



DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UN MUSEO VIRTUAL UTILIZANDO TRES TECNOLOGÍAS WEBXR (THREE.JS, AFRAME Y MODELVIEWER) PARA LA DIFUSIÓN DE LA HISTORIA DE DIRIGENTES SINDICALES DE SIGLO XX

Juan Pablo Luna Felipez, Ph.D.

jplunaf@gmail.com

Ingeniería Informática

Universidad Nacional "Siglo XX"

Llallagua, Bolivia

RESUMEN

Ante el poco conocimiento de la historia de importantes dirigentes sindicales del centro minero de Siglo XX que hicieron mucho por Bolivia y por las reivindicaciones sociales de los trabajadores mineros, además al no existir un espacio físico como un museo u otro espacio que transmita este legado cultural histórico, es que se optó por el desarrollo de un museo con tres tecnologías WebXR(Three.js, AFrame y ModelViewer) que combina la realidad virtual y la realidad aumentada con funcionamiento en la Web para transmitir la historia de los dirigentes sindicales de Siglo XX de forma novedosa.

Para este propósito se emplearon diversos métodos, técnicas y herramientas libres que permitieron implementar la tecnología WebXR con contenido tridimensional e información histórica de los dirigentes sindicales más importantes del centro minero de Siglo XX y se desplegó su funcionamiento en la nube.

De esta forma el museo con tecnología WebXR es accesible a cualquier persona a través de un smartphone o una computadora en cualquier momento y lugar, brindando además, una nueva forma de transmitir el aprendizaje cultural e histórico, ampliando la información de una forma interactiva, didáctica, entretenida y cautivante, buscando que el visitante no sea simplemente un sujeto pasivo y receptor de información, sino, un actor activo que interactúa con los objetos virtuales, despertando su interés por el conocimiento y permitiendo la preservación de la historia cultural de los dirigentes sindicales de Siglo XX.

Palabras Clave: Dirigentes Sindicales, Realidad Aumentada, Realidad Extendida, Realidad Virtual, Sindicalismo, Tecnología tridimensional, WebXR.

1. INTRODUCCIÓN

El acceso y uso masivo de teléfonos inteligentes, computadora e internet, permiten mejorar e innovar constantemente la forma como las personas aprenden, se entretienen o realizan actividades cotidianas a través de nuevas tecnologías.

Una de estas tecnologías emergentes es sin duda la realidad extendida, que enriquece las experiencias principalmente en el aprendizaje, de forma que permiten un aprendizaje más significativo, captando adecuadamente el interés a través de la estimulación de los sentidos, principalmente del sentido de la vista.

Esta tecnología hace uso de la realidad virtual y aumentada y su uso se está extendiendo en diversos campos, ya que presenta nuevas posibilidades de aplicación para mostrar contenido de una forma novedosa.

WebXR es una especificación abierta desarrollada por el consorcio World Wide Web y una tecnología que combina la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual con la accesibilidad de la web, por lo que no existe necesidad de descargar aplicaciones adicionales.

La Realidad virtual genera un mundo con objetos virtuales que pueden representar a objetos de la realidad y con el cual el usuario puede interactuar para realizar diversas tareas, uno puede asimilar fácilmente nuevos aprendizajes con la experiencia enriquecedora de la realidad aumentada.

La Realidad Aumentada según Tom Caudell[1] es "La aumentación de la realidad física mediante el uso de técnicas que la mezclan con contenido virtual", tiene la capacidad de insertar objetos virtuales sobre la realidad haciendo una mezcla de lo real con lo virtual que causa mucha atención y se ha convertido en una forma muy útil para presentar información sobre todo para el aprendizaje ya que despierta interés y predispone a nuevos aprendizajes.

Una de las muchas aplicaciones de la Realidad Aumentada y la realizada virtual es su aplicación pedagógica a los museos tal como afirma Ruiz[2]: La Realidad Aumentada también ha demostrado su función pedagógica en otro tipo de escenarios como son los museos y centros de interpretación, donde constituye uno de los recursos museográficos más vanguardistas gracias a que favorece la interacción entre los visitantes y el objeto cultural de una forma atractiva a la vez que didáctica.

