

# Guía Metodológica para la Implementación de Recorridos Virtuales Interactivos de Adolescentes Mediante la Fotogrametría como Medio de Acceso al Patrimonio Cultural

## Methodological guide for the implementation of interactive virtual tours for adolescents through photogrammetry as a means of accessing cultural heritage

Willy D. Yucra Limahuay <sup>1,a</sup>, Fany Sobero Rodríguez <sup>1,b</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional Mayor de Marcos, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática. Lima, Perú

<sup>a</sup> Autor de correspondencia: [willy.yucra@unmsm.edu.pe](mailto:willy.yucra@unmsm.edu.pe), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9775-9106>

<sup>b</sup> E-mail: [fsoberor@unmsm.edu.pe](mailto:fsoberor@unmsm.edu.pe), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0323-6110>

### Resumen

Hoy en día surge la necesidad de facilitar a los adolescentes el acceso al patrimonio cultural, quienes buscan conocer nuevas experiencias pero ven a los museos como repositorios de antigüedades, por ello en la presente investigación, se definió una guía metodológica para la implementación de recorridos virtuales mediante la técnica de la fotogrametría, que contiene cuatro etapas que especifican el paso a paso para la implementación de un entorno virtual conteniendo complementos como audioguía, un mapa de ubicación interactivo, piezas en 3D y puntos de desplazamiento para trasladarse dentro del entorno. Para corroborar la validez del producto se realizaron encuestas para adolescentes entre 12 a 16 años, verificándose el incremento del interés por conocer la cultura y el interés en el uso de los recorridos virtuales, logrando el acceso al patrimonio cultural en un entorno virtual, cabe indicar que los recorridos virtuales no buscan reemplazar la visita a los museos, por el contrario se ofrece una alternativa como herramienta tecnológica que promueva la visita a los museos, facilitando el acceso, generando curiosidad, aprendizaje y valoración de nuestra riqueza cultural en los adolescentes.

**Palabras clave:** Entorno virtual, Museo.

### Abstract

Nowadays, there is a need to facilitate access to cultural heritage for teenagers, who are looking for new experiences but see museums as repositories of antiques. Therefore, in this research, a methodological guide was defined for the implementation of virtual tours through the photogrammetry technique, which contains four stages that specify the step by step for the implementation of a virtual environment containing complements such as audio guide, an interactive location map, 3D pieces and displacement points to move within the environment. To corroborate the validity of the product, surveys were conducted for adolescents between 12 and 16 years old, verifying the increased interest in learning about culture and interest in the use of virtual tours, achieving access to cultural heritage in a virtual environment, it should be noted that the virtual tours do not seek to replace the visit to museums, on the contrary, it offers an alternative as a technological tool that promotes the visit to museums, facilitating access, generating curiosity, learning and appreciation of our cultural wealth in adolescents.

**Keywords:** Virtual environments, Museum.

Recibido 31/10/2022 - Aceptado 14/15/2022 - Publicado: 31/12/2022

#### Citar como:

Yucra, W. & Sobero, F. (2022) Guía Metodológica para la Implementación de Recorridos Virtuales Interactivos de Adolescentes Mediante la Fotogrametría como Medio de Acceso al Patrimonio Cultural. Revista Peruana de Computación y Sistemas, 4(2):15-29. <https://doi.org/10.15381/rpcs.v4i2.24854>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Computación y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original.

## 1. Introducción

El Consejo Internacional de Museos, conceptualiza que “el museo es una institución permanente, sin fines de lucro, al servicio de la sociedad y abierta al público, que adquiere, conserva, estudia, expone y difunde el patrimonio material e inmaterial de la humanidad con fines de estudio, educación y recreo”, sin embargo, la falta de interés de los adolescentes, unida a la dificultad de acceso al patrimonio cultural, debido a la inmovilización de la sociedad como consecuencia de la pandemia de COVID19 [1].

Sin embargo, el presente estudio pretende cambiar la percepción estereotipada de los museos como lugares donde se guardan "cosas" viejas, desgastadas y sin finalidad, para transformarlos en espacios de diálogo, interacción, aprendizaje y descubrimiento continuo. Los museos han sido reconocidos históricamente como centros culturales que albergan una gran cantidad de información al servicio del público en general., convirtiéndose en una fuente de información [2] que permitan aumentar el interés del patrimonio cultural en los adolescentes a través de los recorridos virtuales.

Es por ello que los recorridos virtuales se presentan como una alternativa contemporánea, que cumple con los avances tecnológicos [3], con la finalidad de captar la atención de los adolescentes a través de un entorno virtual fácil de usar en la web que cuenta con características adicionales que mejorarán su navegación, tanto para los que lo visitan por primera vez como para el más experimentado.

En ese sentido en el Perú tenemos 3'748,900 adolescentes, entre 12 a 16 años, en el presente año, que representan el 11.2% de toda la población [4], los cuales se beneficiarían con la propuesta porque tendrían acceso al patrimonio cultural a través del uso de los recorridos virtuales.

Cabe precisar que la pandemia del COVID-19 en la que aún nos encontramos, no se ha traducido en una desaceleración en la actividad investigadora, sino al contrario; ha impulsado la presente propuesta. En cierto sentido nos encontramos en una situación favorable en la que la virtualización mediante la técnica de la fotogrametría ofrece una forma directa de acercarnos al patrimonio cultural [5], permitiendo superar barreras de acceso, teniendo la sensación de trasladarnos de un lugar a otro de manera inmediata sin importar la distancia.

Para facilitar la implementación de recorridos virtuales, se plantea una guía metodológica que contará de cuatro etapas: digitalización a través de la fotogrametría, obtención de modelos 3D, creación del entorno y configuración de interactividad del entorno.

El presente artículo de investigación se ha estructurado de la siguiente manera: la sección 2 detalla el marco teórico, la sección 3 presenta la guía metodológica de implementación del recorrido virtual, la sección 4 muestra el componente de la metodología de investigación, la

sección 5 muestra los resultados y la sección 6 ilustra la discusión. Por último, se exponen las conclusiones.

## 2. Marco Teórico

### 2.1. Antecedentes de la investigación

A continuación, se presentan algunos proyectos de investigación respecto a la implementación de proyectos similares.

*2.1.1 Aplicación de la virtualización:* Según Yang et al. [6] realizaron un estudio titulado “*The impact of a 360° virtual tour on the reduction of psychological stress caused by COVID-19*”, en el que se plantea una solución para disminuir el estrés psicológico que sufren las como consecuencia del COVID-19, surgido en la ciudad china de Wuhan, provincia de Hubei.

Según la investigación, la salud pública se ha convertido en un problema urgente para personas de todas las edades como consecuencia de la pandemia, debido a factores como la ansiedad, la dificultad para conciliar el sueño, la depresión, el deterioro de la función del sistema inmunitario y los problemas de comportamiento, que empeoraron en cuanto empezó la pandemia debido a las restricciones de movilidad.

La solución propuesta plantea la creación de visitas virtuales como medio de representar virtualmente la atracción, el destino o la experiencia real de un visitante, utilizando el mundo tridimensional para viajar a lugares lejanos o como forma de aprovechar experiencias previas para disminuir el estrés de la gente por las restricciones de movilidad de la época de la pandemia y promover indirectamente el turismo en China.

Después de realizar estudios mediante visitas virtuales a destinos turísticos, utilizando encuestas valorizadas con la escala de Likert [7], se comprobó que la telepresencia tenía un impacto global significativo en la reducción del estrés psicológico durante los periodos de autoaislamiento durante la pandemia de COVID-19. Además, aumentó el interés de los turistas por conocer mejor los destinos turísticos, reforzando así la propuesta de virtualización como mecanismo de difusión y que goza de una buena aceptación del usuario final.

