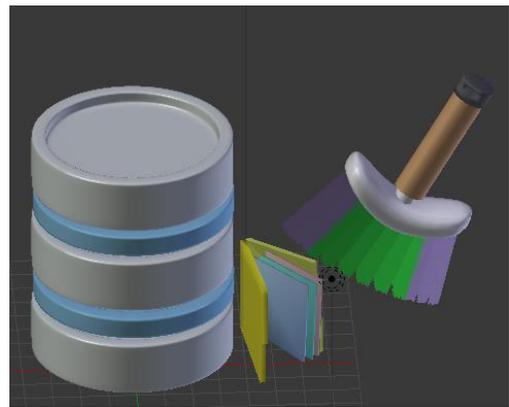
A partir de esos modelos se crearon los secundarios, correspondientes a cada uno de los procesos de los temas seleccionados.

Figura 10.12 BD y Archivo



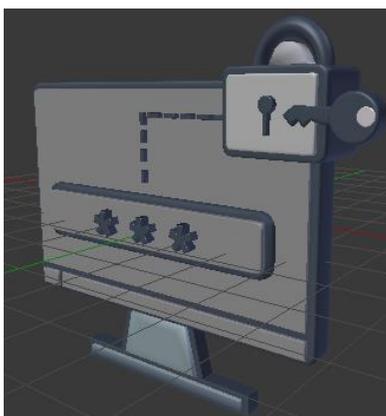
Fuente de consulta: Elaboración propia

Figura 10.13 Archivo y limpieza



Fuente de consulta: Elaboración propia

Figura 10.104 Usuarios privilegiados



Fuente de consulta: Elaboración propia

Figura 10.95 Monitoreo



Fuente de consulta: Elaboración propia

La fase de pruebas se llevó a cabo a través de casos de prueba establecidos de acuerdo a lo que estaba planteado como validación en cada una de las historias de usuario.

10.9 Iteración 3

También se generaron imágenes y videos. Para la visualización de los videos, fue necesario colocar un elemento que provee el programa Unity que 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.

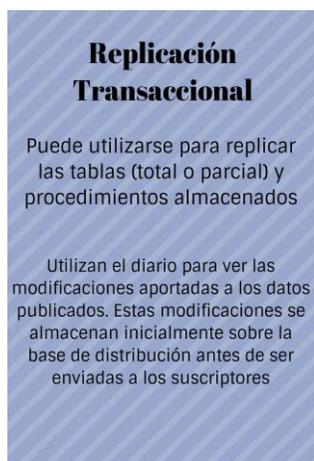
Para los elementos multimedia se crearon imágenes que tienen el contenido teórico del tema seleccionado, como las que se muestran en las figuras 10.16 y 10.17.

Tabla 10.9 Ejemplos de escenarios 3D

<p>Monitoreo de usuarios de aplicaciones</p>	
<p>Ejemplo monitoreo (video)</p>	

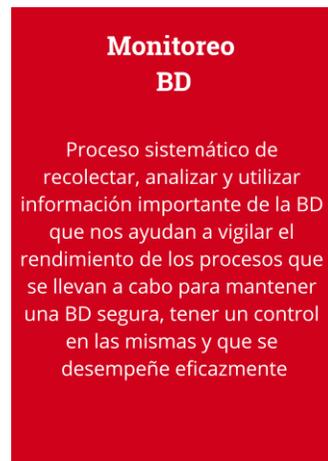
Fuente de consulta: Elaboración propia

Figura 10.16 Imagen creada para explicar el tópico de replicación



Fuente de consulta: Elaboración propia

Figura 10.117 Imagen creada para explicar el tópico de monitoreo



Fuente de consulta: Elaboración propia

10.10 Experimento

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

El experimento se aplicó al grupo de séptimo semestre de la Ingeniería en Sistemas computacionales que en ese momento incluía a 20 estudiantes de entre 21 y 23 años que estaban cursando la materia de Administración de Base de Datos. Todos ellos contaban con smartphone, aunque con diversas versiones del sistema operativo Android. La versión mínima incluía un sistema operativo Android 5.1 y 1 Gb de memoria.

Al grupo completo primero se les explicó de manera teórica, en el salón de clases dos temas: monitoreo de bases de datos y, migración de bases de datos. El material incluyó una presentación teórica de los conceptos. 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 en su smartphone y la revisaron. Al segundo grupo, se les pidió ver videos específicos de los temas abordados e indicados por la profesora para así completar la información. Esto debían hacerlo antes de entrar a laboratorio a realizar una práctica. A continuación en la figuras 10.18 y 10.19 se muestra el uso de la aplicación por los estudiantes.