Estas tecnologías en los museos, que son espacios que permiten la conservación y transmisión del patrimonio histórico y cultural; tienen la oportunidad de convertirse en una herramienta innovadora y revitalizante, brindando una nueva forma de mejorar la experiencia del aprendizaje cultural e histórico, ampliando la información de una forma altamente interactiva, didáctica, entretenida y cautivante, donde además los visitantes tienen la posibilidad de interactuar y no son simplemente sujetos pasivos y receptores de información, sino que además, estos interactúan con los objetos virtuales lo que hace muy llamativo y altamente atrayente al público.



En sus inicios los museos fueron espacios físicos a los que la gente acudía, sin embargo con el avance del internet, fueron plasmando su presencia en la web, en un inicio como un conjunto de páginas web que generalmente se mostraban imágenes y fotografías de los elementos expuestos junto con una descripción [3], algunos de los primeros ejemplos son la Biblioteca del Congreso de Estados Unidos, el Berkeley Art Museum and Pacific Film Archive de la Universidad de California, el Natural History Museum de Londres y el Louvre y el Georges Pompidou en Francia [4], quienes publicaron sus primeros sitios web en la década de los 90. Posteriormente se implementó modelos tridimensionales siendo uno de los primeros el museo Virtual de Leonardo del Museo Nacional de Ciencias de Italia [4], posteriormente surgen los primeros museos virtuales con la aparición de la Web 2.0[5].

Actualmente a nivel Internacional existen museos de realidad virtual sobre la Web, pero los de realidad aumentada que son más recientes son pocos, entre los que destaca Trick Eye que como indica el Valencia [6] "es el nombre del museo y la Ciudad de México es la primera ciudad en Latinoamérica en tener uno, ya que solo existen ocho más en todo el mundo, donde el arte tridimensional y la realidad aumentada conviven para ofrecer una experiencia única que permite crear ilusiones ópticas sorprendentes en las que incitamos a la gente a tocar las obras y meterse en ellas." A diferencia de los anteriores este trabaja con las imágenes de las obras de arte del museo y va generando modelos tridimensionales que además tienen animación.

En relación a museos de realidad virtual en Bolivia se pudo encontrar escasamente pocos, uno de ellos es el museo virtual Bolivia, disponible en <https://www.museovirtualbo.com>, que no ofrece elementos tridimensionales sino imágenes y tiene pocos elementos en exposición, también se puede encontrar el museo virtual de la casa de la libertad, disponible en <https://casa-delalibertad.org.bo/pWebMus/index.html>, que presenta una tecnología obsoleta y que actualmente no se encuentra en funcionamiento.

En cuanto a Museos de Realidad Aumentada en Bolivia no se pudo encontrar museos con presencia en internet, sin embargo se pudo encontrar algunos trabajos de grado, de los cuales se desconoce su estado de implementación y uso, entre los que se puede mencionar:

Aplicación de Realidad Aumentada para mejorar la experiencia de los visitantes del museo de arte Antonio Paredes Candía [7] esta aplicación permite ver algunos objetos del museo de forma tridimensional con el uso targets de imágenes de esos objetos y hacer zoom a los mismos.

También se cuenta con una aplicación para realidad aumentada para el museo de instrumentos musicales de Bolivia [1], que muestra información de algunos instrumentos musicales su modelo tridimensional y emplea como targets simplemente marcas creadas para cada instrumento.

La historia de los dirigentes de Siglo XX se encuentra dispersa y por mayormente plasmada en

publicaciones impresas, preservar esta historia en el colectivo, llegando a las nuevas generaciones es una tarea poco sencilla, debido a diversos factores por lo que es importante aprovechar las nuevas tecnologías.

Hoy en día las nuevas generaciones desconocen o tienen muy poco conocimiento de la historia, en particular de los dirigentes sindicales de Siglo XX, ya que si bien existe literatura al respecto, es también cierto que debido a la tecnología pocos se dedican a lectura, es debido al fenómeno del internet que hoy en día se busca información puntual y más se emplea este medio para otro tipo de actividades como las redes sociales y otros.

También si bien existe algún contenido en el currículo que se brinda al respecto en algunas universidades, estas son escasas y en muchas carreras y universidades no existe en el currículo, peor aún en la Sistema de educación Regular es decir en escuelas y colegios no se tiene inserta esa temática.

