



Realidad aumentada en educación universitaria

Augmented reality in university education

Janitzín Cárdenas Castellanos ✉
Universidad Tecnológica de Nayarit
janitzin.cardenas@utnay.edu.mx
Nayarit, México

Martha Ruth Camacho Vázquez
Universidad Tecnológica de Nayarit
martha.camacho@utnay.edu.mx
Nayarit, México

Nadia Teresa Adaile Benítez
Universidad Tecnológica de Nayarit
nadia.adaile@utnay.edu.mx
Nayarit, México

Jazmín Pérez Méndez
Universidad Tecnológica de Nayarit
jazmin@utnay.edu.mx
Nayarit, México

✉ Autor por correspondencia

Cómo referenciar este artículo:

Cárdenas Castellanos, J., Camacho Vázquez, M.R., Adaile Benítez, N.T., & Pérez Méndez, J. (2024). Realidad aumentada en educación universitaria. *Emerging Trends in Education*, 7(13), 117-128.
<https://doi.org/10.19136/etie.a7n13.6300>

Disponible en:

<https://revistaemerging.ujat.mx/index.php/emerging>

DOI:

<https://doi.org/10.19136/etie.a7n13.6300>

Recibido:	Aceptado:	Publicado:
18/04/2024	21/06/2024	01/07/2024

Emerging Trends in Education

e ISSN: 2594-2840

Volumen 7, Número 13, Julio 2024



Resumen:

Este estudio presenta el proyecto “Realidad Aumentada en Educación Universitaria”, cuyo objetivo fue desarrollar y evaluar aplicaciones móviles con realidad aumentada (RA) para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de Tecnologías de la Información en la Universidad Tecnológica de Nayarit. La revisión de la literatura ofrece una definición clara de la RA y documenta investigaciones internacionales sobre su uso en educación, con un análisis específico en el estado de Nayarit. La metodología de investigación fue de naturaleza mixta, con un diseño cuasi-experimental, en el desarrollo de las aplicaciones se empleó la metodología ágil Scrum implementándose posteriormente una fase de evaluación experimental para comprobar la funcionalidad y efectividad de las app en el entorno educativo; para recopilar datos sobre la usabilidad, motivación y mejora en el aprendizaje de los estudiantes se utilizaron cuestionarios, observaciones y entrevistas. Se crearon tres aplicaciones móviles para las asignaturas de Estructura de Datos y Bases de Datos. Los resultados mostraron que las aplicaciones son funcionales y fueron valoradas por los estudiantes en usabilidad, motivación y utilidad como complemento educativo. Las conclusiones destacan que las aplicaciones permiten a los estudiantes utilizar modelos interactivos para comprender conceptos abstractos, lo que mejora su experiencia de aprendizaje.

Palabras clave: Realidad Aumentada; Tecnología Educativa; Educación Universitaria; Complemento Educativo; App.

Abstract:

This study presents the “Augmented Reality in University Education” project, whose objective was to develop and evaluate mobile applications with augmented reality (AR) to improve the learning of Information Technology students at the Technological University of Nayarit. The literature review offers a clear definition of AR and documents international research on its use in education, with a specific analysis in the state of Nayarit. The research methodology was of a mixed nature, with a quasi-experimental design, in the development of the applications the agile Scrum methodology was used, subsequently implementing an experimental evaluation phase to verify the functionality and effectiveness of the apps in the educational environment; Questionnaires, observations and interviews were used to collect data on usability, motivation and improvement in student learning. Three mobile applications were created for the Data Structure and Databases subjects. The results showed that the applications are functional and were valued by students in usability, motivation and usefulness as an educational complement. The conclusions highlight that the applications allow students to use interactive models to understand abstract concepts, which improves their learning experience.

Keywords: Augmented Reality; Educational Technology; University Education; Educational Complement; App.

Pag. 117-128

Realidad aumentada en educación universitaria

| Introducción

Según Basogain et al., (2007) la Realidad Aumentada conocida hoy en día con sus abreviaciones “RA” surge a principios de los 90, permitiendo combinar imágenes generadas por el dispositivo o computadora sobre la visión del mundo real que tiene el usuario. La Realidad Aumentada, es el medio que permite añadir información virtual que se superpone con el mundo real, el usuario puede interactuar con la información virtual sin perder contacto con su alrededor. Posada (2014) agrega que las aplicaciones con RA, tuvieron su auge alrededor del 2002 al implementarse aplicaciones colaborativas con RA en dispositivos móviles.

A partir del surgimiento de aplicaciones de RA tanto para dispositivos fijos como móviles, hubo la posibilidad de realizar más actividades relacionadas con la generación de contenidos aplicables en diversas áreas del conocimiento, creando nuevas formas de presentar y difundir la información (Amino & Jama, 2023).

En el ámbito educativo, han surgido numerosas aplicaciones y software de realidad aumentada aplicables en diversos niveles y disciplinas. Por ejemplo, Bacca et al., (2014) realizaron una revisión sistemática de la literatura sobre la realidad aumentada en la educación, destacando sus beneficios y desafíos. Ibáñez et al., (2016) encontraron que el uso de RA en la enseñanza de ciencias mejoró significativamente la comprensión de conceptos complejos. Wu et al., (2013) exploraron las aplicaciones de RA en la enseñanza de ciencias y concluyeron que su uso puede mejorar la motivación y el aprendizaje de los estudiantes.

