



Realidad aumentada como herramienta para el aprendizaje de estructuras de datos

Janitzín Cárdenas-Castellanos*
ORCID: 0000-0002-9893-6653

Jazmín Pérez-Méndez*
ORCID: 0000-0001-9334-9858

Nadia Teresa Adaile-Benítez*
ORCID: 0000-0002-1816-4981

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl27.127-6>

RESUMEN

La innovación tecnológica en la actualidad es constante. Los métodos pedagógicos han evolucionado, tornándose imperativa la implementación de herramientas modernas para facilitar y mejorar los procesos educativos. Enseguida se documenta la creación de una aplicación móvil mediante la metodología Scrum, utilizando realidad aumentada con códigos QR para la asignatura de Estructura de Datos Aplicadas de la carrera de Tecnologías de la Información de una Universidad Tecnológica. Con la finalidad de complementar el proceso de aprendizaje de los jóvenes, renovando el material didáctico del curso, para hacerlo más atractivo y dinámico, aprovechando los smartphones como herramientas de aprendizaje.

Palabras clave: realidad aumentada, estructuras de datos, código QR, tecnología educativa, smartphone como herramienta de aprendizaje.

ABSTRACT

Technological innovation today is constant. Pedagogical methods have evolved, making it imperative to implement modern tools to facilitate and improve the educational processes. Next, the creation of a mobile application is documented through the Scrum method, using augmented reality with QR codes for the subject of Applied Data Structure in the Information Technology career of Technological Universities. In order to complement the learning process of young people, while we renew the didactic material for the course at the same time, making it more attractive and dynamic, benefiting from smartphones as learning tools.

Keywords: augmented reality, data structures, QR code, educational technology, smartphone as a learning tool

La realidad aumentada (RA) es una tecnología que combina objetos virtuales bidimensionales o tridimensionales en un entorno tridimensional real y luego los proyecta en tiempo real (Hamzah, Rizal y Simatupang, 2021). La RA integra la información digital con el entorno real en el que viven los humanos. Todo se procesa y produce en tiempo real (Ahmad y Jibril, 2021). La capacidad de fusionar el mundo físico con elementos virtuales proporciona una experiencia que puede estimular la interacción creativa y realista

(Yildirim y Baran, 2021), abriendo nuevas fronteras en la comprensión de conceptos complejos.

En los últimos años se han encontrado muchas propuestas para implementar la RA en el ámbito educativo, por ejemplo: Hsu, Cheah, Hughes (2023), que documentan un caso de enseñanza de Biología utilizándola; Rassyi *et al.* (2023) dictan sobre el desarrollo de medios interactivos de enseñanza basados en ella; Yaniawati *et al.* (2023) relacionan su uso en el estudio de la geometría;

*Universidad Tecnológica de Nayarit, Xalisco, México.
Contacto: janitzin.cardenas@utnay.edu.mx,
jazmin@utnay.edu.mx, nadia.adaile@utnay.edu.mx

Afsas (2023) reporta el módulo electrónico basado en medios de realidad aumentada sobre materiales magnéticos, entre muchos más.

En la revisión realizada por Chen, Zhou y Zhai (2023), se sugiere que la RA se ha utilizado al presentar fenómenos científicos y conceptos abstractos a los estudiantes en la asimilación de contenido (Santi *et al.*, 2021; Cai *et al.*, 2021). La gran mayoría de los 22 artículos revisados por los autores emplearon la RA en el análisis de áreas de las Ciencias Naturales, mientras que la menor parte se utilizó al impulsar las habilidades de análisis y resolución de problemas como pieza de la instrucción científica. En otra revisión sistemática ejecutada por Lai y Cheong (2022) se analizaron 100 documentos, se concluyó que las implementaciones actuales de la RA en la enseñanza, con frecuencia tienen el objetivo de mejorar los materiales didácticos y las experiencias de formación, agregando que la investigación en educación debe complementarse con pruebas en entornos de enseñanza y aprendizaje, teniendo aún desafíos, por ejemplo, la necesidad de cambios más sistémicos que las administraciones escolares deben considerar: la introducción del arquitecto educativo.

En el área de estructura de datos se encontraron las siguientes iniciativas: la de García *et al.* (2020), quienes desarrollaron una aplicación que hace uso de RA en la muestra de animaciones con objetos 3D para los algoritmos de ordenamiento: Burbuja y Quicksort, y la de Díaz, Franco y Martello (2020) en la que se creó una aplicación móvil de enseñanza de estructuras de datos dinámicas. En ambas producciones se destacan las ventajas de estas herramientas digitales al fortalecer el estudio de las estructuras de datos, coincidiendo con lo encontrado por Amalia *et al.* (2023) y Wibowo (2023), este último reitera que la formación basada en RA proporciona experiencias reales en los educadores y nuevas estrategias al presentar conceptos y brindar oportunidades de que los alum-

nos interactúen de forma espontánea y libre en la resolución de problemas, desarrollando habilidades de instrucción independiente.