Figura 10.138 Marcador y funcionamiento de la aplicación en RA



Fuente de consulta: Imagen obtenida por el uso de la aplicación móvil

Figura 10.129 Marcador y funcionamiento de la aplicación en RA



Fuente de consulta: Imagen obtenida por el uso de la aplicación móvil

10.11 Análisis de resultados

Durante el proceso de realización de la práctica el docente aplicó una guía de observación a los 20 estudiantes enfocada a cuatro aspectos: interés, reproducción del proceso, tipo de cuestionamientos realizados (duda del proceso, inferencias sobre el resultado obtenido) y, éxito o fracaso en el resultado de la práctica. Los resultados registrados se muestran en la figura 10.18.

Figura 10.19 Resultados sobre la guía de observación



Fuente de consulta: Elaboración propia

Para medir la percepción de los estudiantes por el uso de la aplicación, se aplicó una encuesta en línea, consistente en 12 preguntas con respuestas de opción múltiple en la escala de Likert (Totalmente de acuerdo, hasta totalmente en desacuerdo). 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 10.19 a 10.22.

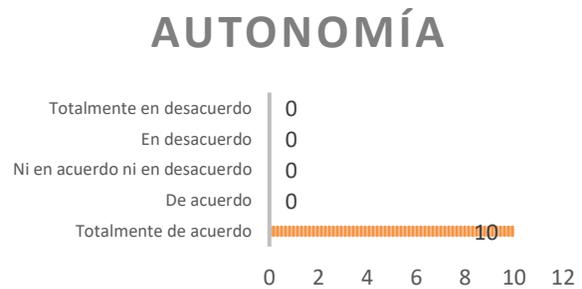
Como puede observarse en las figuras, en el rubro que existe una respuesta unánime es en cuanto a su percepción de autonomía, esto de acuerdo a los planteamientos realizados en la encuesta, se relaciona con disponibilidad de la información y el tiempo en que pueden acceder a ella.

Figura 10.21 Percepción del estudiante en cuanto a su utilidad



Fuente de consulta: Elaboración propia

Figura 10.22 Percepción del estudiante en cuanto a su autonomía



Fuente de consulta: Elaboración propia

Figura 10.23 Percepción del estudiante respecto a si motiva su proceso de aprendizaje



Fuente de consulta: Elaboración propia

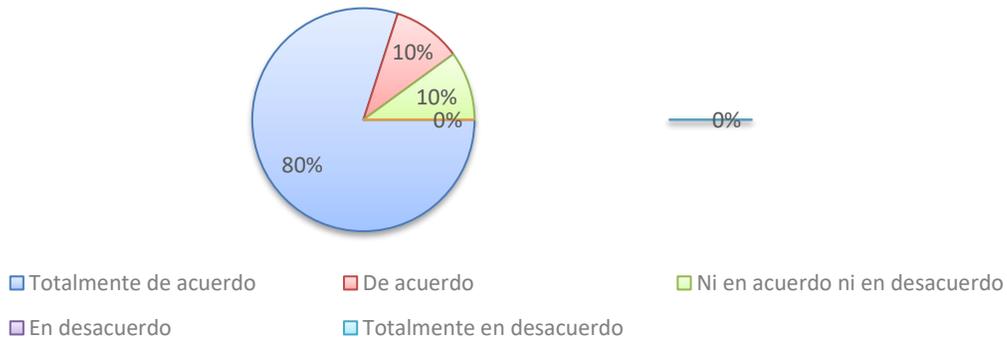
Figura 10.24 Percepción del estudiante en cuanto a su grado de satisfacción por el resultado obtenido



Fuente de consulta: Elaboración propia

En la gráfica 10.23 se muestra el resumen de la percepción de los estudiantes después del uso de la aplicación.

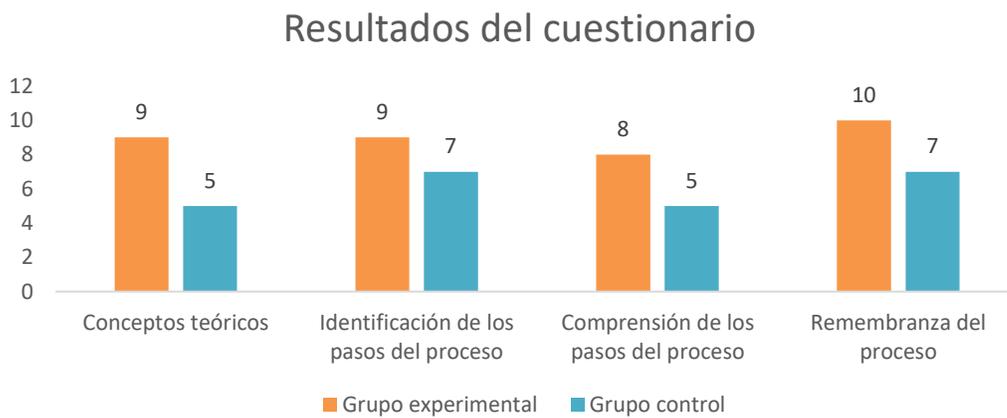
Figura 10.25 Percepción general después del uso de la aplicación



Fuente de consulta: Elaboración propia

Finalmente, para corroborar el aprendizaje obtenido 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. Los resultados de promedios obtenidos por grupo se muestran en la figura 10.23.