Morales et al., (2016) sugieren que los expertos indican dos tendencias a largo plazo: el avance en el aprendizaje de ambientes, que son flexibles y capaces de impulsar la innovación; y un creciente enfoque colaborativo para crear soluciones en educación, entre instituciones de educación superior, profesores, empresas, estudiantes y en general, entre todos los interesados. El mismo autor añade, que las nuevas formas de enseñanza y aprendizaje requieren nuevos espacios para la enseñanza y el aprendizaje, las universidades trabajan en modelos emergentes de educación, reordenando estos entornos para dar cabida a un aprendizaje más activo. “Los escenarios educativos, se diseñan cada vez más para facilitar las interacciones basadas en proyectos con atención a la movilidad, flexibilidad y el uso de múltiples dispositivos” (Morales et al., 2016, p. 200).

Por otra parte, se han revisado algunos artículos en los que se analizan las investigaciones relacionadas con la RA para resumir sus resultados y agruparlos en categorías temáticas, lo que resulta de gran utilidad, para evidenciar la importancia y trascendencia del trabajo realizado y que se reporta en el presente documento, en este sentido se presenta lo siguiente:

Cabero et al., (2019) Aportan que la mayoría de las investigaciones sobre el uso educativo de la RA, son de naturaleza reciente y que, en los últimos tiempos, se han llevado a cabo diferentes trabajos que han aportado hallazgos para justificar su incorporación a la práctica educativa. Los mismos autores, añaden que múltiples investigaciones se han centrado en analizar el grado de satisfacción que los estudiantes mostraban tras participar

en experiencias formativas con objetos de aprendizaje en RA. En este sentido, de manera global de acuerdo con los autores, los resultados son concluyentes: los alumnos, muestran altos niveles de satisfacción cuando participan en experiencias de este tipo, y ello es independiente del nivel de estudios y de los contenidos curriculares sobre los que versaba.

Los mismos autores añaden que cuando los alumnos han estado expuestos a experiencias de interacción con objetos de aprendizaje en RA, aumentan su motivación hacia la experiencia de aprendizaje, y también hacia los contenidos tratados.

Por otra parte, se coincide con el análisis realizado por Soriano-Sánchez & Jiménez-Vázquez (2023), donde a los trabajos de investigación relacionados con la realidad aumentada en la educación, da cuenta de que en nivel superior es donde más indagaciones se encontraron relacionadas con este hecho. En este mismo estudio el autor resume los principales hallazgos de estas investigaciones, destacando lo siguiente:

(a) En educación superior, los estudiantes que participaron en actividades que integraron el uso de RA mostraron un aumento en la motivación, presentando una mayor asistencia a clases prácticas, así como un mayor índice de entrega de trabajos prácticos que comentan Ayala et al., (2017) y Marín-Díaz et al., (2018).

(b) Las TIC que incorporan RA, mejoran el aprendizaje de los estudiantes al evidenciar mejores resultados en la materia (Bogomolova et al., 2020; Bork et al., 2019; Fauzi et al., 2019; Mladenovic et al., 2019).

(c) Las valoraciones positivas señaladas por los universitarios, permitieron determinar que estos recursos pueden ser válidos para su incorporación en la educación superior (Cabero-Almenara et al., 2017; 2019; Llena et al., 2018).

(d) El enfoque basado en RA, ayudó a los estudiantes a mejorar su esfuerzo cognitivo al favorecer sus estructuras sobre nuevos conocimientos para completar tareas (Küçük et al., 2016).

(e) El uso de la RA, brindó beneficios y ventajas enfocadas a las pedagogías que favorecieron el entusiasmo por la realización de tareas, al presentar ventajas relevantes sobre la creatividad, la innovación y especialmente, la participación de los estudiantes universitarios (Sáez-López et al., 2020).

(f) Ozdamli & Hursen (2017), revelaron que el uso de Apps que incorporan RA ayudó a desarrollar el pensamiento reflexivo.

(g) Otros estudios, como el de Singh et al., (2019), señalan que parece que el uso de la RA, ejerció un impacto significativo en el desarrollo de habilidades relacionadas con las actividades prácticas, lo que redujo la carga cognitiva de los estudiantes mientras realizaban las tareas.

En el caso particular del estado de Nayarit, al realizar una indagación sobre las publicaciones relacionadas con aplicaciones que utilizan realidad aumentada, se encontraron en primera instancia, algunas iniciativas para promocionar diversos sitios y servicios turísticos que se ofrecen en el estado, realizados principalmente como parte de investigaciones académicas, sin embargo; al momento de realizar este reporte, no se encontró ninguna de estas aplicaciones disponibles para su descarga desde *play store*.

