

# Development of a mobile application with VR and AR to improve the experience of visitors in cultural settings

Karens Medrano, Rene Tejada, Bruno González, and Sergio Juarez,

**Abstract**—The implementation of technologies in visits to cultural spaces represents an important factor in the user experience within them, allowing static objects to come to life in the real world through the presentation of visual content and additional information. In this work, a mobile application design is proposed that allows cultural entities to energize the interactive physical tours and also to take virtual tours of the facilities. In the application we will use augmented reality that allows us to locate the exhibited works through the use of markers. Likewise, the Vuforia SDK and the Unity development engine will be used to build applications based on augmented reality and virtual reality. The final mobile application allows our smartphone to be a personal guide that not only provides textual stories, but can also take virtual tours of the facilities. The functionality of this mobile application is evaluated by implementing it in a gallery, thereby demonstrating its versatility. The development of this type of mobile applications can help bring people closer to cultural sites that are difficult to visit and thus contribute to the appreciation of local heritage.

**Keywords**—Augmented Reality, Culture, Mobile App, Unity, Vuforia, Virtual Reality.

## I. INTRODUCCIÓN

LOS dispositivos móviles en la actualidad son usados en diversas actividades de la vida diaria de las personas, permitiendo que nuestra vida sea más práctica y placentera. La sociedad contemporánea está evolucionando exponencialmente en el uso de las aplicaciones móviles para teléfonos inteligentes. Muchas de las tecnologías disponibles en la sociedad actual tienen potencial para mejorar las experiencias de los visitantes dentro de los entornos culturales usando un dispositivo móvil [1].

Este trabajo se enmarca en la necesidad de realizar una aplicación móvil que hace uso de realidad virtual y realidad aumentada, para ser usada en entornos culturales a través de interfaces interactivas que enriquezcan la experiencia cultural de los usuarios. Los museos, centros de interpretación y parques arqueológicos son sitios culturales que deben ir incorporando estas tecnologías, especialmente para lograr que las nuevas

K. Medrano esta en la facultad de ingeniería , Universidad Don Bosco, San Salvador, El Salvador, (e-mail: karens.medrano@udb.edu.sv).

R. Tejada esta en la facultad de ingeniería , Universidad Don Bosco, San Salvador, El Salvador, (e-mail: rene.tejada@udb.edu.sv).

B. González esta en la facultad de ingeniería , Universidad Don Bosco, San Salvador, El Salvador, (e-mail: bruno.gonzalez@udb.edu.sv).

S. Juarez esta en la facultad de ingeniería , Universidad Don Bosco, San Salvador, El Salvador, (e-mail: sergio.rmirez.juarez@gmail.com).

978-1-6654-0873-8/21/\$31.00 ©2021 IEEE

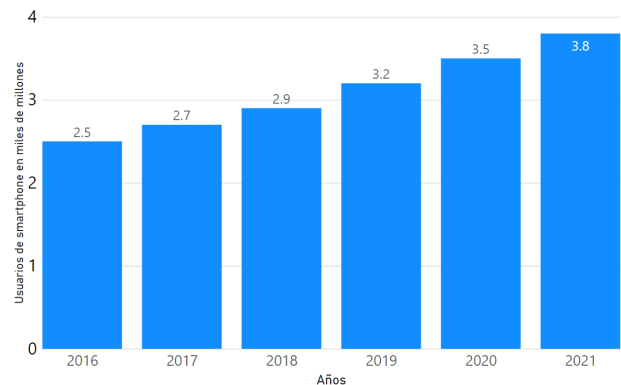


Fig. 1. La gráfica muestra la cantidad de usuarios con teléfonos inteligentes a nivel mundial entre los años 2016-2021. Gráfica tomada de portal de estadísticas Statista.

generaciones de visitantes encuentren la experiencia digital que buscan, convirtiendo estos espacios culturales en lugares de alfabetización digital [2] - [4].

En la actualidad la integración de VR(Virtual reality) [5] y AR(Augmented Reality) [6] en entornos culturales vienen a enriquecer los recorridos y visitas en: museos, parques arqueológicos y centros de interpretación [7]. Cuando hablamos de enriquecimiento en las actividades culturales, se basa en el uso de equipos tecnológicos que traen los usuarios en sus bolsillos, como celulares, cámaras de fotos o tablets. Es de destacar que para brindar esta interactividad, es fundamental que las personas hagan uso de sus propios dispositivos en las salas de los museos, exposiciones, auditorios y parques arqueológicos. Adicionalmente cabe destacar que esto no representa un problema para estos espacios culturales, ya que a escala internacional la cantidad de usuarios con teléfonos inteligentes sobrepasa los 3.000 millones y se espera que permanezca creciendo gradualmente durante los próximos años, como se muestran en las proyecciones de la Fig 1.

