

Capítulo **4**

Propuesta de preservación del centro histórico de Tijuana a través de la tecnología

*Gustavo Omar Zamarrón de la Garza
Olivia Mendoza Duarte
Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería
Universidad Autónoma de Baja California*

<https://doi.org/10.61728/AE24001991>



Antecedentes

El desarrollo de economía regional de algunos países se ha visto fortalecido por el turismo interno, incluyendo el aspecto cultural entre otros, y se ha comprobado que tanto la actualización de las rutas existentes y creación de nuevas haciendo uso de tecnología como la realidad aumentada permite que el turista diversifique sus destinos especialmente haciendo uso de dispositivos móviles (Petrova, Gerasimova, Egarmin et al., 2024).

El éxito del turismo cultural conlleva también la tarea de restauración de los edificios históricos, en este tema, el uso de un archivo histórico de fotografías puede ser la referencia para la identificación de posibles daños de los edificios y desde esta forma tomar decisiones fundamentadas para el diseño eficaz de planes de conservación (Bahrami y Albadvi, 2024). En cuanto al tipo de imágenes que se pueden utilizar, además de las fotografías impresas, se pueden construir nuevas bibliotecas de imágenes con acceso interactivo gracias a la tecnología 360°, como ya se ha planteado con plataformas interactivas que contribuyen al proceso de exploración de los monumentos históricos accediendo a imágenes por capas que muestran los cambios con el paso del tiempo (Dieb, Alsalloum y Webb, 2024).

Respecto al uso de la tecnología para el modelado digital de edificios a partir de fotografías de sus fachadas, se han realizado experimentos y desarrollado métodos de segmentación y delineado con el fin de construir bibliotecas digitales paramétricas usando una sola imagen, permitiendo así la creación de aplicaciones novedosas avanzadas más allá de la visualización, aunque la idea se ha planteado desde la década de los noventas (Sewasew y Tesfamariam, 2023; Shackley, 1997). Volviendo a la idea de la realidad aumentada (AR) en este mismo ámbito, también es importante analizar la pertinencia respecto a la aceptación de este tipo de tecnologías por los usuarios, siendo la actualidad una época fértil por el

uso masivo de dispositivos móviles por parte de los turistas de regiones culturales, permitiendo el seguimiento de los intereses de los visitantes (Hanji, Hungund, Hanji et al., 2024; Chiu, Wei, Lee et al., 2021).

Hablar de realidad virtual y realidad aumentada es cada vez más común, y los desarrolladores de experiencias turísticas están cada vez más interesados en experimentar con estas tecnologías ya que permite la transferencia de los detalles arquitectónicos y relacionarlos con el periodo al que pertenecen, algunos con un pasado de miles de años. (Roodposhti y Esmaeelbeigi, 2024; Süvari, Okuyucu et al., 2023). Conocemos el concepto de realidad virtual desde que se propuso como un escenario futurista, siendo desde entonces objeto de especulación acerca de su factibilidad (Williams y Hobson, 1995), de manera similar, la realidad aumentada es ya muy accesible y el beneficio de su uso se encuentra y demostrado en diversos estudios (Zhu, Io, Hall et al., 2024).

Quizás, gracias al éxito de la industria de los videojuegos, las experiencias inmersivas y los modelos de entretenimiento educativo se han diversificado a diferentes sectores, y el turismo no ha sido la excepción, especialmente en los recorridos virtuales (Ferdani, Fanini et al., 2020; Maícas y Viñals, 2017). Por otro lado, los turistas buscan experiencias diferentes a las tradicionales, hecho que se ha demostrado en diversos estudios donde se analiza el desarrollo y la expansión del turismo cultural, involucrando cada vez a más personas que aceptan e incluso buscan estas experiencias (Park, Nam et al., 2006; Caciora, Herman et al., 2021; De Luca, Marcantonio et al., 2022).

Tecnologías propuestas

Realidad virtual y realidad aumentada

El uso de herramientas tecnológicas para la difusión de la cultura se hizo popular desde su aplicación en recorridos de museos, siendo aún limitados por la baja capacidad de memoria y velocidad de los dispositivos de aquella época. Mientras esta tecnología se vuelve cada vez más accesible no ha dejado de desarrollarse esta idea también en aplicaciones enfocadas a la educación en países de todo el mundo, así como en

estudios de antropología entre otros. Otros logros identificados como el desarrollo de realidad virtual de grandes dimensiones, particularmente para la apreciación de la arquitectura de edificios, incluso para detectar daños estructurales y simular su restauración.