Por otra parte, desde hace algunos años, se han empleado algunas aplicaciones con realidad aumentada en el museo interactivo de ciencias e innovación de Nayarit, como la mencionada en la nota periodística escrita por Ríos (2015), en donde se informa que en el módulo de realidad aumentada ubicada en dicho museo, se pueden emplear

tabletas electrónicas con aplicaciones que emplean esta tecnología para explorar algunos temas como: el cuerpo humano, la isla de Mexcaltitán (localidad del municipio de Santiago Ixcuintla), el sistema solar, la historia de los dinosaurios, el mural principal del museo interactivo; titulado “*Diálogos de Saberes*” del artista, José Manuel Benítez Espinoza y otros modelos.

En el área educativa, se conoce de la existencia del laboratorio de realidad mixta educativa, en donde la Universidad Autónoma de Nayarit colaboró con otras instituciones a través de su secretaría de investigación para equipar y operar dicha área que permite que en esta institución se lleven a cabo diversos proyectos que involucran todas las tecnologías que integran la Realidad mixta, contando con la tecnología disponible para documentar estas propuestas educativas integrando diversas herramientas. Como ejemplo de lo anterior, se menciona la investigación realizada por Iriarte et al., (2014), titulada “*Realidad Aumentada Aplicada en la Enseñanza del Electromagnetismo*”, en donde se produjeron algunas animaciones para representar cómo se manipulan las variables electromagnéticas, para servir de apoyo a los estudiantes, permitiéndoles visualizarlos en tres dimensiones. Esta aplicación actúa como un objetivo de aprendizaje que posibilita una mejor comprensión de las interacciones entre los campos electromagnéticos a través de la visualización y la manipulación de objetos.

Por otra parte, se encontró un trabajo más, elaborado por Olivares & González (2019) que lleva por título “*Evaluación con Realidad Aumentada: Caso programas del Área de Ciencias Humanas y de la Salud*”. En el documento consultado se conoce que en el estudio se empleó la herramienta Plickers (que hace uso de la realidad aumentada) para evaluar los conocimientos adquiridos en la clase de informática aplicada que se imparte en el Instituto Universitario de Ciencias Médicas y Humanísticas de Nayarit, teniendo como principales una evaluación positiva en el uso de la herramienta por parte de los estudiantes, considerando

que les permite tener evaluaciones más dinámicas e interactivas y además obtener una retroalimentación inmediata, pudiendo comparar sus resultados con los de sus compañeros de manera inmediata.

Como se ha visto anteriormente, la realidad aumentada desde años es una innovación tecnológica que puede ser implementada en aplicaciones educativas teniendo grandes beneficios en la población escolar, su dinamismo para la implementación de un sinfín de animaciones con enfoque didáctico le permiten erigirse como una vía tecnológica para el aprendizaje y el abatimiento de la brecha digital. Sin lugar a duda es una alternativa que debe explorarse en todos los niveles educativos en el estado de Nayarit.

En el mismo sentido, en líneas previas se ha observado que en el estado es incipiente el esfuerzo que realizan diferentes investigadores en la realización de este tipo de aplicaciones para el sector educativo. En este contexto se presenta el reporte de investigación presente, que da cuenta del trabajo realizado por el grupo de investigación Tecnología, Educación y Desarrollo de Software (TEDES), perteneciente a la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Tecnológica de Nayarit, donde se documentan las acciones efectuadas para producir diversas aplicaciones móviles con el uso de realidad aumentada, como complemento a la educación universitaria. El objetivo general, se fijó en crear aplicaciones móviles con realidad aumentada para apoyar el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de tecnologías de la información de la misma universidad.

Es preciso destacar la trascendencia que implica el trabajo presentado, acorde a la relevancia de la convocatoria en la que se postula, dando cuenta de su significativo aporte al desarrollo tecnológico y al abatimiento de la brecha digital en el estado de Nayarit. La utilización de herramientas digitales en la educación superior pública se hace evidente, y propicia la formación de profesionales

competentes, creativos y capacitados para resolver los retos estatales con un enfoque innovador y de vanguardia tecnológica. El estado de Nayarit, progresa en todas sus vertientes y en el área de las tecnologías de la información no debe ser la excepción y es precisamente mediante este tipo de proyectos educativos que se impulsa un estado más competitivo con altos estándares de desarrollo tecnológico.

| Método

El método de investigación adoptada en este estudio fue de naturaleza mixta, combinando los enfoques cualitativo y cuantitativo con un diseño cuasi-experimental. Para el desarrollo de las aplicaciones de RA, se empleó la metodología ágil Scrum, según lo descrito por Schwaber & Sutherland (2017). Este enfoque se seleccionó debido a su capacidad para gestionar proyectos con requisitos cambiantes y complejos (Martínez et al., 2017). Posteriormente, se implementó una fase de evaluación experimental para comprobar la funcionalidad y efectividad de las aplicaciones desarrolladas en el entorno educativo. Se utilizaron cuestionarios, observaciones y entrevistas para recopilar datos sobre la usabilidad, la motivación y la mejora en el aprendizaje de los estudiantes.

El desarrollo de tipo ágil como metodología es “una filosofía y una forma de pensar sobre el desarrollo de software” (Shore & Warden, 2008, p. 9). Explica de igual forma el autor Rubin (2012) que la metodología “Scrum es un enfoque ágil para desarrollar productos innovadores y servicios. Con un enfoque ágil usted comienza creando una lista de prioridades de las características, y otras capacidades necesarias para desarrollar un producto exitoso” (Rubin, 2012, p. 1). De este modo se procura atender las prioridades de mayor relevancia.