También no existe un museo real, donde uno pueda acudir a visitar y recibir información exclusivamente sobre los dirigentes sindicales y el hecho de crearlo también estaría limitado a su ubicación física, es decir que si se lo instalará en alguna ciudad, es muy poco probable que personas de otros distritos o ciudades puedan acceder, ya que concordando con [4] uno de los principales problemas de los museos reales hoy en día es trasladarse físicamente al lugar donde se encuentran.

La historia del desarrollo de los pueblos no puede olvidarse y más aún en el caso de los dirigentes sindicales Bolivianos que hicieron mucho por el país y como Universidad Nacional "Siglo XX", como proyecto minero, como una universidad Obrera, cuyos progenitores fueron mineros se debe buscar alternativas para preservar y difundir este conocimiento.

Desde ese punto de vista es que se hace sumamente importante buscar nuevas formas de transmitir a las nuevas generaciones y generaciones actuales, la historia de los dirigentes sindicales, aplicando y aprovechando el uso de nuevas tecnologías que permitan despertar el interés por el aprendizaje.

Por lo que se planteó el siguiente problema científico:

¿Cómo se puede mejorar la difusión y preservación de la historia de los dirigentes sindicales del centro minero de Siglo XX en Bolivia, de forma que sea innovadora, interactiva y atractiva?

También se define como objetivo general:

Desarrollar un museo virtual utilizando tres tecnologías WebXR (three.js, AFrame y model-viewer) para preservar y difundir la historia de los dirigentes sindicales del centro minero de Siglo XX en Bolivia de forma que sea innovadora, interactiva y atractiva.



También se plantearon las siguientes preguntas científicas:

¿Cuáles son los fundamentos teóricos que sustentan la investigación?

¿Cómo se puede recopilar y organizar la información histórica sobre los dirigentes sindicales del centro minero de Siglo XX?

¿Cómo se pueden desarrollar modelos tridimensionales precisos y representativos de los dirigentes sindicales y su entorno?

¿Qué elementos y funcionalidades clave deben incluirse en el diseño del museo virtual para asegurar una experiencia educativa efectiva?

¿Cuáles son las ventajas y desventajas de las tecnologías WebXR (three.js, AFrame o modelviewer) para implementar un museo virtual interactivo sobre la historia de los dirigentes sindicales del Siglo XX?

Siendo las tareas de investigación que guiaron la presente investigación:

Revisar la literatura existente sobre la aplicación de tecnologías de realidad extendida (XR) en la educación y conservación del patrimonio cultural para establecer un marco teórico sólido que respalde la creación de museos virtuales.

Identificar y recopilar documentos, fotografías, testimonios y otros materiales relevantes sobre los dirigentes sindicales del centro minero de Siglo XX.

Utilizar herramientas libres como Makehuman, Blender, SweetHome3D, para crear los modelos tridimensionales necesarios para las tres versiones del museo.

Identificar los elementos interactivos y funcionalidades

Definir los elementos y funcionalidades clave del museo que pueden mejorar la experiencia de aprendizaje en el museo WebXR

Desarrollar 3 prototipos del museo virtual utilizando Three.js, A-Frame y ModelViewer y comparar su efectividad en términos de desarrollo.

La investigación se justifica porque permite:

La preservación y difusión del patrimonio Histórico: ya que la historia de los dirigentes sindicales del Siglo XX es crucial pero está dispersa y es poco conocida. Un museo virtual consolida esta información, facilitando su preservación y difusión a un público amplio.

La Innovación en la Educación: Las tecnologías de realidad extendida (XR) ofrecen nuevas formas de aprendizaje interactivas y envolventes. Este proyecto utiliza WebXR para crear

un entorno educativo que mejora la retención de información y el interés de los estudiantes.

El Impacto Social y Cultural: El proyecto revaloriza la historia de los dirigentes sindicales, fortaleciendo la identidad cultural y la memoria histórica de la región, e inspirando a nuevas generaciones a luchar por la justicia social.

La Accesibilidad y Democratización del Conocimiento: El museo virtual, accesible desde cualquier dispositivo con Internet, elimina barreras geográficas y económicas, permitiendo que cualquier persona pueda acceder a esta valiosa información histórica.