Según Loaiza et al. [8] realizaron un artículo titulado “*Virtual museums. Captured reality and 3D modeling*”, con el objetivo de desarrollar espacios virtuales para la difusión y documentación del patrimonio cultural, mediante la realidad virtual combinando técnicas de tratamiento de imágenes y modelado 3D generado por ordenador.

La solución propuesta en este estudio es la implementación de dos escenarios virtuales como parte de un proyecto de digitalización de las colecciones de los museos en argentina. Por un lado, se desarrolló un museo virtual denominado Colecciones Virtuales, el cual exhibe un entorno creado por computadora y mostrado mediante lentes de realidad aumentada. Por otro lado, también se construyó un recorrido virtual que recrea una exposición

retrospectiva a modo de grabación de un recorrido virtual por el museo. En ambos casos, se emplearon técnicas de modelado y texturizado 3D para conseguir resultados realistas mediante el uso de métodos estocásticos que se utilizan con frecuencia en los videojuegos y cuyos resultados son muy superiores a los que se obtienen utilizando técnicas de documentación más tradicionales como los dibujos técnicos o la fotografía 2D, sin embargo, su uso demanda un alto consumo del hardware.

En consecuencia, la utilización de métodos estocásticos reduce el tiempo de procesamiento de los objetos 3D, sin embargo el producto obtenido cuenta con un bajo nivel de detalle, porque no se toma en cuenta su calidad, sino la rapidez con la que se obtendrá el modelo 3D, es por ello que en nuestra investigación, se plantea el uso de la fotogrametría como la técnica de digitalización para la obtención de objetos 3D optimizados a los cuales se les podrá hacer un zoom sin que estos pierdan calidad.

Según Haz López et al. [9] realizaron un proyecto titulado “El uso de la realidad virtual como herramienta tecnológica para fomentar el turismo en la península de Santa Elena”, en el que proponen una alternativa tecnológica para impulsar la economía del país y promover sus industrias relacionadas con el turismo a través de la virtualización de la península y la búsqueda de una conciencia turística responsable y comprometida.

La solución de este estudio consiste en crear experiencias únicas, independientemente de que estén basadas en la realidad o en la imaginación y sin necesidad de desplazarse físicamente a los destinos, y así romper las barreras del tiempo, el espacio y la comunicación, al tiempo que se fomenta el potencial turístico de una región, país o localidad.

El estudio demuestra mediante encuestas que las personas prefieren conocer los destinos turísticos virtualmente antes de visitarlos presencialmente. También demuestra que los usuarios prefieren participar en estrategias de comunicación y turismo virtual potenciadas por la tecnología, lo que repercute positivamente en el desarrollo turístico y socioeconómico del lugar digitalizado.

En ese sentido podemos inferir que más allá del hecho de la virtualización de espacios físicos, existe un factor muy importante que se ha tomado en consideración en nuestra investigación, sobre la forma de presentación del entorno al usuario final, a través del establecimiento de una estrategia comunicativa en el que no solamente se muestre el lugar virtualizado sino se transmita la información conceptual a través del establecimiento del guión museográfico que muestre el patrimonio cultural y así captar el interés del adolescente de principio a fin, durante el recorrido virtual.

*2.1.2 La tecnología en los museos:* Según Fernández et al. [1] realizaron un estudio titulado “Análisis del uso de la tecnología en los museos: museos inteligentes. Estudio

de Casos en la ciudad de Madrid”, con el propósito de evaluar el rol de las nuevas tecnologías en los museos. En su estudio evalúa el uso de herramientas tecnológicas aplicado en los museos y su influencia para que los usuarios accedan a los museos por placer y sin limitaciones.

El estudio se basó en la recopilación de información a través de una encuesta a una población de 100 personas del país de España entre 16 y 87 años, en el que se pudo evidenciar que las innovaciones y avances tecnológicos generan una influencia directa en el aprendizaje de las personas y hacen que su experiencia sea mucho más completa interactiva y enriquecedora, asimismo demostraron que el intervalo de edades a favor del uso de la tecnología oscilaban entre 20 a 40 años y entre las herramientas tecnológicas más influyentes eran las audioguías, pantallas táctiles, aplicaciones móviles y recorrido virtual.

En ese sentido en la presente investigación se ha tomado en consideración la inclusión de una propuesta de recorrido virtual en entorno web que incluya ciertas componentes como audioguías, mapa de ubicación, galería 3D, infografías, puntos de desplazamiento, entre otros, los cuales enriquezcan el recorrido virtual del usuario capturando su interés y deseo de aprender.

*2.1.3 Superando barreras de acceso a través de la virtualización:* Según Miloz et al. [10] realizaron un proyecto titulado “*Virtual and interactive museum of archaeological artefacts from Afrasiyab – An ancient city on the silk road*”, en el que se intenta disminuir las numerosas restricciones de acceso a las exposiciones arqueológicas, como las barreras que impiden acercarse demasiado a los expositores, los paneles de cristal de las vitrinas u otros materiales que limitan el conocimiento y el aprendizaje cultural, así como identificar el recorrido del visitante o las zonas de mayor interés para poder comprobar y ajustar el montaje de la exposición a sus necesidades.

La solución que propone la investigación consiste en utilizar tecnologías digitales mediante aplicaciones para gafas de realidad virtual y dispositivos informáticos para registrar, documentar y salvaguardar el patrimonio cultural y, al mismo tiempo, ponerlo a disposición y al alcance del público en general. Debido al uso de las tecnologías de la información en el mundo digital, los visitantes podrán moverse en un entorno virtual tridimensional e interactuar con objetos digitales tridimensionales, aprendiendo así más sobre los objetos arquitectónicos de las ruinas de la ciudad de Afrasiyab en Uzbekistán.

La investigación establece factores ideales que se tomaron en consideración para la obtención de los objetos 3D a fin de comprimirlos a un nivel donde la complejidad total no supere el umbral de 100 000 triángulos y la reducción de las texturas a un mínimo para mantener la impresión visual adecuada y sin deformación, sin embargo dado que la aplicación está basado con software Unity para dispositivos móviles, se debe tener en consideración que si bien se independiza de tecnologías

externas, dando al usuario la libertad de elegir donde y cuando visitar la exposición. Por otro lado, se debe tener en cuenta las limitaciones de los recursos y potencia del modelo del dispositivo, el cual es hubiera superado si la solución que se brindase sea un entorno 100% web dependiendo solo del uso de la internet.

*2.1.4 Fases para la virtualización de entornos 3D:* Según López [11] realizó un estudio titulado “Diseño de un recorrido virtual del Campus Universitario como propuesta para implementación en el portal web de la Universidad Nacional de Loja”, en el que propone el establecimiento de siete fases para la implementación del Recorrido Virtual del Campus Universitario, mostradas en la tabla 1, a fin de dar a conocer sus instalaciones en un entorno virtual y de fácil acceso al público en general.

**Tabla 1.** Fases de implementación de recorrido virtual

Fases	Descripción
1	Selección del lugar y estudio preliminar
2	Especificación de Requerimientos
3	Planificación del Proyecto a Seguir
4	Diseño de la aplicación
5	Modelado
6	Pruebas
7	Publicación

Fuente: López [11]

La investigación propone la utilización del recorrido virtual para difundir toda la información sobre las distintas sedes universitarias que componen el entorno virtual a través de etapas como la selección de la ubicación, la definición de los requisitos, el montaje de fotografías de 360 grados y la publicación en un sitio web compatible con los diversos navegadores web.