Funciona de manera excelente en escenarios como los

que describe Scarcaciottoli (2018), estos pueden ser, por ejemplo, cuando los requerimientos no están bien definidos, donde hay una probabilidad alta de cambio durante el desarrollo, en el momento que es importante probar la solución, cuando el *product owner* está disponible y si el equipo se autoadministra.

Explica Rubin (2012) el fundamento metodológico en el que el sprint es el corazón de Scrum, “donde su trabajo es por iteraciones o ciclos desde el inicio al final del proyecto donde se presentan resultados tangibles” (p. 20). De aquí su simpleza y agilidad. En Scrum hay distintos roles como: *ScrumMaster*, *ProductOwner* (PO) y el *ScrumTeam*. Pichler (2010) afirma que el *product owner* es responsable de representar los intereses de cada uno de los interesados en el proyecto.

El *ScrumMaster* para Schwaber & Sutherland (2020) es quien ayuda al equipo a comprender la teoría de Scrum y sus aplicaciones. De acuerdo con Rubin (2012) “el equipo por sí mismo es autónomo, interfuncional, y pequeño. Debería incluir a los especialistas responsables de diseñar, construir y probar el producto” (p. 16).

En su procedimiento, las tecnologías indispensables para la generación de entornos de realidad aumentada, según los autores Kipper & Rampolla (2012) se pueden identificar partiendo de la necesidad de: (1) Un dispositivo que capture la información real, tales como: dispositivos móviles, (2) Un dispositivo que procese la información, (3) Un dispositivo para visualizar el resultado de la unión de la información física con la virtual, y que podría ser el mismo o uno distinto al que captura la información real, (4) Software para la generación de modelos y recursos tridimensionales, animaciones, audios, entre otros, (5) Realidad física y recursos digitales.

Scrum está compuesto de distintas etapas que se repiten en bucle, “El proyecto comienza con una visión del sistema desarrollado. El PO es responsable ante aquellos que

financian el proyecto. El PO formula un plan para hacerlo e incluye una lista de prioridades” (Pichler, 2010, p. 8). La etapa posterior es la planeación del *sprint* de acuerdo con la lista de prioridades. Schwaber & Sutherland (2020) postulan que esta etapa se dirige a los tópicos como: ¿Por qué es valioso este *sprint*? ¿Qué puede estar hecho en este *sprint*? ¿Cómo el trabajo seleccionado estará listo?. Añade Rubin (2012) el PO y el equipo de desarrollo acuerdan un objetivo para el *sprint*.

Para Schwaber & Sutherland (2020), el equipo revisa el *product backlog* “para determinar las áreas que el equipo puede cumplir de manera realista” (p. 22). Posteriormente se organiza lo que es denominado como *daily scrum* que, para los autores, el propósito de *daily scrum* “es para inspeccionar el progreso al objetivo del *sprint* y adaptar el *sprint backlog* como sea necesario. Es un evento de 15 minutos para el equipo” (p. 9).

Al finalizar el *sprint* según Pichler (2010) Scrum “requiere un incremento del producto el cual debería ser potencialmente entregable. Ya que el PO podría escoger implementarlo” (p. 12). Se repite el ciclo, pero tomando en cuenta aprendizajes para mejorar el producto y el proceso.

Para el desarrollo e implementación de las aplicaciones móviles de realidad aumentada (RA) como ya se sugirió anteriormente, se empleó la metodología de desarrollo ágil SCRUM y se aprovecharon diversas herramientas tecnológicas como: Unity, Vuforia y Blender. Para el sondeo de uso de la aplicación se realiza una investigación cualitativa como la describen Binda & Benavent (2022). Por otra parte, de manera general las fases que se siguieron en cada uno de los proyectos que se presentan en los resultados fueron las siguientes:

- **Definición del problema:** Identificar la necesidad de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en las diferentes asignaturas y cómo la realidad aumentada

podría contribuir en este proceso.

- **Revisión bibliográfica:** Realizar una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre el uso de realidad aumentada en la educación, así como sus beneficios y aplicaciones específicas en el sector educativo (Vilanova, 2012).
- **Diseño de la aplicación:** Llevar a cabo la fase de diseño de las aplicaciones móviles, teniendo en cuenta los requisitos funcionales y no funcionales identificados (Escobar-Reynel et al, 2021). Utilizando la herramienta unity para el desarrollo de la aplicación y blender para la creación de los elementos gráficos necesarios.
- **Desarrollo y pruebas:** Seguir la metodología ágil SCRUM para la implementación de la aplicación móvil. Según Ramírez et al., (2019), aquí se establecen iteraciones cortas y se asignan tareas específicas por cada iteración o *sprint*. Se utilizan las herramientas unity y Vuforia para la implementación de la realidad aumentada y la integración de los códigos QR.

Como *product backlog* se definieron los siguientes requerimientos generales para cada una de las aplicaciones: (a) Una aplicación móvil de realidad aumentada con interfaz de inicio, (b) Proyección de modelos 3D animados, (c) Utilización de código QR para reproducir las animaciones en RA, (d) Interactuar con los modelos 3d, gracias a la funcionalidad táctil del celular, (e) Reproducir audios explicativos que complementan los modelos 3D sobre cada uno de los temas abordados.