La mayoría de las aplicaciones móviles existentes para espacios culturales, tienen el inconveniente que están creadas a medida para un espacio cultural en específico y que no se pueden reutilizar en otros entornos culturales.

A nivel mundial se han realizado trabajos similares al desarrollo de esta aplicación móvil, Ejemplos de estos son los presentados a continuación: Realidad aumentada para el diseño artístico y el patrimonio cultural: diseño y evaluación de sistemas [8], Un día en el museo: una exhibición de bellas

artes aumentada [9], Los Van Gogh aumentados: experiencias de realidad aumentada para visitantes de museos [10], Virtual artifact: Enhancing museum exhibit using 3D virtual reality [11]. También se puede observar estos tipos de proyectos en México, España, y países del medio oriente, que incorpora políticas de conservación de la arqueología solidas para promover la integración de tecnología de Realidad Aumentada Aplicada a la Arqueología [12], Tecnologías de la Información Aplicadas al Turismo Cultural [13] y Aplicaciones móviles avanzadas para sitios patrimoniales [14].

En este trabajo se propone una aplicación móvil que pueda funcionar de manera independiente del lugar o espacio cultural donde se desee utilizar. Para el desarrollo de esta aplicación móvil se utilizará Unity, Vuforia [15], VR y AR.

## II. ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN MÓVIL

Nuestra aplicación móvil viene apoyar a las instituciones del área cultural como museos, parques arqueológicos y centros de interpretación, con la finalidad de enriquecer sus recorridos mediante la experiencia digital, implementando tecnologías como AR y VR.

La aplicación móvil desarrollada para este trabajo, permite implementar la identificación de imágenes, para realizar el reconocimiento de cuadros dentro de la aplicación. Se hace uso de tecnologías de desarrollo de aplicaciones como Unity y Vuforia . El modo de funcionamiento de la misma es la siguiente:

- Primero en Vuforia se cargan las imágenes que se van a reconocer, dentro de la aplicación, cuando se está ejecutando
- segundo, desde Vuforia se debe establecer las medidas reales de los cuadros en cada imagen que se cargará en la aplicación
- Finalmente, se debe indicar la ruta para que la aplicación Unity pueda leer las imágenes y así mostrarlas a través de los dispositivos

Tomando en cuenta lo descrito anteriormente, las imágenes se pueden evaluar en tiempo real dentro de la aplicación, permitiendo reconocerlas desde el dispositivo y en caso de coincidir con algunos de los cuadros o imágenes digitalizadas, la aplicación indicará la incidencia del cuadro. Como se muestra en la Fig. 2, las imágenes se deben registrar en la aplicación para que estas puedan desencadenar las muestras de contenido virtual. Para ello es importante que las imágenes incorporen distintas formas con descripciones complejas, para lograr facilitar el funcionamiento de los algoritmos de reconocimiento y seguimiento de imágenes.

Según la Fig. 2, cuando se cargue una imagen esta será analizada en base al modelo de carga y nos devolverá un resultado con porcentaje de confianza de similitud de la imagen cargada con la imagen que esta aplicación piensa que puede ser y lo mostrará en la aplicación. Luego, las imágenes se procesan por seguimiento basado en marcadores [16], siendo un marcador una imagen u objeto registrado con la aplicación, que actúa como desencadenante de difusión en

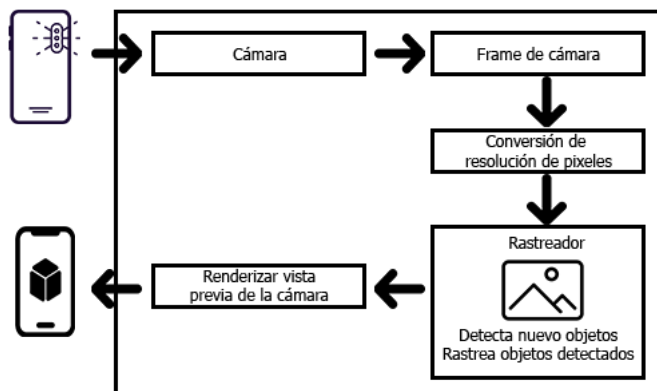


Fig. 2. Sistema de reconocimiento de imagen Vuforia. Dentro de la aplicación móvil, este sistema se encarga de realizar el reconocimiento de las obras de arte.

la misma. Mientras la aplicación móvil esta funcionando, la cámara del equipo detecta el marcador en la vida real, se habilita las visualizaciones del contenido virtual referente a la posición del marcador desde la perspectiva de la cámara. La detección basada en marcadores también puede incluir códigos QR, donde los marcadores físicos son reflectantes.