En ese sentido, a diferencia de las siete fases mencionadas, en nuestro caso se estructuró la guía metodológica a través de cuatro etapas para la virtualización de entornos en 3D para reproducir escenarios existentes como imaginarios en un entorno web.

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Fotogrametría [12-13]

La fotogrametría es una técnica que permite obtener las características de un objeto a partir de fotografías, así como las propiedades geométricas, para el registro de las intervenciones arqueológicas, análisis y conservación de objetos, es por ello que se define como el arte, ciencia y tecnología para obtener información fiel acerca de objetos físicos y su entorno.

### 2.2.2. Museos Virtuales [14-15]

Es una forma de representación de un museo, que se caracteriza por el uso de la tecnología para mostrar, preservar, estudiar, reconstruir y divulgar el patrimonio cultural.

Los avances tecnológicos actuales nos permiten viajar más allá del entorno actual y dar la apariencia de desplazarse de manera inmediata, superando diversas barreras de accesibilidad [16], por lo que se pueden encontrar las siguientes categorías de museos virtuales: el museo de contenido presenta las colecciones del museo e invita a los visitantes virtuales a explorarlas, el museo virtual proporciona no sólo información sobre la colección sino también la posibilidad de establecer conexiones digitales.

En este sentido, los recorridos virtuales hacen visible el patrimonio cultural a través de formatos narrados o expositivos con el objetivo de difundir y desarrollar nuevas experiencias en un entorno virtual.

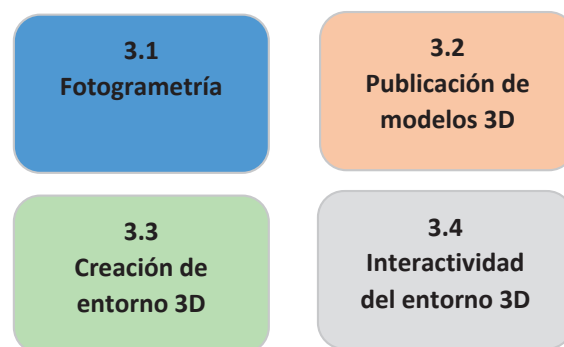
### 2.2.3. Realidad Virtual [17-18]

La realidad virtual es cualquier entorno creado por el ordenador en el que es posible simular tanto entornos del mundo real como ficticios y su representación busca que el usuario se siente como si estuviera inmerso en él, permitiéndole interactuar con ese mundo y sus objetos de manera directa.

## 3. Propuesta de la guía metodológica para la implementación de recorrido virtual

Para la implementación de un recorrido virtual, hay que seguir una serie de pasos. Estos pasos comienzan con la elección de los objetos que se mejorarán digitalmente mediante fotogrametría 3D, hasta la carga, consolidación y programación de interacciones de dichos objetos en el entorno virtual para su correcta ejecución y su publicación para ser accedido en los exploradores de la internet y desde los distintos dispositivos PC, tablet como en móvil.

Para tal fin se realizaron pruebas con diferentes técnicas, diferentes características de objetos, combinaciones de softwares, teniendo la predilección del uso de software libre y la experiencia obtenida de manera empírica, estableciéndose cuatro etapas a considerar para la correcta realización de dicho recorrido virtual, mostradas en la figura 1, estas etapas nos garantizarán el logro, tanto en calidad como compatibilidad del recorrido en los diferentes dispositivos.



**Fig. 1.** Etapas para la realización de recorrido virtual

Fuente: Elaboración Propia

Cada una de estas etapas está compuesta de diversos pasos, que determinarán las tareas a seguir y los resultados de dichas tareas servirán de insumos en las etapas posteriores.

### 3.1. Fotogrametría

Esta técnica es la única basada en el cálculo mediante secuencias fotográficas que permite transformar digitalmente objetos físicos en un entorno 3D. Sin embargo, existen otras herramientas, como los escáneres portátiles de diversos modelos, que proporcionan una calidad de captura extremadamente alta, los cuales además de ser muy costosos, generan un alto consumo de recursos en la PC al momento del procesamiento, el cual no es recomendable porque la previsualización del objeto que se muestra en pantalla, es en tiempo real y esto demanda un gran consumo a nivel gráfico.

Entre los diversos softwares de fotogrametría más populares que existen en el mercado, resaltaron el software comercial Agisoft Metashape y el software libre AliceVision Meshroom.

Según Duric et al. [19] en donde se muestra un análisis comparativo entre las principales características de los softwares en mención.

En ese sentido se eligió el Meshroom, además teniendo en consideración que en el uso del software Meshroom [20], los objetos a digitalizar no requerirán la georreferenciación de ningún tipo, asimismo se usó el software Gimp, porque es el más idóneo para la modificación y retocado de imágenes, ya que solo se requerirá para ajustes de contrastes, ajustes de histogramas, creación de máscaras y ajustes de iluminación.

En ese sentido en esta etapa se digitalizarán los objetos físicos se transformarán digitalmente en un entorno tridimensional desde varias perspectivas utilizando una serie de fotografías desde diferentes perspectivas del objeto, teniendo en cuenta que el ambiente en donde se realice la sesión fotográfica tenga una iluminación óptima, a fin de que dichas condiciones ayuden a que el software de fotogrametría pueda realizar un mejor cálculo espacial y que la generación de las texturas de dicho objeto sea lo más limpia posible, sin sombras marcadas o luces demasiado puntuales que generen brillos exagerados que puedan afectar el producto final, asimismo se tiene que seguir los siguientes procesos indicados en la Fig. 2.

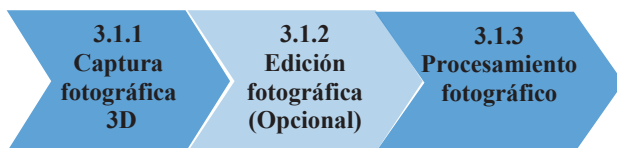


Fig. 2. Procesos de digitalización del recorrido virtual

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1. *Captura fotográfica 3D*: La parte más importante del proceso es capturar correctamente las fotos del objeto a virtualizar a fin de obtener un resultado de alta

calidad, por tal motivo debemos tener en cuenta tanto la complejidad de la forma del objeto y la iluminación del entorno, debido a que estos dos factores son muy importantes para la correcta digitalización 3D.

Cuando se trata de tomar fotos, es muy importante ser muy organizado en términos de ubicación de la cámara y secuencia de fotos, como se muestra en la figura 3, toda vez que, si no somos metódicos, el software de fotogrametría no tendrá la suficiente información para poder entender la forma volumétrica del objeto escaneado, y esto generaría huecos en la geometría dando como resultado un modelo 3D incompleto.

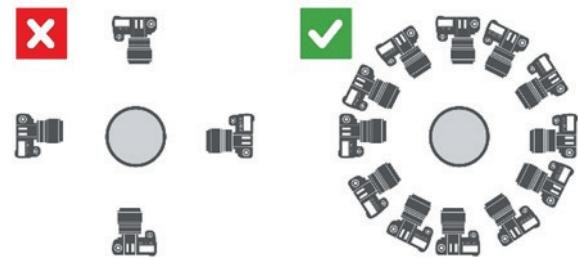


Fig. 3. Esquema de fotogrametría

Fuente: Elaboración Propia

En el caso de no haber una buena iluminación, el software podría no interpretar de manera correcta la textura del modelo, dando como resultado una textura desenfocada y distorsionada, similar al efecto de un helado derretido.