Con el uso de la metodología de desarrollo ágil Scrum los Sprint fueron los siguientes:

Sprint #1: Generación de Códigos QR: En las aplicaciones presentadas la reproducción de las animaciones se realiza mediante el escaneo de código QR, derivado de este requerimiento funcional, como primer *sprint* se tuvo la

necesidad de generar los códigos QR que serían utilizados para proyectar los modelos tridimensionales.

Sprint #2: Diseño de Modelos: En este sprint se diseñaron los modelos 3D, asignándoles colores y animaciones gracias al software de modelado Blender.

Sprint #3: Programación de Scripts: En este sprint se programó en el lenguaje C#, la interacción con los objetos proyectados. Siendo capaz de rotar los modelos según el desplazamiento de los dedos sobre la pantalla.

Sprint #4: Generación de audios: El objetivo de este sprint fue integrar una voz generada que describa información esencial de la figura que se muestra.

Sprint #5: Diseño de interfaz: En este sprint la tarea principal fue crear el menú principal que contenga tres botones, título y fondo de interfaz.

Sprint #6: Programación de la interfaz: El objetivo en este sprint fue la programación de los botones del menú para activar el escáner, descargar el documento con los códigos o salir de la aplicación.

| Resultados

Los resultados obtenidos dan cuenta del cumplimiento del objetivo que fue crear aplicaciones móviles con realidad aumentada para apoyar el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de tecnologías de la información de la Universidad Tecnológica. Enseguida se documentan brevemente los resultados de cada uno de los proyectos que hasta hoy se han ejecutado en la creación de aplicaciones móviles con RA.

Aplicación móvil titulada ED, desarrollada en el 2019 y publicada en la revista tecnología y educación (Cárdenas-Castellanos et al., 2019) en donde a través del uso de códigos QR se muestra un personaje en RA explicando y

reforzando temas alusivos a la asignatura de estructura de datos, trabajando sesiones en donde primero la docente proporcionaba una explicación presencial y después se reforzaba con las actividades de la aplicación móvil. Un ejemplo del tipo de contenido creado se muestra en la figura 1.

Figura 1

Animación sobre árboles, aplicación ED.



Nota: Cárdenas-Castellanos et al., 2019.

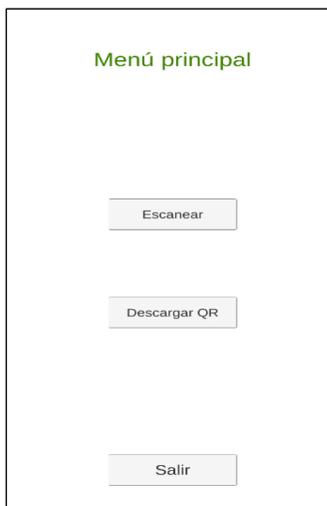
Aplicación móvil titulada estructura de datos AR realizada en el 2021, trabajada en el verano delfín de dicho año con un estudiante mexicano y otro proveniente de Colombia, impulsando las vocaciones científicas y de la que se está esperando el producto publicado como capítulo en el libro *pensamiento crítico en la investigación científica y académica* en la editorial EIDEC de Colombia. En esta aplicación se actualizaron los contenidos de la versión 2019 y se integraron animaciones con mejor calidad y más dinamismo, conservando la utilización de códigos QR para reproducir las animaciones.

En la figura 2 se puede observar la interfaz gráfica de inicio de la aplicación, con tres botones: (a) *Escanear*: Direcciona el usuario a la sección para el escaneo de los códigos QR, para observar las figuras 3D generadas y reproducir un audio explicativo (Figura 3); (b) *Descargar QR*: Genera un archivo PDF que contiene los códigos QR necesarios para

el proceso de escaneo descargando desde una carpeta compartida en Google drive, y (c) Salir: Permite al usuario salir de la aplicación.

Figura 2

Interfaz gráfica de la aplicación Estructura de datos AR.



Nota: Elaboración propia.

Figura 3

Imagen 3D generada en el escaneo QR.



Nota: Elaboración propia.

La citada aplicación móvil puede ser descargada desde el Play Store de Google en el siguiente enlace: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.CATID>.

EstructuraDatosAR

Aplicación móvil llamada base de datos RA. En el verano delfín 2023, continuando con el impulso a las vocaciones científicas se trabajó con estudiantes del Tecnológico

Nacional de México, donde se logró desarrollar con éxito otra aplicación con un enfoque innovador para la educación superior integrando RA en el aula para la asignatura de base de datos. Esta aplicación móvil innovadora implementa realidad aumentada mediante el uso de códigos QR, con el objetivo de enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos que cursan la asignatura de base de datos. Un ejemplo de los contenidos generados para esta aplicación móvil se observa en la figura 4.

Figura 4

Imagen 3D generada en el escaneo QR aplicación Base de datos RA.