El Uso de Tecnologías Libres y Abiertas: La utilización de herramientas libres como Three.js, A-Frame y ModelViewer reduce costos y promueve el uso de tecnologías abiertas, facilitando que otros puedan replicar y expandir el proyecto

La Evaluación Comparativa de Tecnologías WebXR: La investigación evaluará Three.js, A-Frame y ModelViewer, proporcionando las ventajas y desventajas de cada tecnología durante el desarrollo de este tipo de sistemas, beneficiando a desarrolladores y académicos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se enmarca dentro del Paradigma Positivista, teniendo un enfoque Cuantitativo-Cualitativo y cuyo tipo de investigación es una investigación aplicada.

Los métodos y técnicas empleados fueron:

Método Histórico-Lógico: Se utilizó para analizar la evolución de los dirigentes sindicales y su impacto en la historia del centro minero de Siglo XX. Esto incluyó la recopilación histórica de los eventos relevantes.

Revisión Bibliográfica e iconográfica: Se realizó una revisión de la literatura y fotografías disponible sobre la historia de los dirigentes sindicales, utilizando fuentes como libros y otros disponibles en Internet.

Método Analítico-Sintético: Se aplicó para descomponer la información recopilada en sus componentes esenciales y luego sintetizar en un diseño coherente para las versiones del museo virtual.

Análisis de Necesidades: Se identificaron los requisitos del museo virtual

Diseño Conceptual: Se desarrollaron las actividades para planificar la estructura del museo virtual, incluyendo los elementos interactivos y la disposición de la información histórica.



Modelado 3D: Se utilizaron herramientas libres como Makehuman para crear avatares, SweetHome3D para diseñar el entorno del museo, Krita para la edición de imágenes y Blender para la creación de modelos tridimensionales precisos y representativos.

Método Sistémico: Se empleó para integrar diferentes componentes tecnológicos (Three.js, A-Frame y ModelViewer) en una plataforma unificada y funcional.

Método Empírico: Se realizaron pruebas en diferentes dispositivos y navegadores (Edge, Firefox, Chrome) y dispositivos para evaluar las tres versiones en su desarrollo.

Evaluación Comparativa: Se compararon las tecnologías Three.js, A-Frame y ModelViewer en términos principalmente de desarrollo y rendimiento.

Se siguieron 4 fases para la investigación:

Fase 1: Recolección de Información

Fase 2: Análisis y Diseño

Fase 3: Implementación

Fase 4: Pruebas y comparación

Fase 1 Recolección de Información: Se recopiló información detallada sobre los dirigentes sindicales, incluyendo biografías, fotografías y documentos históricos, para asegurar la precisión del contenido.

En esta fase se seleccionó los dirigentes sindicales de los cuales se transmitirá su información histórica y se recabo información histórica sobre cada uno de ellos, así como fotografías de cada dirigente, los dirigentes seleccionados notables de Siglo XX fueron:

Federico Escobar Zapata, que fué un nombre vinculado en la historia del sindicalismo Boliviano de los años 60, quien colocó los cimientos de una poderosa organización marxista leninista en Siglo XX murió prematura y misteriosamente en 1966, donde ingresó a una clínica por fractura de un brazo y misteriosamente, salió sin vida[12].

Issac Camacho, fue un auténtico dirigente político y sindical de Siglo XX luchó contra la dictadura militar de Rene Barrientos Ortuño, un mes después de la masacre de San Juan, fue arrestado y desaparecido por las fuerzas de represión del Estado boliviano[12].

Ireneo Pimentel Rojas, fue secretario general del Control Obrero, a su mérito está la construcción del edificio sindical y la Plaza del Minero, donde posteriormente erigió el monumento a Federico Escobar Zapata, también construyó el estadio María Barzola que hoy lleva su nombre,

fue víctima de masacre blanca de la Empresa Patiño Mines & Enterprises Consolidated, Inc., perseguido, apresado y exiliado por los dictadores Barrientos y Banzer, falleció en el año 1978[16].

Domitila Barrios fue Secretaria General del Comité de Amas de Casa del Distrito Minero Siglo XX fue apresada y torturada por los militares en la presidencia de René Barrientos Ortuño, formó parte del segundo piquete de huelguistas que detuvo la dictadura Militar de Banzer, fue exiliada, falleció de cáncer el 2012[17].

Filemón Escobar fue secretario de Cultura del Sindicato de Mineros de Siglo XX, también dirigente de la Federación Sindical de Trabajadores Mineros de Bolivia, FSTMB y dirigente de la Central Obrera Boliviana (COB), fue candidato a la vicepresidencia por el Movimiento Revolucionario Túpac Katari de Liberación, MRTKL, e ideólogo y fundador del Movimiento al Socialismo MAS, murió el 2017 debido a cáncer de pulmón[13].