Herramientas viables para el presente proyecto

Se realizó una investigación minuciosa de las tecnologías y herramientas disponibles hasta la fecha, mismas que se proponen como apoyo al proyecto de preservación del centro histórico de Tijuana.

Aplicación de escritorio

Las tecnologías más utilizadas en la actualidad y que tienen un modelo versátil de uso son las siguientes:

Unity

Es un motor gráfico para crear aplicaciones en tiempo real, tales como videojuegos, entornos utilizando realidad virtual y realidad aumentada en dispositivos móviles, computadoras personales, entre otros. Esta tecnología ofrece variedad de licencias que se adaptan a diferentes tipos de usuarios, desde estudiantes hasta desarrolladores que publican juegos o aplicaciones, tanto para consolas como para dispositivos móviles; con la ventaja de consultorías con expertos, atención al cliente, herramientas de simulación física, soporte técnico, cursos de entrenamiento y acceso a código fuente. La licencia más completa es la empresarial e industrial para empresas de grande escala. Proporciona compatibilidad nativa con los siguientes dispositivos de realidad virtual más recientes: Oculus, PlayStation VR y Samsung Gear VR.

El tipo de aplicaciones que se pueden realizar son diversas y variadas en diferentes giros empresariales, como ejemplos podemos encontrar aplicaciones de realidad aumentada y realidad virtual en la industria automotriz y de transporte, aplicaciones de tiempo real 3D en la industria digital de comercio, diseño y simulación en tiempo real para entrenar robots en las tareas de búsqueda, en construcción como arquitectura e

ingeniería y la muy exitosa industria de los videojuegos, inclusive es utilizada para enriquecer la forma en presentar y enriquecer el patrimonio cultural (Singh, Pahuja, Kansal et al., 2024), por lo que lo hace un gran candidato para este tipo de propuestas (Craighead, Burke y Murphy, 2008).

Aplicaciones WEB

A-FRAME

Aunque esta tecnología no es una herramienta como las anteriores, se caracteriza por ser un marco de trabajo (framework) para crear experiencias de realidades virtuales y aumentadas; es una de las herramientas más utilizadas por CERN (Centro Europeo para la Investigación Nuclear). Al igual que Unity, proporciona soporte para los siguientes dispositivos de realidad virtual: HTC Vive, Oculus, Google Daydream, Samsung GearVR y Vive Focus.

Servidor WEB

Para el funcionamiento de la aplicación WEB es necesario contar con un servidor, ya sea que se proporcione por medio de la nube o de manera física. Para el inicio del proyecto se recomienda la contratación de un servicio en la nube como AWS (Amazon Web Services). Es una de las plataformas de servicios en la nube más utilizados por compañías de gran trayectoria como lo son Netflix, X (antes Twitter), Facebook.

Modelado de la topología

CityEngine

Es un motor dedicado para crear topologías de ciudades a grande escala, con la opción de exportar dicha ciudad a formatos que otras herramientas pueden utilizar para su integración. Utiliza datos GIS para mostrar una

ciudad en el presente, pasado o futuro. Esta herramienta es muy utilizada en la simulación de la urbanización de ciudades (Badwi, Ellaithy y Youssef, 2022), así como en la ayuda de promover el turismo en zonas rurales (Abdul Rahman, Samsudin, Isa et al., 2024). Otra de sus fortalezas es la compatibilidad con las tecnologías propuestas como lo es Unity, y es parte central de la propuesta ya que nos ayudará a contar la historia de la ciudad a través de tiempo.

Recurso humano

El equipo de trabajo recomendado para el desarrollo y operación del desarrollo tecnológico se compone de cuatro roles principales como se muestra en la Figura 1: El líder del equipo de trabajo quien es el encargado del proyecto tecnológico; el encargado de relaciones, cuya función es interactuar con el cliente y el equipo; en cuanto a los desarrolladores de software se estima un equipo de al menos tres programadores.