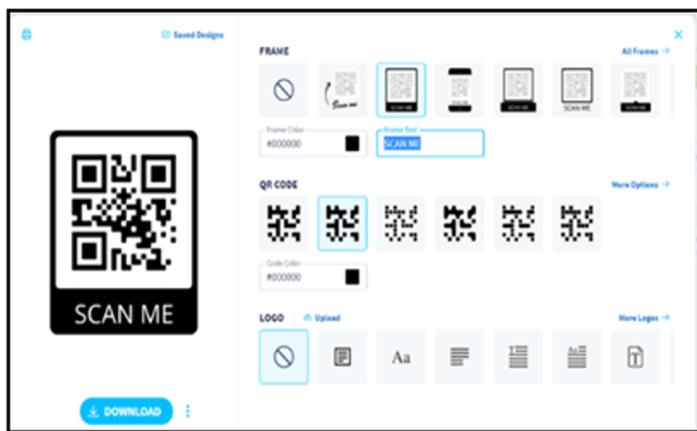


Nota: Creación propia.

Así mismo, un ejemplo de los códigos QR creados para el escaneo de las animaciones en cada una de las aplicaciones móviles, se muestra en la figura 5.

Figura 5

Códigos QR creados para la reproducción de animaciones en RA.



Nota: Elaboración propia.

La aplicación anteriormente mencionada está disponible en play store para su descarga en dispositivos móviles con sistema operativo Android desde el siguiente enlace:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.UTN>.

BasededatosRA.

Los resultados obtenidos indican que las aplicaciones desarrolladas son funcionales y han recibido valoraciones positivas por parte de los estudiantes. En términos de usabilidad, el 85% de los estudiantes encontraron las aplicaciones fáciles de usar. En cuanto a la motivación, un 90% de los participantes reportó un aumento en su interés y participación en las clases. Además, el 75% consideró que las aplicaciones eran útiles como complemento educativo, ayudándoles a entender mejor los conceptos complejos.

La medición de la percepción de los estudiantes se llevó a cabo mediante técnicas cualitativas de investigación, principalmente mediante la observación del comportamiento y las reacciones de los involucrados en cada una de las sesiones de las asignatura involucradas (estructura de datos y base de datos), en donde los estudiantes hicieron uso de sus propios dispositivos móviles (que los emplean principalmente para aspectos sociales), haciendo uso de dicha tecnología en su vida académica universitaria, integrándolos ahora como una herramienta para afianzar conocimiento.

La implementación de las apps interactivas durante los diversos cuatrimestres que se imparten las asignaturas tuvo una aprobación muy alta por parte de los estudiantes de los grupos, quienes decidieron hacer uso de las herramientas de manera voluntaria como apoyo para la comprensión de los temas. La gran mayoría de los estudiantes utilizaron las aplicaciones durante todo el periodo de clases aprovechando las funciones de éstas, mientras que una pequeña parte solo lo hizo de manera eventual (al cierre de cada unidad temática). En el sondeo a los estudiantes se les cuestionó si habían repetido algún tema con el fin de comprenderlo mejor, notablemente tres cuartas partes de los usuarios de manera general han mencionado que -Sí repitieron más de una vez un tema-. Para terminar se les preguntó acerca del material y su utilidad, donde todos respondieron que -Sí fue de utilidad-.

Con relación a la docente titular de estas asignaturas y que fungió como líder de desarrollo en cada uno de los proyectos que se han presentado, la misma menciona que la implementación de esta tecnología en el área de estudio se convirtió en un factor de motivación y aprovechamiento para la transferencia de los contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales. Cada una de las aplicaciones propicia el aprendizaje a través de distintos canales de aprendizaje de manera dinámica e interactiva. Confirmando entonces que el uso de la herramienta tecnológica clarificó dudas en las actividades académicas del estudiante, en consecuencia, fortaleció el proceso de enseñanza.

Durante el desarrollo de las aplicaciones, se ha logrado integrar modelos 3D interactivos que permiten a los estudiantes visualizar y explorar conceptos abstractos de asignaturas como estructura de datos y bases de datos pertenecientes al plan de estudios de la ingeniería en desarrollo y gestión de software de una manera más tangible y comprensible. Los alumnos pueden escanear los códigos QR y acceder a modelos 3D que representan los conceptos en entornos visuales y tridimensionales utilizando sus propios dispositivos móviles como apoyo

para su formación académica a través de las Apps educativas, y no solamente utilizarlos como un factor de entretenimiento y distracción.

La importancia de los hallazgos y sus impactos económicos y sociales, en la revisión de la literatura evidencia los múltiples esfuerzos para incorporar la RA en la enseñanza, en esa vertiente se ha dado cuenta de tres aplicaciones móviles funcionales implementadas en la Universidad Tecnológica de Nayarit, con el uso de RA y códigos QR. El beneficio directo e inmediato es para la comunidad educativa de jóvenes provenientes de todo el estado y de diferentes estratos sociales. La formación equitativa es trascendente e impulsa el desarrollo económico y social en el estado. Cabe añadir que el desarrollo de los productos presentados, no han requerido de recursos económicos adicionales, destacándose el empleo de plataformas de libre acceso y de implementos tecnológicos del equipamiento básico de la Universidad.