Cirilo Jiménez Álvarez, fue dirigente sindical en el Sindicato Mixto de Trabajadores Mineros de Siglo XX, también secretario en la Federación Sindical de Trabajadores Mineros de Bolivia (FSTMB), fundador y primer secretario de la Central Obrera Regional del Norte de Potosí, resultado de su actividad sindical fue retirado de la empresa, confinado y perseguido por las dictaduras militares, fue impulsor de la creación de la Universidad Nacional "Siglo XX", de la que fue su Vicerrector y posteriormente llegó a ser Rector, falleció el 2018[15].

Fase 2 Análisis y Diseño: En base a la información recopilada, se procedió a un análisis y diseño para definir los alcances, elementos e información que se incluiría en el museo en sus tres versiones WebXR, así como su forma de presentación, funcionalidades.

Fase 3 Implementación: En una tercera fase se procedió con el proceso de modelado tridimensional de los diferentes objetos presentes en el museo, entre los que se tiene: el ambiente del museo, elementos decorativos del ambiente, las puertas, los letreros, los cuadros, pedestales, los bustos, estatuas y avatares de los dirigentes sindicales y otros modelos; el modelado de los elementos se fue refinando de acuerdo a los resultados que se fueron obteniendo y las mejoras deseadas.

Para esta etapa se hizo uso principalmente de herramientas libres como Makehuman, SweetHome3D, Krita[10] y Blender.

Posteriormente se codificaron las 3 versiones del sistema, para esta etapa se hizo uso principalmente herramientas y lenguajes libres como: HTML, CSS, Javascript, Model Viewer, AFrame, y Three.js[8] y se empleó Glitch para la implementación, pruebas y despliegue en la nube de las tres versiones del sistema

Fase 4 Pruebas y comparación: en esta etapa se procedió a evaluar la efectividad de cada tecnología durante la etapa de desarrollo.



3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se describen a continuación:

a) Modelos tridimensionales

Se obtuvieron diversos modelos tridimensionales, los cuales se modelaron con baja cantidad de polígonos, con el fin de que la carga y el funcionamiento del museo sobre la web sea veloz, siendo este aspecto muy importante para el rendimiento apropiado del museo sobre la web.

Inicialmente se modeló el ambiente del museo tridimensional, como el espacio virtual que representará al museo y por el cual navegará el usuario, para ello se modeló arcos, puertas y detalles ornamentales para el ambiente, también se generó las diversas texturas para el ambiente y elementos ornamentales, a continuación se presenta algunas imágenes del modelado del museo tridimensional en Blender.

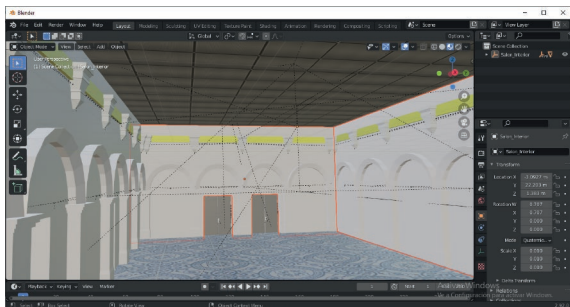
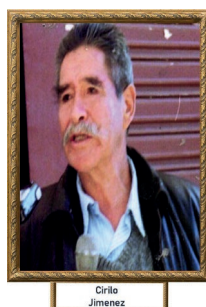


Fig 1: Vista modelo tridimensional del ambiente del museo

También se procedió a modelar tridimensionalmente diversos cuadros y letreros, a los cuales se incorporó fotografías y texturas, en el caso de los cuadros, también se procedió a colocar nombres para identificarlos apropiadamente. Estos cuadros se trabajaron como modelos independientes con el fin de interactuar con ellos en el modelo. Algunas imágenes de esta etapa se pueden apreciar en las siguientes imágenes:



(a)



(b)

Fig 2: Cuadros (a) Cirilo Jimenez y (b) Domitila Chungara

Luego se procedió con el modelado tridimensional de los bustos, estatuas y avatares de los dirigentes sindicales que formarían parte del museo virtual y con los cuales también se interactúa en el museo. En las siguientes imágenes se puede apreciar el modelado de los bustos para algunos dirigentes:

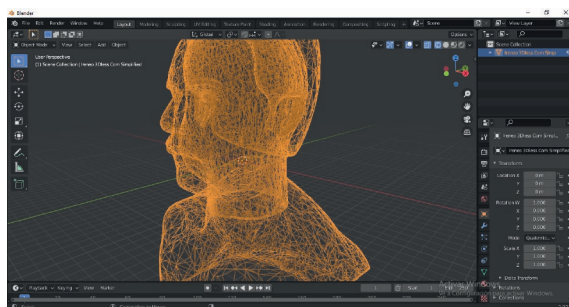


Fig 3: Modelado Busto Cirilo Jimenez

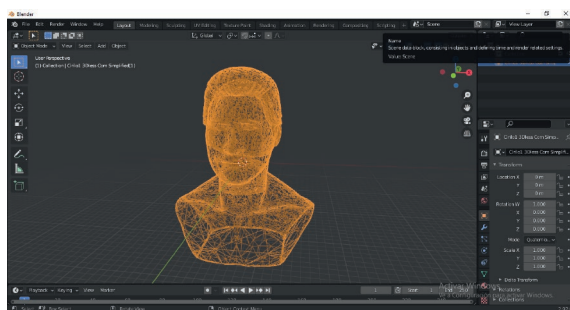


Fig 4: Modelado Busto Ireneo Pimentel

b) Implementación de funcionalidades mediante código

Posteriormente se llevó adelante la codificación de diversas rutinas para implementar los módulos tanto de realidad virtual como de realidad aumentada, realizando el despliegue de toda la escena, cámara, renderizador, las luces y entorno del escenario tridimensional, también se fueron implementando gradualmente las rutinas para el movimiento en primera persona por el escenario virtual, de forma que el usuario pueda navegar a través del mundo virtual tridimensional recuperando su posición por el escenario, así como las rutinas de importación de los modelos tridimensionales en el escenario y colocarlos en sus respectivos lugares, finalmente se incorporaron las rutinas para el despliegue de información relacionada a los dirigentes en ambos módulos.

Todo esto se implementó en base a solo código empleando las herramientas, librerías y lenguajes informáticos HTML+CSS+JavaScript+Three.js+AFrame+model-viewer, esto se



II MEMORIA SOCID "ACTAS DEL I CONGRESO CIENTÍFICO" SOCIEDAD CIENTÍFICA DE DOCENTES UNIVERSIDAD NACIONAL "SIGLO XX"

implementó en la nube empleando la PaaS[11] Glitch que permite almacenar todo lo requerido y además que brinda un entorno de codificación además de otras herramientas, lo que permitió el despliegue y las pruebas inmediatas en la nube a medida que se desarrollaba cada módulo.

Los resultados de la implementación de funcionalidades se pueden apreciar en las siguientes imágenes:

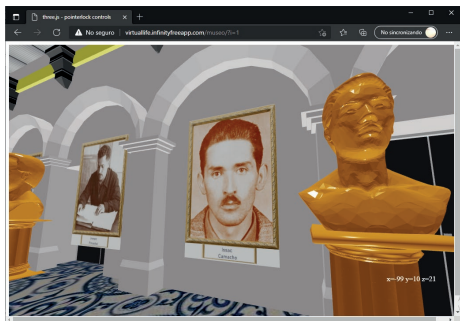


Fig 5: Implementación del sistema con three.js

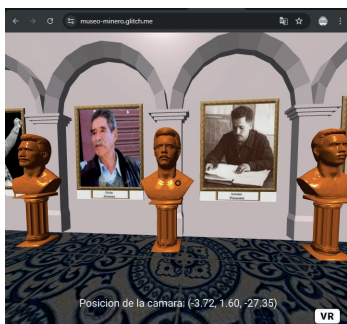


Fig 6: Implementación del sistema con AFrame

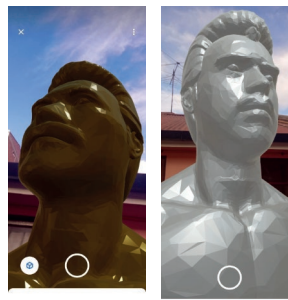
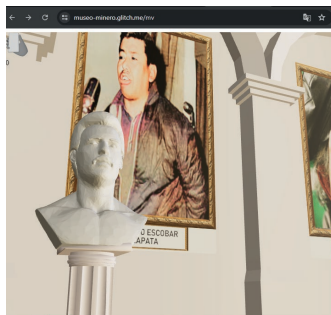