## III. IMPLEMENTACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA Y REALIDAD VIRTUAL EN LA APLICACIÓN MÓVIL

La aplicación móvil tiene el potencial de mezclar el mundo real con el virtual. Consta de una sección que es capaz de reconocer los objetos ya registrados y luego despliega objetos digitales a estos, muy similares a las tecnologías ARCore de Google y ARKi [17] [18], las cuales incluyen movimientos estables y estimación de plano con límites básicos. La funcionalidad de la aplicación VR y AR proporcionada por nuestra aplicación móvil dependerá, en gran medida del ecosistema de los dispositivos móviles utilizados como: GPU, y sus características de hardware (CPU, cámara y sensores de movimientos). En la Fig. 3 se puede observar cómo se utilizan los dispositivos móviles para la funcionalidad de la aplicación AR, antes descrita.

Como se observa en la Fig. 3 , la terminal realiza las labores de captura de la escena y de visualización de resultados, mientras que el servidor del proveedor conduce el resto de procesamiento, desde la determinación de escenarios hasta la estructura de las imágenes. La aplicación tiene una sección para realizar un recorrido virtual, la cual es ejemplo verídico del espacio físico que se puede encontrar en el espacio cultural. Las visitas virtuales añaden dinamismo al espacio además, de darle al visitante la oportunidad de desplazarse entre las distintas áreas que la componen, así como el de definir las piezas o componentes importantes contempladas en ellas. Por tanto, este tipo de visitas virtuales interconecta con el usuario proporcionando libertad de movimiento.

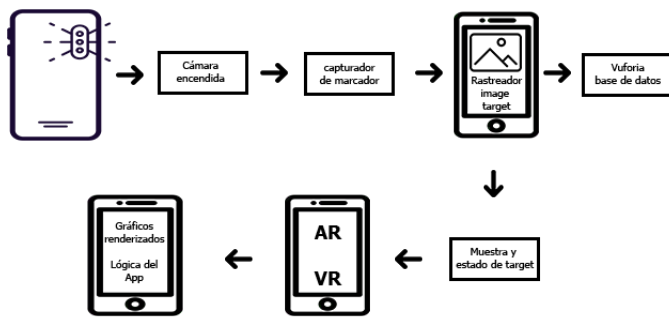


Fig. 3. Descripción de las etapas de proceso de la App móvil creada en Unity, para la presentación de los resultados al usuario.

#### IV. DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN MOVIL, IMPLEMENTADA PARA UNA PINACOTECA

Descrito el funcionamiento de nuestra aplicación móvil, se procede a realizar la implementación en un espacio cultural específico. Se ha elegido una pinacoteca ubicada en la Universidad Don Bosco (UDB), la cual cuenta con 179 obras de arte que son parte del patrimonio de esta institución. Las obras están expuestas permanentemente, en 3 salones de exposición denominados Florence Hill de Mathies, Meza Ayau y Maestro Armando Solís. La implementación se inició con la digitalización de las 179 obras de artes, catalogando los siguientes datos de cada una de ellas: nombre de obra de arte, nombre de la sala de exposición, dimensiones de alto y ancho de la obra, el nombre del autor que la realizó y la técnica que este usó.

Con esta información, se configuró aplicación móvil para brindar mayor interactividad a los visitantes de la pinacoteca, mostrándoles el catálogo de forma interactiva, usando tecnología AR para superponer imágenes y texto sobre cada obra de arte, de forma física en las instalaciones. Así también, se brinda una experiencia más amplia para contemplar las instalaciones de la PINACOTECA, a través de un recorrido virtual implementado con tecnología VR.

#### V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación móvil tiene dos secciones: recorrido virtual utilizando la tecnología VR y recorrido interactivo presencial utilizando la tecnología AR. Para mayor comprensión ver Fig. 4 La aplicación móvil es capaz de poder utilizar la cámara del dispositivo, para capturar las características de un objeto enfocado en tiempo real. Luego Unity utiliza estas características del objeto para generar las escenas AR mediante redes neuronales, lógicas difusas y algoritmos de inteligencia artificial. Finalmente, en la pantalla del dispositivo se muestra la escena AR creada con la información descriptiva correspondiente al objeto enfocado. En la Fig. 5 se muestra una fotografía de la obra de arte y en la Fig. 6 la vista AR provista por la aplicación móvil, de esa obra de arte.