3.1.2. *Edición Fotográfica*: En algunos casos será necesario crear máscaras para cubrir el fondo de nuestras imágenes, debido a que el programa no logra reconocer el objeto digitalizado. El motivo es que el fondo puede contener colores o formas similares al objeto que estamos trabajando y esto puede dar como resultado que las imágenes se fundan con dicho entorno, al no lograr diferenciar entre el objeto propiamente dicho y su fondo, es por ello que se debe enmascarar dicho fondo para ayudar al software el modelo 3D, como se muestra en la figura 4.



Fig. 4. Máscara de imagen

Fuente: Elaboración Propia

Estas máscaras se pueden realizar en el mismo software de fotogrametría o bien optar por algún software externo de apoyo, en este caso usamos el software gratuito Gimp [21], ya que tiene una mejor optimización de herramientas de creación de formas, a diferencia de los algoritmos de las herramientas del mismo software de fotogrametría, las cuales no son ideales, debido a que no tienen buena precisión al momento de dibujar formas con nodos de dibujo.

Una vez que se concluye el dibujo de cada máscara, se procede a guardar una por una, para posteriormente ser importada en el software de fotogrametría, luego se referencia una a una a su imagen correspondiente.

**3.1.3. Procesamiento fotográfico:** Una vez realizada la sesión fotográfica del objeto a digitalizar, se introducen dichas imágenes al software de fotogrametría para realizar el proceso de generación de modelo 3D.

El procesamiento de las fotografías en el software de fotogrametría consta de selección de imágenes, procesamiento de la nube de puntos densa, la generación de malla poligonal 3D, de texturas y finalmente el objeto 3D listo para ser exportado.

Este modelo 3D de alta resolución representa fielmente nuestro objeto original, sin embargo, tendremos la opción de configurar tanto la malla poligonal, como la calidad de la textura del modelo, esto dependerá del uso y la calidad requerida, tanto para estudio en donde tendremos que mantener la mayor calidad tanto en la forma del objeto (Malla Poligonal) como en la resolución de textura (Calidad de textura) o bien para su visualización online en donde debemos de configurar los parámetros equilibrando el peso del archivo con la calidad en la forma del objeto y resolución de textura, como se muestra en la figura 5.

### 3.2. Publicación de modelos 3D

Posteriormente a la obtención del modelo 3D, se procederá a la exportación del modelo a formato. FBX u .OBJ para su carga en un visor 3D en línea.

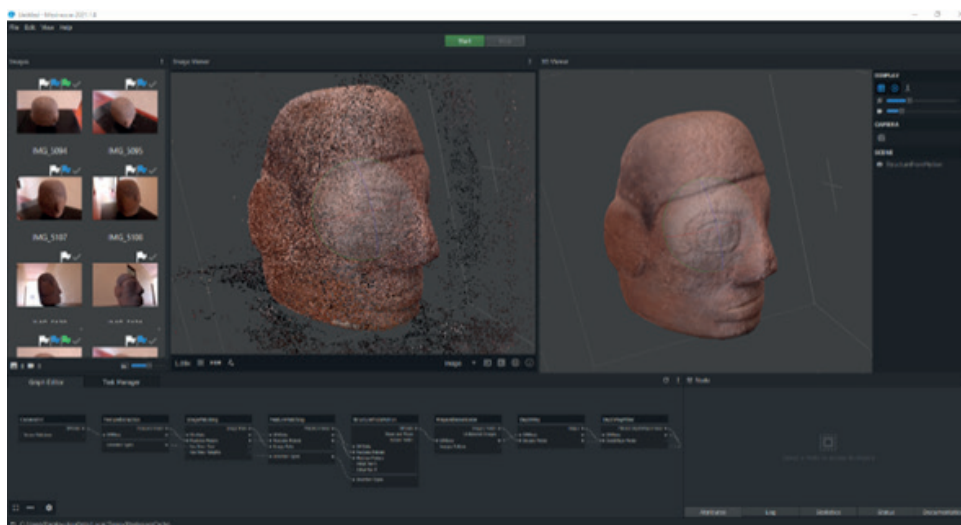
Según Champion et al. [22], en donde se muestra un análisis comparativo entre las principales características de los visualizadores 3D disponibles en la web.

En ese sentido, se eligió la Plataforma Sketchfab, que cuenta con un visor en línea y gratuito para investigadores y museos, que cumple perfectamente con los estándares web requeridos para que muestre de manera óptima objetos en 3D a través de tecnología html5, la cual nos permite usar el visor en cualquier dispositivo, tanto en PC, Tablet y móvil, en el que se listaran todos los objetos cargados como se muestra en la figura 6. Asimismo, debemos de tener en cuenta que este objeto se mostrará a través de la internet, por tal motivo, debemos lograr un equilibrio entre la calidad del modelo y su peso, para que su visualización desde la web de la internet sea la más liviana posible y el usuario navegue sin problemas en el recorrido virtual, garantizando así una correcta navegación.

Con la ayuda de la plataforma Sketchfab, podremos mostrar nuestros modelos en la web a través de un visor compatible con HTML5 que funciona en ordenadores, dispositivos móviles y tabletas. Del mismo modo, la plataforma nos permitirá incrustar los modelos recién creados en nuestros sitios web mediante un sencillo código html.

### 3.3. Creación del entorno 3D

Para la realización del entorno virtual que contendrá los objetos 3D digitalizados, se debe usar un software de modelamiento 3D que permita modelar,



**Fig. 5.** Generación de textura

Fuente: Elaboración Propia

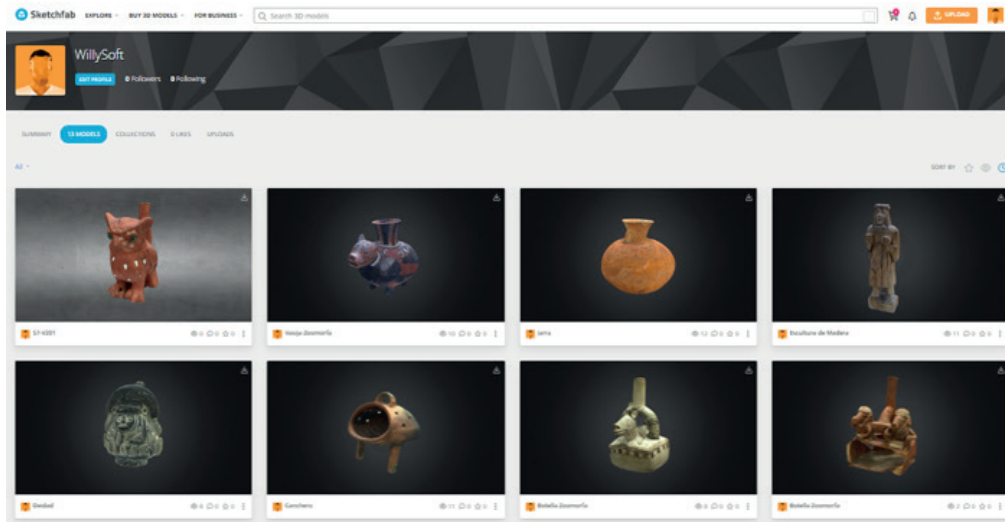


Fig. 6. Plataforma de Visualización de objetos 3D

Fuente: Elaboración Propia

texturizar, iluminar y renderizar las imágenes procesadas del entorno.

Entre los diversos softwares de modelamiento 3D más populares que existen en el mercado, resaltaron el software comercial 3D Max y el software libre Blender.