METODOLOGÍA

Este trabajo de investigación documenta el proceso de desarrollo de una aplicación móvil con uso de realidad aumentada y códigos QR. Un QR es un código de barras bidimensional que almacena una gran cantidad de información (Celik, 2023). Existen dos tipos: estáticos y dinámicos. Los primeros tienen enlaces fijos y los segundos permiten realizar cambios en el mismo código en diferentes momentos.

La propuesta del desarrollo de la app presentada surge de la necesidad de ofrecer a los jóvenes estudiantes de una Universidad Tecnológica material didáctico innovador, atractivo y funcional, fundamentado en el uso de tecnología que permita la apropiada adecuación de los conocimientos de la asignatura de Estructura de Datos Aplicadas. En este trabajo se establece la creación de una aplicación móvil con nuevos contenidos y animaciones, la cual da continuidad a un primer esfuerzo que no pudo utilizarse en aula por una dificultad al acceder y ejecutar los archivos fuente.

El desarrollo de la app se llevó a cabo bajo la metodología Scrum, que como modelo de creación de software ofrece una estructura ágil y adaptable que maximiza la eficiencia del equipo y la calidad del producto final, al tiempo que prioriza la satisfacción y el valor del usuario. En cuanto a las herramientas de software, se emplearon las versiones gratuitas de Unity y Vuforia. Asimismo, se utilizó Blender, una herramienta de código abierto y sin costo en el segmento de la animación y renderizado.

En tal sentido, existen algunas alternativas que también se pueden usar en este tipo de desarrollos: Godot Engine (motor de juegos), ARToolKit (biblioteca de código abierto para aplicaciones de RA), ARCore y ARKit (plataformas nativas de Google y Apple que ayudan a desarrollar aplicaciones de AR), y por último Spark AR Studio (crea experiencias de realidad aumentada en Facebook e Instagram).

Como *product backlog* se definieron los siguientes requerimientos:

- Una aplicación móvil de RA con interfaz de inicio.
- Utilización de códigos QR como marcadores que muestren los modelos animados.
- Proyección de modelos 3d animado.
- Interacción con los modelos 3d, gracias a la funcionalidad táctil del Smartphone.
- Emisión de elementos sonoros sobre los tema específicos.

A continuación se resumen las actividades realizadas en cada uno de los *sprint* ejecutados:

Sprint #1. Generación de códigos QR

Aquí se diseñaron y produjeron los códigos QR con el fin de almacenar las imágenes en formato JPG y registrarlas en la base de datos de Vuforia. En total se crearon doce QR, correspondientes a cada modelo tridimensional a proyectar. Los códigos se produjeron desde Internet, empleando el sitio específico “QR Code Generator”.

Sprint #2. Diseño de modelos

Esta etapa se refiere al trabajo con el diseño de los modelos, en donde se agregaron las animaciones que los integraron a Unity. Como parte de ésta se incluyó en cada modelo un material con color base y sus animaciones respectivas.

Asimismo, se crearon en Blender los objetos tridimensionales empleados en los modelos: vectores, matrices, pilas, colas, listas enlazadas y árboles, un ejemplo de este trabajo se muestra en la figura 1.

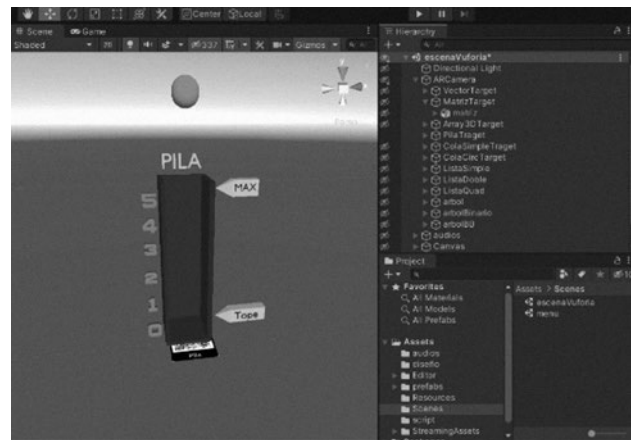


Figura 1. Diseño de modelo pila (fuente: elaboración propia).

Sprint #3. Programación de scripts

En éste se codificó la interacción con los objetos previamente creados, para tener la capacidad de rotar los modelos según el desplazamiento de los dedos sobre la pantalla. Con el objetivo de programar el *script* en C# y controlar la rotación de los objetos mediante el desplazamiento táctil sobre la pantalla, se creó otro llamado “RotarObjeto”, posteriormente en el del IDE de Visual Studio se codificó para detectar los toques en la pantalla y traducir el tipo de éste, si es de

“Moved”, procede a determinar si el cambio de la posición es sobre el eje x, si es positivo o negativo. Deduciendo el sentido en el que se rotará (izquierda o derecha).