Profesionales innovadores y creativos, fomentan el crecimiento económico y generan nuevas oportunidades de negocio, en el estado es fundamental la expansión y modernización de las actividades productivas y de servicios. Este tipo de proyectos enfocados a la enseñanza superior, contribuyen al logro de estos objetivos estatales, plasmados en el Plan Estatal de Desarrollo 2021 - 2027 a través del Programa para el Desarrollo integral de ciencia, tecnología e innovación para la competitividad, que tiene como objetivo:

Fortalecer la Ciencia, la Tecnología y la Innovación de tal manera que permita el desarrollo de alternativas de solución para incrementar la competitividad de los sectores productivos del estado, propiciando los medios necesarios, teniendo como premisa fundamental el desarrollo humanista, social y productivo de la población (Instituto de Planeación del Estado de Nayarit [IPLANAY], 2021. p. 179)

| Conclusiones

Se confirma el logro del objetivo del proyecto, establecido en crear aplicaciones móviles con realidad aumentada para apoyar el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de tecnologías de la información de la Universidad Tecnológica de Nayarit. Como se revisó previamente, en el estado la tecnología de RA se ha estado implementando en algunos de los centros de investigación estatales establecidos e impulsados por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT). Las aplicaciones desarrolladas crean experiencias educativas inmersivas e interactivas al superponer información digital sobre el mundo físico, proporcionando a los estudiantes modelos interactivos para comprender conceptos abstractos.

Las conclusiones de este estudio subrayan que las aplicaciones de realidad aumentada permiten a los estudiantes interactuar con modelos 3D, facilitando la comprensión de conceptos abstractos y mejorando su experiencia de aprendizaje. Se recomienda que las instituciones educativas consideren la integración de tecnologías de realidad aumentada en sus planes de estudio, especialmente en disciplinas que implican conceptos complejos y abstractos. Futuras investigaciones deberían explorar el impacto a largo plazo del uso de la RA en el aprendizaje y su potencial para ser adaptada a otros campos de estudio.

Se afirma que la RA es una herramienta muy útil en la promoción del aprendizaje y que requiere del diseño de situaciones didácticas que fomenten la reflexión y la construcción de conocimiento. Es importante considerar que, para el caso de los estudiantes de la Universidad Tecnológica, son los mismos quienes son los propietarios de los dispositivos móviles con los que se hace uso de las aplicaciones generadas, representando esto una limitación en el caso de que los estudiantes no posean dispositivos móviles para reproducir las animaciones.

| Referencias

- Amino, C. D. S., & Jama, J. D. M. (2023). Uso de la Realidad Aumentada en la praxis docente: Reflexiones transdisciplinarias para la educación. *Revista Scientific*, 8(28), 152-168. <https://doi.org/m5pz>
- Ayala, F. J., Blázquez, E. B., & Montes-Tubío, F. P. (2017). Incorporation of 3D ICT elements into class. *Computer Applications in Engineering Education*, 25(3), 542-549. <https://doi.org/c6pv>
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., & Olabe J.C. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. *Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, EHU*. <http://bit.ly/2hpZokY>
- Binda, N. U., & Benavent, F. B. (2022). Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación. *Revista de Ciencias Económicas*, 31(2), 179-187. <https://doi.org/m5p2>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133-149.
- Bogomolova, K., Ham, I. J. M., Dankbaar, M. E. W., Broek, W. W., Hovius, S. E. R., Hage, J. A., & Hierck, B. P. (2020). The Effect of Stereoscopic Augmented Reality Visualization on Learning Anatomy and the Modifying Effect of Visual-Spatial Abilities: A Double-Center Randomized Controlled Trial. *Anatomical Sciences Education*, 0, 1-10. <https://doi.org/gnkk7p>
- Bork, F., Stratmann, L., Enssle, S., Eck, U., Navab, N., Waschke, J., & Kugelmann, D. (2019). The Benefits of an Augmented Reality Magic Mirror System for Integrated Radiology Teaching in Gross Anatomy. *Anatomical Sciences Education*, 12(6), 585-598. <https://doi.org/ggs72r>
- Cabero, J., Barroso, J., & Llorente, C. (2019). La realidad aumentada en la enseñanza universitaria. *REDU. Revista de docencia universitaria*, 17(1), 105-118. <https://doi.org/m5p3>
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Llorente-Cejudo, C., & Martínez, M. F. (2019). Educational uses of augmented reality (AR): Experiences in educational science. *Sustainability*, 11(18), 44990. <https://doi.org/m5p5>
- Cabero-Almenara, J., Llorente-Cejudo, C., & Gutiérrez-Castillo, J. J. (2017). Evaluación por y desde los usuarios: objetos de aprendizaje con Realidad aumentada. *Revista de Educación a Distancia*, 53(4), 4-17. <https://doi.org/m5p6>
- Cárdenas-Castellanos, J., Pérez-Méndez, J., Adaile-Benítez, N., & Castellón-Castro, J. (2019) Aplicación Móvil con el uso de Realidad Aumentada para el proceso de enseñanza y aprendizaje a nivel universitario. *Revista de Tecnología y Educación*. 3(7). <https://acortar.link/IYQ35X>
- Escobar-Reynel, J. L., Baena-Navarro, R., Giraldo-Tobón, B., Macea-Anaya, M., & Castaño-Rivera, S. (2021). Modelo de desarrollo para la construcción de aplicaciones móviles educativas. *Tecnológicas*, 24(52), 110-135. <https://doi.org/m5p7>
- Fauzi, A. F. A., Ali, K. N., & Amirudin, R. (2019). Evaluating students readiness, expectancy, acceptance and effectiveness of augmented reality based construction technology education. *International Journal of Built Environment and Sustainability*, 6(1), 7-13. <https://doi.org/ggjb8x>
- Instituto de Planeación del Estado de Nayarit [IPLANAY]. (2021). *Plan Estatal de Desarrollo Nayarit 2021 - 2027*. Gobierno del Estado de Nayarit.
- Iriarte, A., González, P., & Chávez, M. (2014). Realidad Aumentada aplicada en la enseñanza del Electromagnetismo. *Pistas Educativas*. 35(108), 1645-1656. <https://acortar.link/GxNo59>
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Delgado Kloos, C. (2016). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1-13.
- Kipper, G., & Rampolla, J. (2012). *Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR*. Syngress.
- Küçük, S., Kapakin, S., & Göktaş, Y. (2016). Learning ana-