Fig 7: Implementación del sistema con ModelViewer

c) Comparación de las tecnologías empleadas

Por último de acuerdo a las comparativas realizadas durante la fase de desarrollo con cada tecnología se puede puntualizar lo siguiente:

En cuanto a facilidad de Implementación:

Three.js requiere un conocimiento avanzado de JavaScript y WebGL, lo que puede dificultar su implementación para desarrolladores principiantes.

AFrame es más accesible para desarrolladores con experiencia básica en HTML y JavaScript, gracias a su enfoque declarativo

Modelviewer tiene una implementación más sencilla, ideal para aquellos que buscan integrar modelos 3D rápidamente

En cuanto a Rendimiento

Three.js ofrece el mejor rendimiento gráfico, adecuado para escenas complejas y detalladas.

AFrame tiene buen rendimiento en la mayoría de los dispositivos, aunque puede ser menos eficiente que three.js en escenas muy complejas.

ModelViewer es excelente rendimiento para modelos individuales, pero menos adecuado para escenas completas o muy interactivas

En cuanto a experiencia de Usuario

Three.js proporciona una experiencia muy rica y personalizable, pero depende de la habilidad del desarrollador para maximizar su potencial.

AFrame ofrece una experiencia inmersiva completa, especialmente efectiva en dispositivos VR.

ModelViewer facilita la visualización de modelos 3D y AR, proporcionando una interacción sencilla y directa.

En cuanto a Licencia

Las 3 tecnologías son libres con licencias permisivas, Three.js y AFrame tienen licencia MIT License, mientras que ModelViewer está licenciada sobre Apache 2.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La implementación de tres versiones del museo WebXR permitió explorar algunas ventajas y desventajas de cada tecnología. Mientras que three.js ofrece un alto grado de personalización y rendimiento gráfico, su implementación puede ser compleja. AFrame, por su parte, equilibra facilidad de uso y capacidades inmersivas, siendo una excelente opción para experiencias de VR. Finalmente, modelviewer destaca por su simplicidad y efectividad en la visualización de



modelos 3D y AR, aunque es menos adecuado para entornos interactivos complejos.

Cada tecnología tiene su lugar dependiendo del contexto y las necesidades específicas del proyecto. La elección de la tecnología debe basarse en el equilibrio entre la complejidad del desarrollo y la calidad de la experiencia de usuario deseada.

Como conclusiones se puede puntualizar:

El desarrollo del museo WebXR utilizando three.js, AFrame y modelviewer demuestra el potencial de las tecnologías WebXR para mejorar la experiencia de aprendizaje sobre la historia de los dirigentes sindicales del centro minero de Siglo XX en Bolivia. Estas herramientas permiten crear plataformas interactivas y accesibles, enriqueciendo la manera en que se presenta y se aprende sobre el patrimonio histórico.

La tecnología de Realidad extendida sobre la Web o WebXR se constituye en una herramienta tecnológica muy útil, ya que permite nuevas formas para que la información llegue al usuario de forma interactiva, de forma entretenida creando una experiencia única que induce a interactuar, captura la atención y hace que el usuario se vuelva protagonista al mismo tiempo que aprende y es útil para aplicarlo a museos.

Se logró desarrollar un Museo de Realidad Extendida para los dirigentes Sindicales de Siglo XX, permite una nueva forma de aprender y/o ampliar el conocimiento sobre los dirigentes sindicales, empleando modelos tridimensionales, incorporando elementos de audio, imagen, elementos interactivos, etc. mediante la realidad virtual y extendida, que se relacionan entre sí y hacen una experiencia única, atractiva y agradable de aprender, permitiendo mantener el legado histórico.

Gracias al uso masivo de dispositivos móviles e internet y los servicios en la nube, el museo de realidad extendida para dirigentes sindicales, está al alcance de cualquier institución: como museos, colegios, universidades, instrucciones gubernamentales, grupos de estudio, personas particulares, etc., estando disponible en cualquier tiempo, momento y lugar.