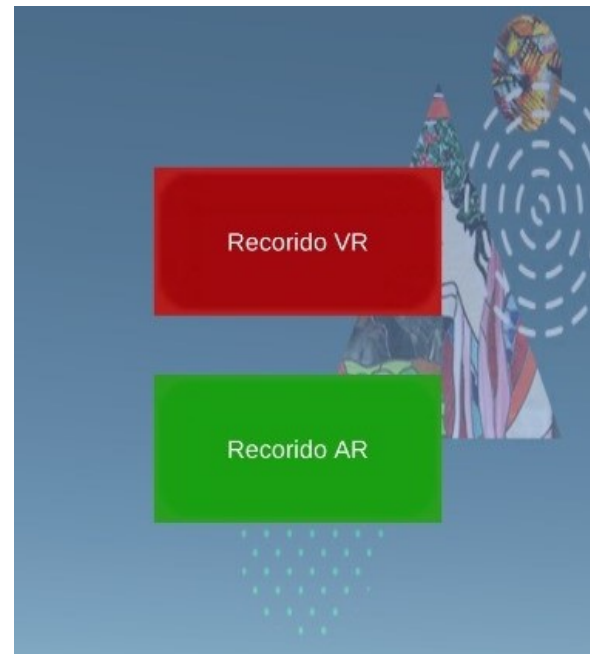


Fig. 4. Pantalla de menú aplicación móvil. Permite iniciar el recorrido virtual o con realidad aumentada dentro de la Pinacoteca UDB.



Fig. 5. Pintura "Evolución" de Titi Escalante en exposición dentro de las instalaciones de la Pinacoteca UDB.

En las figuras presentadas anteriormente, se demuestra que con la digitalización de las obras, nuestra aplicación móvil puede ayudar a la pinacoteca a mejorar la experiencia interactiva de los visitantes en sus salas de exposición de obras.

Además, nuestra aplicación proporciona a las personas la opción de realizar recorridos virtuales, permitiéndoles que quienes no puedan ir físicamente a la instalaciones, puedan conocer las obras y sus instalaciones, ampliando y potenciando las visitas de este sitio cultural vistas en la Fig. 7.



Fig. 6. Vista de resultado de la pintura presentada en Fig. 5, utilizando la aplicación móvil implementada

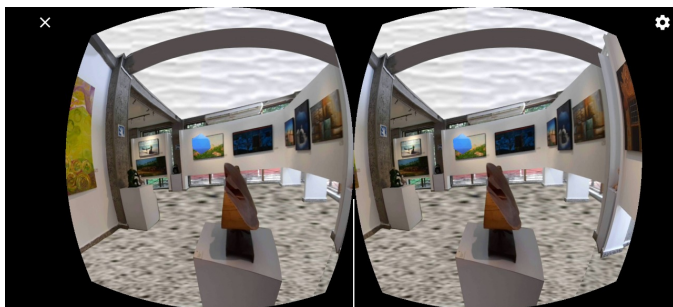


Fig. 7. Recorrido de realidad virtual de las salas de exhibición de la Pinacoteca UDB, ejecutándose desde la aplicación móvil

## VI. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

- Este tipo de aplicación móvil puede contribuir a la difusión internacional de estos espacios culturales, permitiendo a las personas que utilicen la aplicación conocerlas sin importar su ubicación física que tenga.
- Con la experiencia adquirida en la implementación de esta aplicación móvil en una pinacoteca, se sostiene que la misma es factible para aplicarse en otras áreas culturales como museos, sitios arqueológicos, sitios históricos y centros de interpretación.
- El desarrollo de este tipo de aplicaciones móviles brinda a los visitantes una mejor experiencia en sus recorridos dentro de los entornos culturales, a través de las interacciones que brindan las tecnologías VR y AR.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Pinacoteca de la Universidad Don Bosco, por permitir el acceso a sus instalaciones y el permitirnos acceso a sus catálogos de obras de arte para digitalizar.