Según Garaeva et al. [23], en donde se muestra un análisis comparativo entre las principales características de los softwares en mención.

En ese sentido, se eligió el software gratuito de modelamiento Blender [24], dado que brinda similares características similares en comparación con el software comercial 3D Max para el proceso de edición, creación, texturización, animación, iluminación y render 3D y además cuenta con una gran comunidad que constantemente le aporta mejoras y actualizaciones de herramientas de edición y creación 3D, asimismo el motor de render que posee (Cycles) es bastante competitivo en calidad.

El proceso para crear el entorno consta de cuatro procesos que se indican en la figura 7.

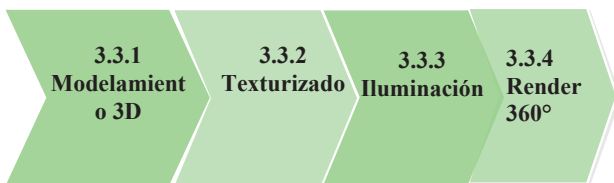


Fig. 7. Proceso para la creación del entorno

Fuente: Elaboración Propia

3.3.1. Modelamiento 3D: El primer paso para modelar en entorno 3D, es tener clara la forma y las proporciones estructurales, como se muestra en la figura 8, en función de los elementos que contendrá, nos permite

empezar a modelar nuestro entorno en polígonos utilizando un sistema de medidas del mundo real (cm, mtrs, etc.). Esto nos permite producir tanto la estructura como los objetos contenidos en ella de forma proporcional, como se muestra en la figura 9.

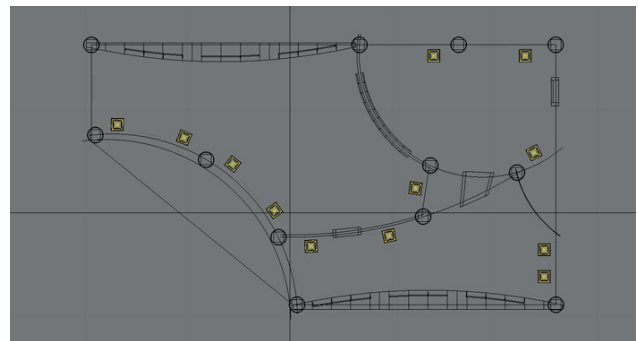


Fig. 8. Esquema del entorno a modelar

Fuente: Elaboración Propia

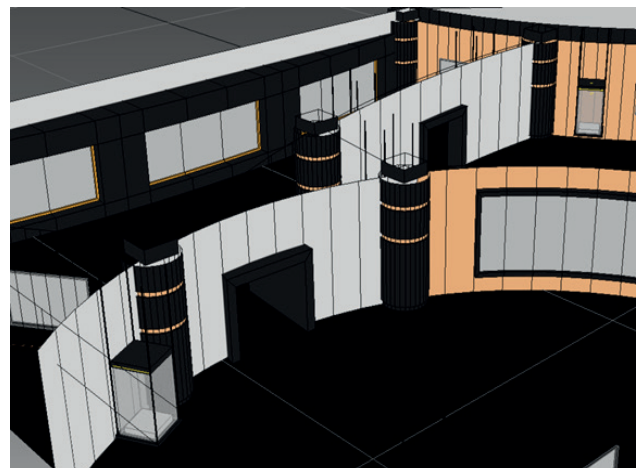


Fig. 9. Estructura del modelamiento del entorno en 3D

Fuente: Elaboración Propia

**3.3.2. Texturizado:** Una vez completado todo el modelado poligonal, comenzará la fase de texturizado. Para ello, debemos reconocer la importancia de crear coordenadas de mapa, que nos permitirán colocar con precisión las texturas en nuestros modelos 3D. Blender dispone de un completo editor de materiales basado en nodos que nos permite dotar de la apariencia adecuada a cada uno de los materiales que componen el entorno de modelado.

Para una correcta interpretación de las texturas en cada uno de nuestros modelos 3D, debemos asignarles coordenadas de mapeado para que el software pueda ubicar de manera precisa las imágenes en las superficies modeladas, asimismo se debe configurar correctamente los valores del panel de materiales que nos brinda el software, los cuales nos ayudarán a reproducir de manera similar a los diferentes materiales del mundo real, como se muestra en la figura 10.



**Fig. 10.** Textura aplicada al objeto 3D

Fuente: Elaboración Propia

**3.3.3. Iluminación:** En este paso se debe generar una buena iluminación en el entorno como se muestra en la figura 11, toda vez que es un factor muy importante para la correcta visualización de los objetos que alberga a fin de atenuar algunas reflexiones brillantes del entorno.



**Fig. 11.** Proceso de modelamiento del entorno 3D

Fuente: Elaboración Propia

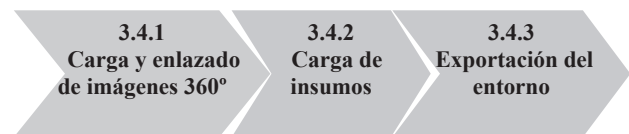
En ese sentido usaremos el motor de render Cycles, el cual viene incluido en el software gratuito Blender 3D.

**3.3.4. Render 360°:** Por último, preparamos las cámaras virtuales a lo largo de todo el entorno para después configurar el motor de renderizado para que nos proporcione una salida de imagen de 360 grados, necesaria para conseguir el efecto esférico del recorrido virtual.

### 3.4. Interactividad del entorno 3D

Teniendo todas nuestras imágenes 360°, objetos 3D en Sketchfab [25], fotos, videos, textos y/o locuciones, procederemos a consolidar todo y darle interactividad a través de un software especializado en crear recorridos virtuales.

Entre los que existen actualmente en el mercado, para caso se utilizará el Pano2VR [26], el software más completo y flexible que existe en la actualidad. Nos permite personalizar el entorno a nivel visual sin necesidad de añadir ningún plugin, y a nivel interactivo, podemos insertar nuestro propio código de programación para crear interacciones completamente únicas durante nuestro viaje. El entorno se crea mediante un proceso de tres pasos, como se muestra en la figura 12.



**Fig. 12.** Proceso de creación del entorno

Fuente: Elaboración Propia

**3.4.1. Carga y enlazado de imágenes 360°:** En este paso insertaremos todas las imágenes 360° previamente procesadas en el software de modelamiento 3D de manera ordenada, como se muestra en la figura 13.

Una vez ingresadas al software, procedemos a enlazarlas entre sí, considerando el flujo o secuencia de desplazamiento que tendrá el visitante virtual durante el recorrido del entorno.

Los nodos definidos en el entorno nos permiten enlazar muchas imágenes de 360 grados. Debemos colocar un nodo en cada punto donde sea necesario el movimiento para nuestro viaje e indicar al software adónde queremos ir utilizando estos nodos, como se muestra en la figura 14.

**3.4.2. Carga de insumos:** La carga de insumos se realizará por medio de los bloques lógicos que ofrece el software, estos bloques nos permiten cargar múltiples tipos de complementos (Imágenes, videos, audios, textos, embeber data desde otras webs, etc).

En ese sentido utilizaremos css, JavaScript, php, xml para poder darle interacción a nuestros insumos que actúan como complementos de ayuda durante el recorrido virtual del visitante.



En la figura 15, se muestra la creación de una infografía interactiva con html5, en el que se adicionó tres botones de información y un botón de audio guía, las cuales son totalmente personalizada.

Con nuestros bloques lógicas procedemos a enlazar los bienes patrimoniales 3D desde Sketchfab a través de su código embebed, mostrado en la figura 16.