Figura 1. Organigrama del equipo de desarrollo y operación de la propuesta

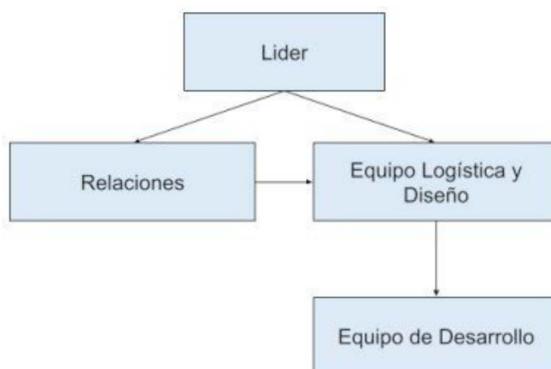
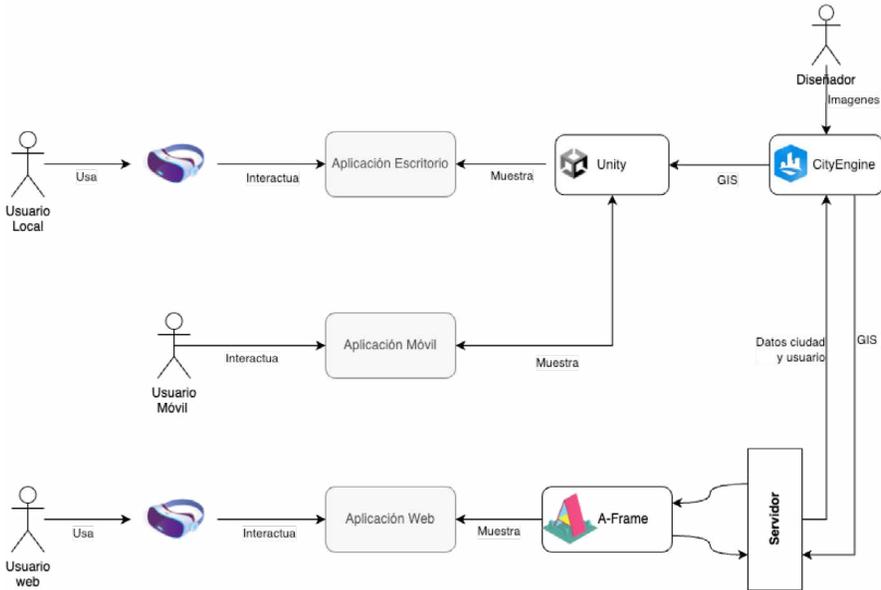


Figura 2. Arquitectura operacional de la propuesta



Productos esperados en una primera etapa

Experiencia inmersiva con realidad virtual

En la última década, la tecnología de realidad virtual ha avanzado significativamente, permitiendo la creación de entornos digitales que simulan la realidad con alta fidelidad. Aprovechando estos avances, nuestro objetivo es desarrollar una serie de aplicaciones innovadoras que integren las últimas tecnologías de VR para proporcionar una experiencia inmersiva, atractiva, divertida y educativa sobre la historia de nuestra ciudad.

Nuestra aplicación no solo ofrece una recreación visual con alta fidelidad, sino que también presenta una narrativa clara y persuasiva de la historia de la ciudad, respaldada por datos precisos. Esta combinación de inmersión visual y datos fácticos permite proyecciones realistas y es fundamental para captar el interés y la curiosidad de los usuarios. Para

poder lograr esta propuesta se proponen dos aplicaciones que trabajaran de manera unificada: Aplicación móvil y una página web.

Aplicación como guía de recorrido en el centro histórico de la ciudad

Esta aplicación forma parte de un esfuerzo integral de divulgación histórica sobre el centro histórico de Tijuana, conocido comúnmente como el centro de Tijuana. Diseñada para proporcionar a los usuarios una experiencia inmersiva e interactiva, la aplicación utiliza avanzadas tecnologías de realidad virtual. Al visitar el antiguo palacio de Tijuana, los usuarios pueden participar en una atracción denominada “Tour Digital por la Ciudad”, que abarca desde el año 1900 hasta el presente.