- tomy via mobile augmented reality: Effects on achievement and cognitive load. *Anatomical Sciences Education*, 9(5), 411-421. <https://doi.org/ghq74h>
- Llena, C., Folguera, S., Forner, L., & Rodríguez-Lozano, F. J. (2018). Implementation of augmented reality in operative dentistry learning. *European Journal of Dental Education*, 22(1), e122-e130. <https://doi.org/f9zjrb>
- Marín-Díaz, V., Cabero-Almenera, J., & Gallego-Pérez, O. M. (2018). Motivación y realidad aumentada: alumnos como consumidores y productores de objetos de aprendizaje. *Aula Abierta*, 47(3), 337-346. <https://doi.org/m5p8>
- Martínez, J. J., Chiluíza, K., & Valdiviezo-Díaz, P. (2017). Using SCRUM to guide the development of an educational platform. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 16, 65-85.
- Mladenovic, R., Pereira, L. A. P., Mladenovic, K., Videnovic, N., Bukumiric, Z., & Mladenovic, J. (2019). Effectiveness of Augmented Reality Mobile Simulator in Teaching Local Anesthesia of Inferior Alveolar Nerve Block. *Journal of Dental Education*, 83(4), 423-428. <https://doi.org/gkrdrv3>
- Morales, E. Á., Bellezza, A., & Caggiano, V. (2016). Realidad aumentada: Innovación en educación. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 7(1), 195-212.
- Olivares, S., & González, J. (2019). Evaluación con Realidad Aumentada: Caso programas del Área de Ciencias Humanas y de la Salud. *Revista CONAIC: Tecnología Educativa*. 6(1). <https://doi.org/m5p9>
- Ozdamli, F., & Hursen, C. (2017). An emerging technology: Augmented reality to promote learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 12(11), 121-137. <https://doi.org/m5qb>
- Pichler, R. (2010). *Agile Product Management with Scrum: Creating Products that Customers Love*. Stoughton. Pearson Education India.
- Posada, F. (18 de enero de 2014). Realidad Aumentada en el aula. CanalTIC.com. <https://acortar.link/9GrcdJ>
- Ramírez, M. R., Soto, M. D. C. S., Moreno, H. B. R., Rojas, E. M., Millán, N. D. C. O., & Cisneros, R. F. R. (2019). Metodología SCRUM y desarrollo de Repositorio Digital. *Revista Ibérica De Sistemas e Tecnologías De Informação*, 1(17), 1062-1072.
- Ríos, Y. (28 de octubre de 2015). Realidad Aumentada en el Museo Interactivo de Nayarit. <https://acortar.link/Litn1F>
- Rubin, K. (2012). *Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process*. Arbor. Pearson Education
- Sáez-López, J. M., Cózar-Gutiérrez, R., González-Calero, J. A., & Gómez, C. J. (2020). Augmented Reality in Higher Education: An Evaluation Program in Initial Teacher Training. *Education Sciences*, 10(2), 26. <https://doi.org/gg93v9>
- Scaricaciottoli, R. (2018). *7 tips to know when to use Scrum in your project*. Hexacta. <https://acortar.link/TbvRUY>
- Shore, J., & Warden, S. (2008). *The Art of Agile Development*. O'Reilly Media, Inc.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). *The Scrum Guide*. Scrum.org.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (Noviembre de 2020). *The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. <https://acortar.link/4smK5v>
- Singh, G., Mantri, A., Sharma, O., Dutta, R., & Kaur, R. (2019). Evaluating the impact of the augmented reality learning environment on electronics laboratory skills of engineering students. *Computer Applications in Engineering Education*, 27(6) 1361-1375. <https://doi.org/ghq7wc>
- Soriano-Sánchez, J. G., & Jiménez-Vázquez, D. (2023). Las ventajas del uso de la realidad aumentada como recurso docente pedagógico. *Revista Innova Educación*, 5(2), 7-28.
- Vilanova, J. C. (2012). Revisión bibliográfica del tema de estudio de un proyecto de investigación. *Radiología*, 54(2), 108-114. <https://doi.org/c7b8c3>
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.