Sprint #4. Generación de audios

Con éste se integra una voz que describe información esencial de la estructura que se muestra en la animación, fortaleciendo la usabilidad y ofreciendo al usuario distintos estímulos en un mismo contenido, se empleó la aplicación web “Texto a voz español gratis”, para grabar audios en formato MP3. Este proceso se desarrolló una vez por cada objeto, resultando un total de doce archivos.

Sprint #5: Diseño de interfaz

Menú principal

Escanear

Descargar QR

Salir

Figura 2. Interfaz gráfica de inicio (fuente: elaboración propia).

La tarea central fue crear el menú principal, se determinaron tres botones, así como un título y un fondo de interfaz. Se creó la escena “Menú”, donde se diseñó la interfaz de bienvenida y los botones de inicio de escaneo, descargar códigos QR y salir.

Sprint #6: Programación de la interfaz

El trabajo efectuado aquí fue la programación de los botones del menú que activan el escáner, descargan el documento con los códigos o salir. Los *scripts* se crearon en C# con lo que se habilitan funciones del tipo cambiar de escena, comenzar a escanear, descargar códigos QR y cerrar.

RESULTADOS

A manera de resultado se presenta la aplicación móvil planteada en el inicio de la investigación. En el menú principal se encuentran tres botones:

- Escanear: direcciona al usuario a la sección donde ocurre el escaneo de los códigos QR, y a su vez permite observar las figuras en realidad aumentada generadas y reproducir al mismo tiempo los audios explicativos, propiciando la interacción del usuario con el objeto (figura 3).
- Descargar QR: crea un archivo PDF que contiene los códigos QR necesarios en el proceso de escaneo, éste se descarga desde una carpeta compartida de Google Drive.
- Salir: permite al usuario cerrar la sesión.

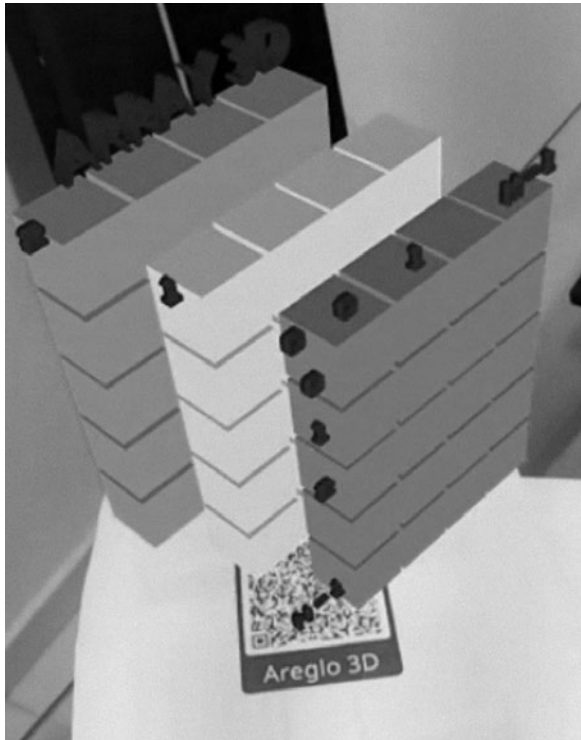


Figura 3. Imagen en RA generada con el escaneo QR (fuente: elaboración propia).

En cuanto a la utilización, la funcionalidad fue probada con los alumnos de cuarto cuatrimestre de la carrera de Tecnologías de la Información en la Universidad Tecnológica (figura 4).



Figura 4. Estudiantes utilizando la aplicación móvil (fuente: elaboración propia).

Producto de esta primera fase de prueba se obtuvo una apreciación positiva de los usuarios, quienes se mostraron entusiasmados e interactuaron favorablemente con la aplicación al visualizar los contenidos. Para tal fin, en primera instancia la descargaron de Google Play y la instalaron en sus dispositivos móviles personales, posterior a ello se hizo entrega de un manual impreso, en el que se incluía una definición de cada estructura junto con un código QR, mismo que al ser escaneado permitía reproducir una animación en realidad aumentada que explicaba su funcionamiento (en cuanto al ingreso y salida de datos). Estos contenidos se relacionaban con clases presenciales en donde se explicaba la idea y el funcionamiento, utilizándose en el reforzamiento de contenidos abstractos como cada una de las estructuras de datos vistas en el curso, intercalándose con explicaciones del profesor titular.