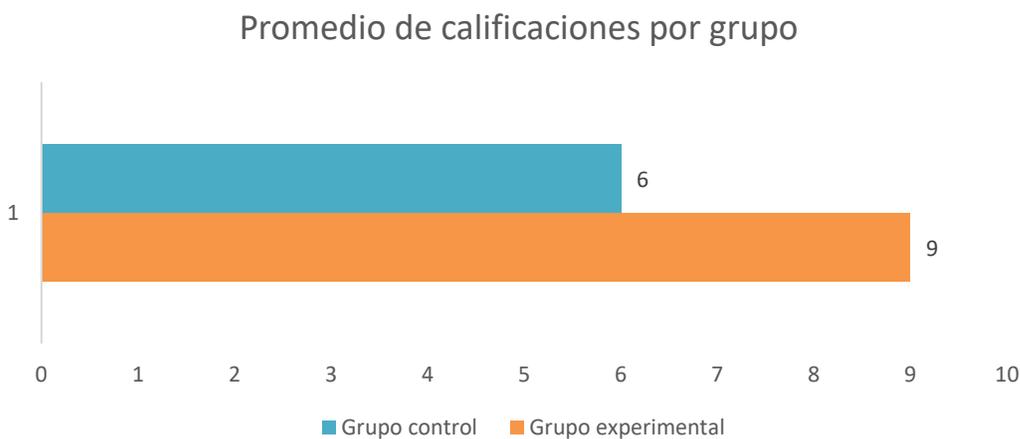
Figura 10.146 Resultados obtenidos después de la aplicación del cuestionario de conocimientos



Fuente de consulta: Elaboración propia

Asimismo, el promedio global obtenido por grupo (experimental y control) se muestra en la figura 24.

Figura 10.157 Promedio general por grupo experimental



Fuente de consulta: Elaboración propia

Como puede observarse, el grupo experimental obtuvo mejores resultados con respecto al grupo control.

10.12 Conclusiones

El objetivo de este estudio fue desarrollar una aplicación móvil para el sistema operativo Android que utilice el nivel 1 de la realidad aumentada para determinar la comprensión de los tópicos de migración, réplica, espejeo y monitoreo de una base de datos. Los resultados obtenidos constatan 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 reproducir entre las demás asignaturas.

Asimismo, corrobora la experiencia de autonomía del estudiante, de motivación para saber cómo es que sucede el proceso, por lo que le surgen dudas sobre los posibles escenarios que podrían suscitarse, e infiere posibles resultados, esto implica que está obteniendo significado lo que aprende, y que puede realizar interpretaciones ante determinados hechos. Aunque el número de personas al que se aplicó es reducido, sirve para apoyar las afirmaciones hechas por diversos autores al respecto.

También con el desarrollo de la aplicación se aporta al número de aplicaciones desarrolladas para temas específicos con el fin de ampliar el abanico de utilización en diferentes áreas de conocimiento.

Por otro lado, el desarrollo de este proyecto, deja muy en claro que la labor de producción de contenidos con RA requiere del apoyo de un área especializada y dedicada a producir los contenidos con el apoyo de los profesores, y que el hacerlo brindará sin duda, ventajas competitivas a cualquier institución.

La principal restricción que se abordó en este estudio fue el número de personas al que se aplicó, por lo que como trabajos futuros se buscará aplicarlas a otros grupos, así como buscar intercambios con otras instituciones que estén elaborando este tipo de aplicaciones con el fin de corroborar con mayor certeza el resultado positivo derivado de su uso.