## REFERENCIAS

- [1] M. G. Barbosa, L. A. de Saboya and D. V. Bevilaqua.(2021, Aug). A survey and evaluation of mobile apps in science centers and museums. Journal of science communication.[Online].20(5). Available: <https://doi.org/10.22323/2.20050201>
- [2] D. Ruiz, "La realidad aumentada: un nuevo recurso dentro de las tecnologías de la información y la comunicación(TIC) para los museos del siglo XXI," Intervención, vol.3, no. 5, pp. 39-44, May. 2010.
- [3] D. Ruiz "Realidad aumentada, educación y museos," Icono 14, vol. 2, pp. 212-226, May. 2011.
- [4] T. Chatzidimitris, E. Kavakli, M. Economou and D. Gavalas, "Mobile Augmented Reality edutainment applications for cultural institutions," IISA 2013, Piraeus, Greece, Jul. 10-12, 2013, doi: 10.1109/IISA.2013.6623726
- [5] G. Lawton.(2006, Jun). Making virtual reality more accessible. Computer. 39(2006.06), pp. 12-15, Available: <https://www.computer.org/csdl/magazine/co/2006/06/r6012/13rRUXbCbM5>
- [6] C. W. M. Leão, J. P. Lima, V. Teichrieb, E. S. Albuquerque and J. Kelner, "Altered reality: Augmenting and diminishing reality in real time," 2011 IEEE Virtual Reality Conference, 2011, pp. 219-220, doi: 10.1109/VR.2011.5759477
- [7] M. Kadri, H. Khalloufi and A. Azough, "V-Museum: A Virtual Museum Based on Augmented and Virtual Realities for Cultural Heritage Mediation," 2020 International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV), 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISCV49265.2020.9204253
- [8] Jihyun Oh, Moon-Hyun Lee, H. Park, J. Park, Jong-Sung Kim and Wookho Son, "Efficient mobile museum guidance system using augmented reality," 2008 IEEE International Symposium on Consumer Electronics, 2008, pp. 1-4, doi: 10.1109/ISCE.2008.4559482
- [9] J. Caarls, P. Jonker, Y. Kolstee, J. Rotteveel and W. Eck. (2009, Nov). Augmented Reality for Art Design and Cultural Heritage—System Design and Evaluation. EURASIP Journal on Image and Video Processing.[Online]. 2009. Available: <https://www.researchgate.net/publication/220539241>
- [10] A. B. Tillon, E. Marchand, J. Laneurit, F. Servant, I. Marchal and P. Houlier, "A day at the museum: An augmented fine-art exhibit," 2010 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality - Arts, Media, and Humanities, 2010, pp. 69-70, doi: 10.1109/ISMAR-AMH.2010.5643290
- [11] Y. Kolstee and W. van Eck, "The augmented Van Gogh's: Augmented reality experiences for museum visitors," 2011 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality - Arts, Media, and Humanities, 2011, pp. 49-52, doi: 10.1109/ISMAR-AMH.2011.609365
- [12] A. G. Sooi, A. Nugroho, M. N. A. Azam, S. Sumpeno and M. H. Purnomo, "Virtual artifact: Enhancing museum exhibit using 3D virtual reality," 2017 TRON Symposium (TRONSHOW), 2017, pp. 1-5, doi: 10.23919/TRONSHOW.2017.8275078
- [13] A. J. Carlos, "Tecnologías de la Información Aplicadas al Turismo Cultural," Consejo Nacional para la Cultura y el Arte, Gobierno de México, Paper 5.
- [14] Advanced Mobile Apps for Heritage Sites. UNESCO, 2021. Available: <https://www.appworldheritage.com/>
- [15] A. S. Ibañez and J. P. Figueras, "Vuforia v1.5 SDK: Analysis and evaluation of capabilities," M. S. Thesis, EETAC, UPC Univ., Barcelona, España, 2013.
- [16] H. Kato and M. Billinghurst, "Marker tracking and HMD calibration for a video-based augmented reality conferencing system," Proceedings 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality (IWAR'99), 1999, pp. 85-94, doi: 10.1109/IWAR.1999.803809
- [17] M. Pohančnik, J. Matišák and K. Žáková, "The Use of ARCore Technology for Online Control Simulations," 2020 15th Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS), 2020, pp. 649-652, doi: 10.15439/2020F147

[18] R. D. Agushinta, H. Medyawati, I. Jatnika and Hustinawaty, "A method of cloud and image-based tracking for Indonesia fruit recognition," 2017 IEEE 3rd International Conference on Engineering

Technologies and Social Sciences (ICETSS), 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICETSS.2017.8324146