El objetivo de esta aplicación es ofrecer una reconstrucción virtual detallada y precisa de la evolución urbana y cultural de Tijuana. Mediante la integración de gráficos de alta resolución, sonido espacial y narrativas históricas basadas en investigaciones rigurosas, se busca educar y entretener simultáneamente. Los usuarios pueden explorar hitos históricos, edificios emblemáticos y eventos significativos que han moldeado la ciudad, todo dentro de un entorno virtual que simula fielmente el pasado y el presente.

Además, la aplicación incluye elementos interactivos que permiten a los usuarios interactuar con objetos y personajes históricos, proporcionando un aprendizaje más profundo y una mayor retención de información. Esta herramienta educativa no solo enriquece el conocimiento histórico de los visitantes, sino que también promueve un mayor aprecio por el patrimonio cultural de Tijuana.

La implementación de esta propuesta de realidad virtual representa un avance significativo en la forma en que se presenta y se preserva la historia local, ofreciendo una alternativa moderna y atractiva a los métodos tradicionales de enseñanza y divulgación.

Página web con recorridos virtuales

Se planea desarrollar una página web interactiva que incorpora avanzadas tecnologías de realidad virtual para ofrecer una experiencia educativa y cultural única. Esta plataforma digital contendrá una serie de recorridos virtuales autoadministrados, con la opción de utilizar un modo de inmersión mediante el uso de diademas de realidad virtual. Los recorridos virtuales disponibles replicarán las presentaciones previamente exhibidas en el antiguo palacio de Tijuana, proporcionando una reconstrucción detallada y fidedigna de la ciudad en diferentes periodos históricos.

La página web permitirá a los usuarios explorar libremente diversas partes de la ciudad, adaptándose a su propio ritmo y preferencias de tiempo. Al igual que la aplicación estará enriquecida con gráficos de alta fidelidad, audio espacial y narrativas históricas basadas en investigaciones académicas, ofreciendo una experiencia educativa profunda y envolvente.

La página web no solo servirá como una herramienta educativa, sino también como un recurso accesible para turistas, investigadores y cualquier persona interesada en la historia de Tijuana, facilitando una comprensión más profunda y apreciación del desarrollo urbano y cultural de la ciudad.

Conclusión

Gracias a los avances tecnológicos, es posible unificar la tecnología con el trabajo de historiadores para crear una oportunidad significativa en el desarrollo de nuevas formas de divulgación histórica, fomentando el interés en la historia de nuestra ciudad. En el futuro, esta iniciativa podría incluso expandirse a nivel nacional. La implementación de esta propuesta demuestra un enfoque moderno, alineado con las tendencias contemporáneas en educación y museología. La accesibilidad de los recorridos virtuales permitirá una difusión más amplia del conocimiento histórico y cultural de Tijuana.

Al integrar elementos interactivos y narrativas históricas rigurosamente investigadas, se promueve un mayor compromiso y retención de información entre los usuarios, esto beneficiará tanto a turistas como a

académicos e interesados en general. Esta iniciativa subraya la importancia de adoptar tecnologías avanzadas para enriquecer la comprensión y apreciación del patrimonio cultural, marcando un antes y un después en la forma de presentar y preservar la historia local.?

Referencias

- Abdul Rahman, N., Samsudin, M. K. I., Isa, M. I., Mohamad, M. R., & Rahmat, A. (2024). Virtual reality (VR) geographic information system (GIS) model to promote rural tourism product in Perak Tengah district. *Planning Malaysia*, 22(31). <https://doi.org/10.21837/pm.v22i31.1454>
- Badwi, I. M., Ellaithy, H. M., & Youssef, H. E. (2022). 3D-GIS Parametric Modelling for Virtual Urban Simulation Using CityEngine. *Annals of GIS*, 28(3), 325–341. <https://doi.org/10.1080/19475683.2022.2037019>
- Bahrami, M., & Albadvi, A. (2024). Deep Learning for Identifying Iran's Cultural Heritage Buildings in Need of Conservation Using Image Classification and Grad-CAM. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 17(1). <https://doi.org/10.1145/3631130>
- Caciora, T., Herman, G. V., Ilie?, A., Baias, S., Ilie?, D. C., Josan, I., & Hodor, N. (2021). The use of virtual reality to promote sustainable tourism: A case study of wooden churches historical monuments from Romania. *Remote Sensing*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/rs13091758>
- Chiu, C. C., Wei, W. J., Lee, L. C., & Lu, J. C. (2021). Augmented reality system for tourism using image-based recognition. *Microsystem Technologies*, 27(4), 1811-1826. <https://doi.org/10.1007/s00542-019-04600-2>
- Craighead, J., Burke, J., & Murphy, R. (2008, September). Using the unity game engine to develop sarge: a case study. In *Proceedings of the 2008 Simulation Workshop at the International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2008)* (Vol. 4552).
- De Luca, V., Marcantonio, G., Barba, M. C., & de Paolis, L. T. (2022). A Virtual Tour for the Promotion of Tourism of the City of Bari. *In-*