10.13 Referencias

- Alexander, B., Ashford-Rowe, K., Barajas-Murph, N., Dobbin, G., Knott, J., McCormack, M. & Weber, N. (2019). EDUCAUSE Horizon Report 2019 Higher Education Edition (pp. 3-41). EDU19.
- Almenara, J. C., Vázquez-Cano, E., Meneses, E. L., & Martínez, A. J. (2020). Posibilidades formativas de la tecnología aumentada. Un estudio diacrónico en escenarios universitarios. *Revista complutense de educación*, 31(2), 141-152.
- Astudillo Torres, M. P. (2019). Aplicación de la Realidad Aumentada en las prácticas educativas universitarias. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 18(2), 203-218.
- Barroso Osuna, J., & Gallego Pérez, Ó. M. (2016). La realidad aumentada y su aplicación en la educación superior. *Revista Caribeña de Investigación Educativa (RECIE)*, 1(2), 111-124. <https://doi.org/10.32541/salome.2016.v1i2.pp111-124>
- Beck, K. "Extreme Programming Explained. Embrace Change", Pearson Education, 1999. Traducido al español como: "Una explicación de la programación extrema. Aceptar el cambio", Addison Wesley, 2000.
- Blas Padilla, D., Vázquez Cano, E., Morales Cevallos, M., & López Meneses, E. (2019). Uso de apps de realidad aumentada en las aulas universitarias. *Campus Virtuales : Revista Científica Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 8(1), 37-48.
- Cabero Almenara, J., & Barroso Osuna, J. (2016). Ecosistema de aprendizaje con «realidad aumentada»: posibilidades educativas. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 5(5), 141-154.
- Cabero Almenara, J., Barroso, J., & Llorente, C. (2019). La realidad aumentada en la enseñanza universitaria. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 17(1), 105-118.

- Cabero Almenara, J., & Llorente Cejudo, M. D. C. (2019). Evaluación de software de producción de objetos en Realidad Aumentada con fines educativos.
- Castañeda Quintero, L. J., & Adell, J. (2013). Entornos Personales de Aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red. Editorial Marfil.
- del Águila Ríos, Ferreira Capelo M.R.T., Costa Varela, J. M, Guerra Antequera, J., & Antequera Barroso, J. A. (2019). Creatividad y tecnologías emergentes en educación. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*. Revista INFAD de Psicología., 3(1), 527-534.
- Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D., & Hernández-Ramírez, L. T. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281.
- Fernández, I. M. S., Sánchez, J. L. S., & Calatayud, V. G. (2018). Entornos Personales de Aprendizaje para la comprensión y desarrollo de la Competencia Digital: análisis de los estudiantes universitarios en España. *Educatio Siglo XXI*, 36(2 Jul-Oct), 115-134.
- Fombona Cadavieco, J., & Vázquez-Cano, E. (2017). Posibilidades de utilización de la geolocalización y realidad aumentada en el ámbito educativo. *Educacion XXI*, 20(2), 319–342. <https://doi.org/10.5944/educXX1.10852>
- Garrigós Simón, F. J., Estellés Miguel, S., Lengua Lengua, I., Montesa Andrés, J. O., Oltra Gutierrez, J. V., & Narangajavana Kaosirib, Y. (2019). Tendencias en el Uso de Redes Sociales Para Educación, (November), 923–927. <https://doi.org/10.4995/inn2018.2018.8921>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (Sexta ed.). México: McGraw Hill.
- Herrera-Batista, M. (2009). Disponibilidad, uso y apropiación de las tecnologías por estudiantes universitarios en México: perspectivas para una incorporación innovadora. *Revista Iberoamericana de Educación*, 48(6), 1-9.
- Inegi. (2020). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH-2020).
- Moreno Martínez, N., Leiva Olivencia, J., & Matas Terrón, A. (2016). Herramientas de Realidad Aumentada para la Enseñanza Superior en el Área de Medicina. *Hekademos: Revista Educativa Digital*, (21), 19–33.
- Observatorio de Innovación Educativa. (2017). *Edu Trends 2017*. Tecnológico de Monterrey.
- Piedecausa García, B., Pérez Sánchez, J. ., & Mateo Vicente, J. M. (2016). Construcción virtual y realidad aumentada. Aplicación en el Grado de Arquitectura Técnica. En *Investigación, Innovación y Enseñanza Universitaria: Enfoques Pluridisciplinarios*, 263–274.
- Prendes Espinosa, C. (2014). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 187-203.
- Ramírez Otero, J. R., & Solano Galindo, S. (2017). ARprende:Una plataforma para realidad aumentada en Educación Superior. Retrieved from [https://documentos.redclara.net/bitstream/10786/1286/1/126ARprende Una plataforma para realidad aumentada en Educación Superior.pdf](https://documentos.redclara.net/bitstream/10786/1286/1/126ARprendeUna%20plataforma%20para%20realidad%20aumentada%20en%20Educaci3n%20Superior.pdf)
- Salazar Mesía, N., Sanz, C., & Gorga, G. (2016). Experiencia de enseñanza de Programación con Realidad Aumentada. *Actas de Las XXII JENUI*, 213–220.
- Severin, E. (2013). Enfoques estratégicos sobre las tics en educación en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: Unesco.

Tapia Cortés, C., Navarro Rangel, Y., & Tuya, S. (2017). El uso de las TIC en las prácticas académicas de los profesores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. *Revista electrónica de investigación educativa*, 19(3), 115-125.

Vizcaíno, M. F. A., & Campos, J. A. G. (2019). Augmented reality for the learning of phonoaudiology students from University of Playa Ancha. *Revista Cubana de Educacion Medica Superior*, 33(2), 1–16.