REFERENCIAS

- [1] Ruiz Torres, D. «Realidad Aumentada, Educación y Museos». Madrid: Icono14. 2011
- [2] Inmersys, «Evolución de la Realidad virtual: historia y mucho más,» 2018. [En línea]. Available: <https://blog.inmersys.com/evolucion-de-la-realidad-virtual-historia-mucho-mas>.
- [3] D. Robles, F. R. Feito H, J. Delgado y R. J. Segura S, «Evolución de las tecnologías utilizadas en el desarrollo de Museos Virtuales,» Virtual Archaeology Review, vol. III, nº 7, Diciembre 2012.
- [4] J. Busquets, «Historia y Evolución de los museos,» Cultura Conectada, 22 11 2013. [En línea].

- Available: <https://culturaconectada.com/2013/11/22/evolucion-de-los-museos-online/>. [Último acceso: 20 11 2020]
- [5] G. García, Repensando el Museo Virtual: La creación de museos virtuales comunitarios, Mexico: Universidad Nacional de México, 2014.
- [6] ICOM, «La Mesa Redonda: La importancia y el desarrollo de los museos en el mundo contemporáneo,» Santiago, 2002.
- [7] EcuRed, «Metodología FDD,» EcuRed, [En línea]. Available: <https://www.ecured.cu/Metodolog>. [Último acceso: 20 10 2020].
- [8] Mozilla, «Three.js,» [En línea]. Available: https://developer.mozilla.org/es/docs/Glossary/-Three_js. [Último acceso: 12 Agosto 2021].
- [9] EcuRed, «MakeHuman,» [En línea]. Available: <https://www.ecured.cu/MakeHuman>. [Último acceso: 15 septiembre 2021].
- [10] J. Zalves, Análisis de Recursos TIC OpenSource para soporte a alumnos con NNEE en el entorno de metodologías PBL (problem-based Learning), UNED, 2017.
- [11] V. Guala, Aplicación de Plataforma como Servicio PaaS en la Implementación de Sistemas Empresariales Basados en el Cloud Computing, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2021.
- [12] J. Claire, «Federico Escobar: Un caudillo del sindicalismo Boliviano,» 19 agosto 2009. [En línea]. Available: <http://www.ecdotica.com/2009/08/19/federico-escobar-zapata-un-caudillo-delsindicalismo-boliviano/>. [Último acceso: 20 agosto 2021].
- [13] Wikipedia, «Federico Escobar Zapata,» Wikipedia, [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Federico_escobar. [Último acceso: 18 agosto 2021].
- [14] Comibol, «50 años del asesinato y desaparición de Isaac Camacho Torrico,» 01 Julio 2017. [En línea]. Available: <http://comibol.gob.bo/index.php/24noticias-inicio/1320-50-anos-del-asesinatoy-desaparicion-de-isaac-camacho-torrico-1967-2017>. [Último acceso: 25 Agosto 2021].
- [15] L. Oporto, «NortePotosinos en la Cultura,» 2006. [En línea]. [Último acceso: 16 Septiembre 2021].



- [16] L. Oporto, «Trayectoria Sindical y política de Ireneo Pimentel Rojas,» [En línea]. Available: <http://www.comibol.gob.bo/index.php/component/content/article/24-noticias-inicio/1651-acto-de-homenaje-al-91-aniversario-del-nacimiento-del-dirigente-minero-irineopimentel-rojas-1927-1978>. [Último acceso: 20 Octubre 2021].
- [17] Wikipedia, «Domitila Barrios de Chungara,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Domitila_Barrios_de_Chungara. [Último acceso: 15 octubre 2021].

SOBRE EL AUTOR

Doctor en Ciencias de la Computación, Máster en Ciencias de la Computación con mención en Seguridad Informática y Software Libre, Máster en Educación Superior, cuenta con Diplomados en Preparación Evaluación y Gestión de Proyectos, Formación Basada por Competencias y Metodología de la Investigación Científica.

Ha sido director de la carrera Ingeniería Informática y actualmente es Presidente y fundador de la Sociedad Científica de Docentes de la Universidad Nacional "Siglo XX", Coordinador del Instituto de Investigación y Desarrollo de Aplicaciones IIDAI, Director de la Revista "Ciencia y Tecnología Informática" y Docente Universitario Titular en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad Nacional "Siglo XX", obtuvo varios premios y reconocimientos.



Fig 8: Fotografía de presentación de la ponencia