- formation (Switzerland), 13(7). <https://doi.org/10.3390/info13070339>
- Dieb, R., Alsalloum, A., & Webb, N. (2024). Interactive 360° media for the dissemination of endangered world heritage sites: the ancient city of Palmyra in Syria. *Built Heritage*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s43238-024-00126-3>
- Ferdani, D., Fanini, B., Piccioli, M. C., Carboni, F., & Vigliarolo, P. (2020). 3D reconstruction and validation of historical background for immersive VR applications and games: The case study of the Forum of Augustus in Rome. *Journal of Cultural Heritage*, 43, 129-143. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.12.004>
- Hanji, S. V., Hungund, S., Hanji, S. S., Desai, S., & Tapashetti, R. B. (2024). Augmented Reality Immersion in Cultural Heritage Sites: Analyzing Adoption Intentions. In *IFIP Advances in Information and Communication Technology: Vol. 698 AICT*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-50192-0_8
- Maícas, J. M., & Viñals, M. J. (2017). Design of a virtual tour for the enhancement of Llíria'S architectural and urban heritage and its surroundings. *Virtual Archaeology Review*, 8(17), 42-48. <https://doi.org/10.4995/var.2017.5845>
- Park, D., Nam, T. J., & Shi, C. K. (2006). Designing an immersive tour experience system for cultural tour sites. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 1193-1198. <https://doi.org/10.1145/1125451.1125675>
- Petrova, I., Gerasimova, M., Egarmin, P., Ahmatshin, F., Grebnev, I., & Petrova, A. (2024). Mobile application for independent tourism as a virtual guide to city attractions. *E3S Web of Conferences*, 531. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453105015>
- Sewasew, Y., & Tesfamariam, S. (2023). Historic building information modeling using image: Example of port city Massawa, Eritrea. *Journal of Building Engineering*, 78. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107662>
- Shackley, M. (1997). Saving cultural information: The potential role of digital databases in developing cultural tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 5(3), 244-249. <https://doi.org/10.1080/09669589708667289>

- Shafiee Roodposhti, M., & Esmaeelbeigi, F. (2024). Viewpoints on AR and VR in heritage tourism. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 33. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2024.e00333>
- Singh, P., Pahuja, N., Kansal, M., Gurung, S., Shukla, U. and Gupta, S. (2024). Enhancing Tourism Experiences and Preserving Cultural Heritage with AR and VR. *2nd International Conference on Disruptive Technologies (ICDT)* (pp. 225-231). Greater Noida, India. Doi: 10.1109/ICDT61202.2024.10489490
- Süvari, A., Okuyucu, ?. E., Çoban, G., & Eren Tarakci, E. (2023). Virtual Reconstruction with the Augmented Reality Technology of the Cultural Heritage Components that have Disappeared: The Ayazini Virgin Mary Church. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 16(1). <https://doi.org/10.1145/3579361>
- Williams, P., & Hobson, J. P. (1995). Virtual reality and tourism: fact or fantasy? *Tourism Management*, 16(6), 423-427. [https://doi.org/10.1016/0261-5177\(95\)00050-X](https://doi.org/10.1016/0261-5177(95)00050-X)
- Zhu, C., Io, M. U., Hall, C. M., Ngan, H. F. B., & Peralta, R. L. (2024). How to use augmented reality to promote a destination? The mediating role of augmented reality attachment. *International Journal of Tourism Research*, 26(1). <https://doi.org/10.1002/jtr.2603>