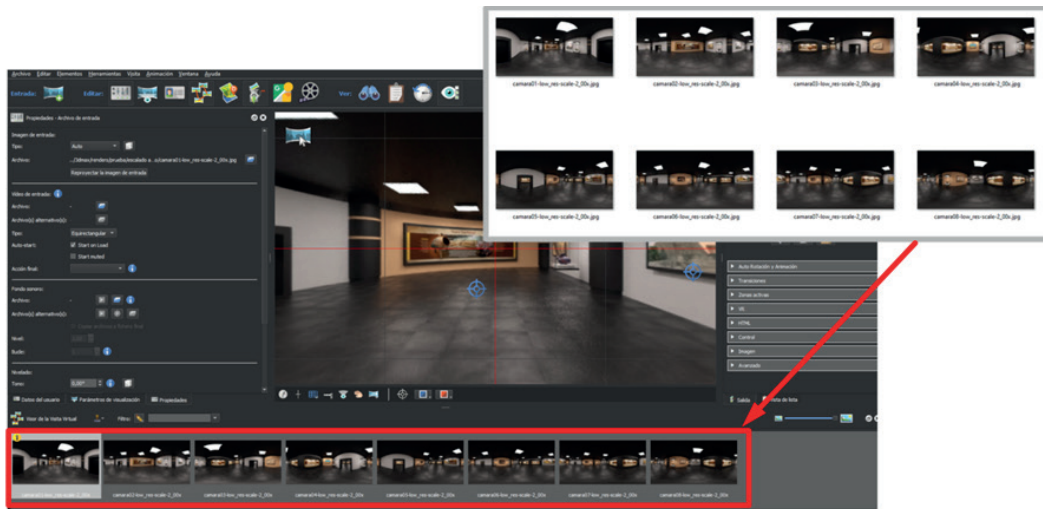


Fig. 13. Imágenes 360° procesadas

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 14. Enlazado de imagen 360°

Fuente: Elaboración Propia

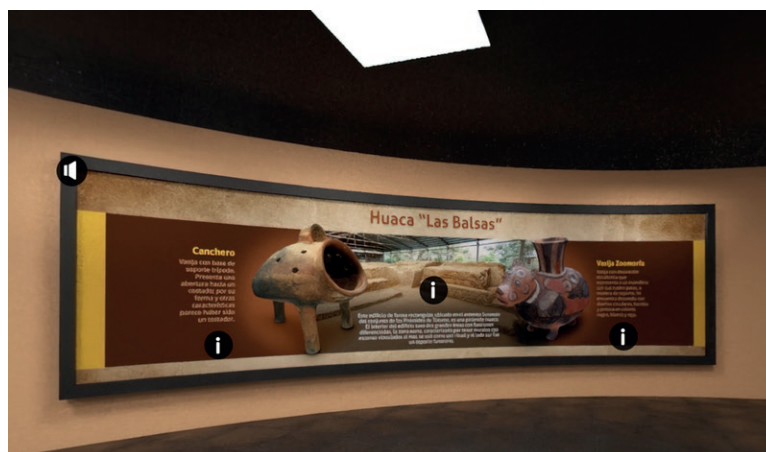


Fig. 15. Creación de infografía interactiva

Fuente: Elaboración Propia

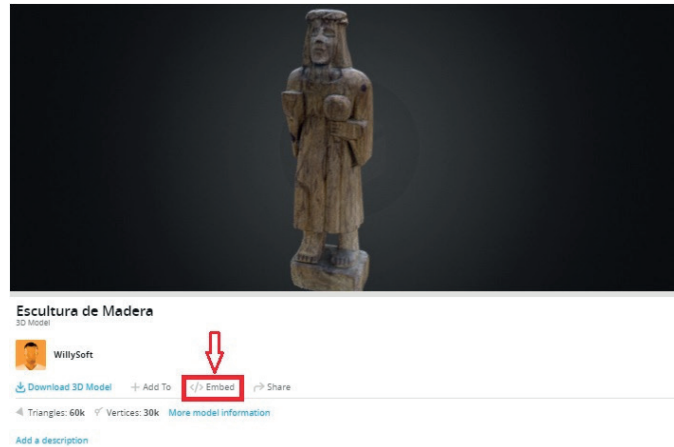
3.4.3. *Exportación del entorno*: Al terminar la carga y programación de todos los insumos, se procede a la compilación de nuestro proyecto, como se muestra en la figura 17.

Finalmente, el producto obtenido es un recorrido virtual 100% compatible con los navegadores del mercado actual, e incluso en celulares y tablets por lo cual el usuario tendrá la libertad de experimentar en la

plataforma virtual desde la web y a través de cualquier dispositivo, como se muestra en la figura 18.

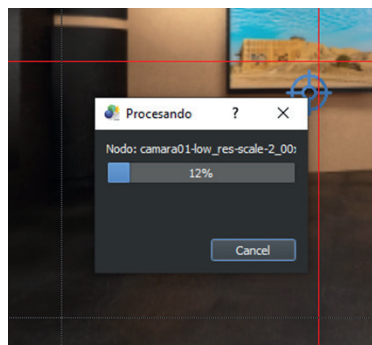
#### 4. Metodología

Es una investigación “No Experimental”, porque no se realizaron experimentos ni manipulación deliberada de variables, por lo que simplemente significa observar eventos en condiciones naturales sin la intervención



**Fig. 16.** Código embebed de modelo 3D

Fuente: Elaboración Propia



**Fig. 17.** Exportación del recorrido virtual

Fuente: Elaboración Propia



**Fig. 18.** Recorrido virtual en los diferentes dispositivos

Fuente: Elaboración Propia

y elección del investigador dado el criterio analítico y el alcance de los resultados [7].

En ese sentido se realizó la recolección de datos a través de la técnica de encuesta, para el cual se elaboraron dos encuestas que miden el antes y después de la experiencia, mostrados en el apéndice A, diseñados a través del programa Google Forms, en forma de preguntas cerradas y con selección única mediante 5 alternativas valorizadas del 1 al 5 en función a la escala de Likert, teniendo en consideración la selección de una de ellas como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2.** Valores asignados según escala de Likert

Escala de Likert	Respuesta
(1)	Muy en desacuerdo
(2)	En desacuerdo
(3)	Indiferente
(4)	De acuerdo
(5)	Muy de acuerdo

Fuente. Elaboración propia

El objetivo de la encuesta fue recabar la mayor información de los adolescentes, entre 12 a 16 años, con matrícula escolar vigente en el presente año y que residen en el distrito de Ventanilla - Callao, Perú, cabe precisar que la encuesta se aplicó en el mes de diciembre del 2022.