Se observó de manera directa la conveniencia de su uso al brindar una vía adicional de comprensión de estos conceptos que en ocasiones se complican en su asimilación al representar estructuras digitales para el almacenamiento y acceso de los datos, lo que coincide con las referencias consultadas en esta investigación.

CONCLUSIONES

Finalmente se desarrolló una propuesta de innovación en el área de aplicaciones móviles, produciendo material educativo en el formato de realidad aumentada, con el acceso mediante codificación QR para la asignatura de Estructura de Datos Aplicadas de la carrera de Tecnologías de la Información de una Universidad Tecnológica, que comprende el total de las estructuras y métodos abordados en el curso y

que fue utilizado por primera vez por los alumnos que cursaban el cuarto cuatrimestre en el ciclo 2022.

La aplicación móvil de RA ofrece apoyo al proceso de aprendizaje mediante modelos tridimensionales animados complementados con un audio explicativo, los cuales crean una estimulación visual, kinésica y auditiva, resumida en cada resultado del escaneo del QR, propiciando la interacción del estudiante con la tecnología educativa.

Con la finalidad de dar continuidad al proyecto se realizará la medición de la percepción de los usuarios acerca del uso, manejo y utilidad mediante un instrumento diseñado a modo con el que se podrán comparar los resultados de diferentes grupos de participantes.

REFERENCIAS

- Afsas, S.K. (2023). E-Module Based on Augmented Reality Media on Magnetic Materials, Scaffolding, *Jurnal Pendidikan Islam Dan Multikulturalisme*, 5(2), 1015-1035, <https://doi.org/10.37680/scaffoldingv5i2.3151>
- Ahmad, S.A., y Jibril, S. (2021). Augmented Reality for Augmenting Education, *Contemporary Journal of Education and Development*, 1(2), 10-21.
- Amalia, N.R., Sihotang, I.P., Nurhayani, N., et al. (2023). Pengaruh Media Augmented Reality terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar, *Fondatia*, 7(1), 41-51, <https://doi.org/10.36088/fondatia.v7i1.2914>
- Cai, S., Liu, C., Wang, T., et al. (2021). Effects of learning physics using Augmented Reality on students' self-efficacy and conceptions of learning, *British Journal of Educational Technology*, 52(1), 235-251, <https://doi.org/10.1111/bjet.13020>
- Celik, B. (2023). EFL Learners' Perceptions on QR Code Enriched Instruction in Developing Macro-skills, *International Journal of Social Sciences and Educational Studies*, 10(3), 326-340.
- Chen, J., Zhou, Y., y Zhai, J. (2023). Incorporating AR/VR-assisted learning into informal science institutions: A systematic review, *Virtual Real*, 27, 1985-2001.
- Hamzah, M.L., Rizal, F., y Simatupang, W. (2021). Development of Augmented Reality Application for Learning Computer Network Device, *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(12), <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i12.21993>
- Hsu, H.-P., Cheah, Y.H., Hughes, J.E. (2023). A Case Study of a Secondary Biology Teacher's Pedagogical Reasoning and Action with Augmented Reality Technology, *Educ. Sci*, 13, 1080, <https://doi.org/10.3390/educsci13111080>
- Lai, J., y Cheong, K. (2022). Educational Opportunities and Challenges in Augmented Reality: Featuring Implementations in Physics Education, *IEEE Access*, 10, 43143-43158, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3166478>
- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training, *TechTrends*, 13-21.
- Rassyi, S.F.R., Supriadi, Andayani, Y., et al. (2023). Development of The Interactive Learning Media Based on Augmented Reality 3D on The Petroleum Concept, *International Journal of Chemistry Education Research*, 7(1), 44-51, <https://doi.org/10.20885/ijcervol7.iss1.art8>
- Santi, G.M., Ceruti, A., Liverani, A., et al. (2021). Augmented reality in industry 4.0 and future innovation programs, *Technologies*, 9(2), 33, <https://doi.org/10.3390/technologies9020033>
- Wibowo, FC. (2023). Effects of Augmented Reality Integration (ARI) based Model Physics Independent Learning (MPIL) for facilitating 21st-Century Skills (21-CS), *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 178-192, <https://doi.org/10.3926/jotse.1800>

Yaniawati, P., Sudirman, S., Mellawaty, M., *et al.* (2023). The potential of mobile augmented reality as a didactic and pedagogical source in learning geometry 3D, *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 4-22, <https://doi.org/10.3926/jotse.1661>

Yildirim, Z., y Baran, M. (2021). A comparative analysis of the effect of physical activity games and digital games on 9th grade students' achievement in physics, *Education and Information Technologies*, 26(1), 543-563, <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10280-7>

Descarga aquí nuestra versión digital.



Recibido: 05/12/2022
Aceptado: 24/04/2024