Para definir el tamaño de la muestra de la población se utilizó la siguiente fórmula mostrada en la figura 19, tomando como referencia en trabajo de investigación [27], donde se hace mención a la fórmula:

$$n = \frac{NZ^2p(1-p)}{(N-1)e^2 + Z^2p(1-p)}$$

**Fig. 19.** Fórmula para la muestra

Fuente: Zegarra [27]

Donde:

N = 28,304 (tamaño poblacional)

Z = Nivel de confianza (95% = 1.96)

p = Proporción = 0.5 (Cuando no se conoce estudios anteriores y por lo tanto el valor pertenece al criterio conservador).

e = Error máximo aceptable, si es del 10% = 0.1

Al realizar el reemplazo de valores y hallar el tamaño mínimo de la muestra, ver figura 20, se obtuvo un valor de “n” igual a 97. En consecuencia, se procedió a realizar la recolección de datos a través de las dos encuestas, antes y después de la experiencia, a un total de 112 adolescentes con matrícula escolar vigente en el año 2022, entre 12 a 16 años, del distrito de Ventanilla, provincia Callao del departamento de Lima.

$$n = \frac{28304 * (1.96)^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{(28304 - 1) * 0.10^2 + (1.96)^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}$$

**Fig. 20.** Cálculo de la muestra

Fuente: Elaboración Propia

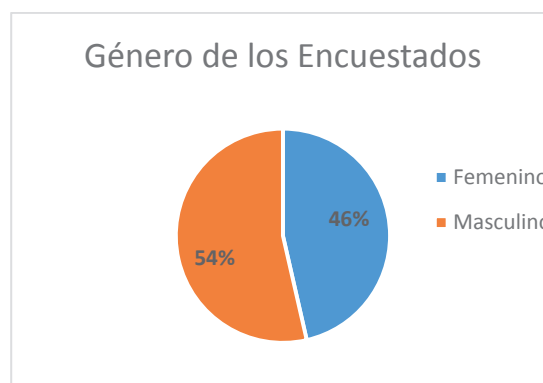
Después de la recepción de los cuestionarios de los 112 encuestados, que fueron elaborados mediante el programa Google Forms, se realizó el cálculo del grado de confiabilidad a través del coeficiente alfa de Cronbach, como se muestra en la tabla 3, obteniéndose un valor superior a 0.70 en ambas encuestas, teniendo así una confiabilidad aceptable [28].

**Tabla 3.** Validación de la confiabilidad de las encuestas

Encuesta	Varianza	Desviación Típica	Nº de Item's	Alpha de Cronbach
Antes de la experiencia	10,893	4,529	5	0,730
Después de la experiencia	6,015	2,258	5	0,781

Fuente. Elaboración propia

Finalmente, la muestra de estudio estuvo conformado por un 54% de hombre y 46% de mujeres, es decir había más hombres que mujeres como se aprecia en la figura 21, cumpliendo con el perfil de los encuestados y cuyas edades estaban comprendidas entre 12 a 16 años, según la distribución de la tabla 4.



**Fig. 19.** Distribución del género de los encuestados

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 4.** Distribución de las edades de los encuestados

Edad	Frecuencia	Porcentaje
12	9	8,04%
13	28	25,00%
14	53	47,32%
15	21	18,75%
16	1	0,89%
Total	112	100,00%

Fuente. Elaboración propia

## 5. Resultados

A continuación, se detallan los resultados obtenidos del proceso de validación realizado al aporte

propuesto de la aplicación de la guía metodológica de adolescentes como mecanismo de acceso al patrimonio cultural.

Según el análisis realizado a través de la valoración promedio de las respuestas a los encuestados, sobre el interés que genera la visita a los recorridos virtuales en los adolescentes a través del uso de la tecnología y el interés por conocer el patrimonio cultural, se pudo evidenciar que luego de la experiencia del recorrido virtual el interés superó las expectativas en un 4% como se aprecia en el apéndice B y C.

De la misma manera se ha podido identificar otros aspectos que favorecen la investigación, como la usabilidad en las interfaces presentadas y la predilección para el uso de los recorridos virtuales, dado que del total de encuestados, el 92% de los adolescentes estuvieron conformes con las interfaces mostradas en la propuesta de recorrido virtual, mientras que el 8% se mostró indiferente, en consecuencia el recorrido virtual presentado cuenta con una interfaz amigable y resultó fácil de usar para los adolescentes permitiéndoles el acceso al patrimonio cultural.

Asimismo, del total de encuestados el 82% de los adolescentes les gustó la propuesta de recorrido virtual mientras que el 18% se mostró indiferente, concluyendo así que para la mayoría de adolescentes la propuesta de recorrido virtual fue de su agrado, permitiéndoles el acceso al patrimonio cultural, reforzando así los objetivos de la presente investigación.

Finalmente, dado que la muestra es estadísticamente representativa se puede inferir que los resultados obtenidos sobre el uso de la herramienta podrían ser similares en otra población seleccionada que residen en el distrito de Ventanilla.

## 6. Discusión

Los resultados obtenidos en la medición de la satisfacción de la experiencia de realidad virtual, como una solución que acorte brechas de acceso a sitios turísticos, fueron positivas. Tal es el ejemplo de la investigación de Yang en China [6] donde se midió la satisfacción de un grupo de 235 personas de las cuales el 52.6% disfrutó de la experiencia virtual. De manera similar, en nuestra investigación se recopiló un 82% de la población encuestada que le gustó la propuesta presentada en conocer el patrimonio cultural a través de un recorrido virtual en entorno web y con complementos que enriquezcan su experiencia.

Asimismo, se analizó el interés que tienen las personas en conocer un sitio de manera virtual antes de visitarlo físicamente, tal es el caso de Haz López et al. [9] que realizaron su investigación en un grupo de 70 personas que permitió conocer un nivel de aceptación del 100%, en donde se evidenció como la virtualización influye en la generación del interés para conocer lugares nunca antes había visitado. En nuestra investigación, el

interés generado para visitar museos virtuales y conocer el patrimonio cultural obtuvo un valor (4.2=84%) de aceptación, ver apéndice B, permitiendo llevar la riqueza cultural hacia las personas e incrementar así el aprendizaje en los adolescentes.

De la misma manera, se analizó el interés ocasionado por las herramientas o avances tecnológicos para conocer los recorridos virtuales, tal es el caso de Fernández et al. [1] que realizaron su investigación en un grupo de 100 personas que permitió conocer un nivel de aceptación del 54%. En nuestra investigación, el interés que genera el uso de la tecnología en el mundo moderno conlleva al uso de nuevas alternativas como los recorridos virtuales, los cuales cuentan con un valor (4.4=88%) de aceptación, ver apéndice B, lo que refuerza continuar la virtualización y uso de distintas herramientas que capturen la atención de los adolescentes.

Finalmente, se analizó el uso de los componentes adicionales a los recorridos virtuales que faciliten la obtención de información, tal es el caso de López [11] que realizó su investigación en un grupo de 68 personas a los cuales adicionó a su propuesta de recorrido virtual componentes como fotos, sonidos, videos para mejorar la experiencia virtual de las personas, el cual tuvo un nivel de aceptación del 98.5%. En nuestra investigación se midió la facilidad para encontrar la información obteniéndose (4.3=86%) de aceptación, ver apéndice C, adicionalmente la presente investigación muestra un mapa interactivo y objetos 3D, los cuales enriquecen aún más la experiencia de las personas a fin de capturar la atención de los adolescentes.

## 7. Conclusión

El presente estudio ofrece una alternativa innovadora y contemporánea, utilizando espacios culturales virtualizados, los cuales cuentan con complementos como audioguía, un mapa del museo que permite guiar el recorrido, piezas en 3D y, finalmente, puntos de desplazamiento para trasladarse por las salas del museo, que permiten simular la experiencia física de manera virtual.

El uso de la técnica de la fotogrametría, permite la digitalización del entorno y de los bienes culturales que se exhiben en los museos, con recursos relativamente bajos fomentando el uso de software libre y con una alta precisión contribuyendo con la preservación del patrimonio cultural.

Los recorridos virtuales cambian el enfoque de aprendizaje de los adolescentes permitiéndoles encontrar la información de una manera interactiva acortando las brechas de acceso a la cultura a través de la internet.

Los recorridos virtuales son alternativas que promueven el interés de los adolescentes para conocer la cultura de una manera interactiva, facilitando su aprendizaje cultural por estar bastante familiarizados con la tecnología, permitiendo el acceso directo al patrimonio cultural.

Es importante tener en consideración que esta forma de visitar virtualmente un espacio cultural, promueve la preservación del patrimonio cultural a lo largo del tiempo y puede ser replicado en distintos entornos que tiene riqueza cultural como iglesias, centros históricos, sitios arqueológicos, entre otros.

En trabajos futuros el recorrido virtual se puede complementar con un guión museográfico, para que el recorrido virtual potencie el mensaje con información ordenada y se le trasmite al visitante virtual un mensaje desde el inicio hasta el fin de su experiencia virtual.

El recorrido virtual podría ser inclusivo con la incorporación de guías especializadas orientadas a los principales tipos de discapacidad.

Asimismo, se podría extender el presente trabajo a través de la inclusión de un mayor tamaño de la muestra y también incluyendo otros rangos de edades de una población de mayor edad.

A fin de superar la limitación del acceso al internet se podría considerar el uso páginas web progresivas para la navegación fuera de línea.

## Referencias

- [1] Fernández Cortés, A. y González Sanchez, R. (2019). Análisis del uso de la tecnología en los museos: los museos inteligentes. Estudio de casos en la ciudad de Madrid, España. *Revista Internacional de Turismo, Empresa y Territorio*, <https://doi.org/10.21071/riturem.v3i1.11190>
- [2] Carmona, I. M., & Freitag, V. (2014). Los Museos en el Siglo XXI: Nuevos retos, nuevas oportunidades. *Revista Digital do LAV*, 7(1), 030-049. <https://doi.org/10.5902/1983734812510>
- [3] Panozzo Zenere Alejandra Gabriela. (2013). El ser virtual: el museo virtual. El Museo de Arte de Uruguay, MUVA. Editorial: Asociación Aragonesa de Críticos de Arte. Obtenido de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/22563>
- [4] CPI Research. (2022). Perú: Población 2022, Market Report Marzo de 2022. <https://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/23/poblacion%202022.pdf>
- [5] Delgado, S. (2020). Los retos en investigación, comunicación y educación de los museos de Lima en el marco de la COVID-19. Una discusión sobre los desafíos del futuro a partir de su situación actual y de las experiencias del MALI y el MUCEN. *Desde el Sur*, 12(1), pp. 285-306.
- [6] Yang, T., Lai, I. K. W., Fan, Z. B., & Mo, Q. M. (2021). The impact of a 360° virtual tour on the reduction of psychological stress caused by COVID-19. *Technology in Society*, 64, 101514. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101514>
- [7] Hernández Sampieri, R., & Fernández Collado, C. (2014). *Metodología de la investigación* (P. Baptista Lucio, Ed.; Sexta edición). McGraw-Hill Education.
- [8] Loaiza Carvajal, D. A., Morita, M. M., & Bilmes, G. M. (2020). Virtual museums. Captured reality and 3D modeling. *Journal of Cultural Heritage*, 45, 234-239. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.04.013>
- [9] Haz López, L., Cruz Yagual, P., & Sánchez Aquino, J. (2016). El uso de la realidad virtual como herramienta tecnológica para fomentar el turismo en la península de Santa Elena. *3C Tecnología\_Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 5(3), 53-67. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n3e19.53-67>
- [10] Milosz, M., Skulimowski, S., Keşik, J., & Montusiewicz, J. (2020). Virtual and interactive museum of archaeological artefacts from Afrasiyab – An ancient city on the silk road. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 18, e00155. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2020.e00155>
- [11] Diego Patricio López Lalangui. (2017). Universidad Nacional de Loja. Diseño de un recorrido virtual del Campus Universitario como propuesta para la implementación en el portal web de la Universidad Nacional de Loja (Tesis de pregrado), Loja, Ecuador.
- [12] Moyano, G. (2017). El uso de fotogrametría digital como registro complementario en arqueología. Alcances de la técnica y casos de aplicación. *Comechingonia. Revista de Arqueología*, 21(2), 333-350. <https://doi.org/10.37603/2250.7728.v21.n2.26789>
- [13] Figueiras, S. (2018). "Integración de nubes de Puntos generadas a partir de técnicas de fotogrametría aérea por multicorrelación en zonas urbanizadas", Universidad Politécnica de Madrid (Tesis de Maestría), Madrid, España.
- [14] Roigé Ventura, X.; Bellas, L.; Soulier, V. (2022). El Museo Virtual de las Fiestas del Fuego del Pirineo. Un museo en línea a partir del patrimonio inmaterial. En *CIMED21 - I Congreso internacional de museos y estrategias digitales*. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. 151-166. <https://doi.org/10.4995/CIMED21.2021.12673>
- [15] Solórzano, R., & Rejanovinski, M. (2022). Museos virtuales y la necesidad de un nuevo límite o excepción al derecho patrimonial de autor. *Derecho PUCP*, 88, 235-263. <https://doi.org/10.18800/derechopucp.202201.008>
- [16] Tecnologías de información: Acceso a internet y brecha digital en Perú, *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 25, núm. 90, pp. 504-527, 2020, Universidad del Zulia. <https://doi.org/10.37960/rvg.v25i90.32396>
- [17] Piovano Luca. (2019) *Virtual Reality and Augmented Reality Laboratory*. Universidad Politécnica de Madrid, Centro de Domótica Integral. Obtenido de: <https://www.cedint.upm.es/es/laboratorio/laboratorio-realidad-virtual-y-realidad-aumentada>
- [18] Tortosa Cuesta, R., Caerols Mateo, R., Escribano Belmar, B., & Rodríguez Calatayud, N. (2021, marzo 25). Propuestas de realidad virtual y aumentada para el museo del s XXI como laboratorio y espacio educativo. *CIMED21 - I Congreso internacional de museos y estrategias digitales*. Congreso CIMED - I Congreso Internacional de Museos y Estrategias Digitales. <https://doi.org/10.4995/CIMED21.2021.12460>
- [19] Isidora Duric., Ivana Vasiljevic, Milos Obradovic, Vesna Stojakovic, Jelena Kicanovic, & Ratko Obradovic. (2021, setiembre). Comparative Analysis of Open-Source and Commercial Photogrammetry Software for Cultural Heritage. Computer Graphics Chair, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad. Serbia. <https://www.researchgate.net/publication/354117250>
- [20] Carlos Iván Sánchez Ariza y Anderson Calderón Muñoz (2020), Procesamiento digital de imágenes obtenidas con dron mediante el uso de software libre (Tesis de Pregrado), Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

- [21] Villate Jaime (2000). Introducción práctica al Gimp. Universidad de Oporto. Portugal. Obtenido de: [https://villate.org/publications/Villate\\_2000\\_Gimp.pdf](https://villate.org/publications/Villate_2000_Gimp.pdf)
- [22] Erik Champion & Hafizur Rahaman. (2020). Estudio de los Repositorios y plataformas de patrimonio digital en 3D. Faculty of Humanities, Curtin University, Australia. *Virtual Archaeology Review*, 11(23): 1-15, 2020 doi: <https://doi.org/10.4995/var.2020.13226>
- [23] Enzhe R. Garaeva & Elsiyar E. Bikmullina (2019). Comparative analysis of 3D Blender and 3ds Max modeling methods. Kazan National Research Technical University. Rusia. Obtenido de: [https://ceur-ws.org/Vol-2525/ITTCS-19\\_paper\\_14.pdf](https://ceur-ws.org/Vol-2525/ITTCS-19_paper_14.pdf)
- [24] Blender. (2022, Diciembre 6). The Freedom to Create. Obtenido de: <https://www.blender.org/about/>
- [25] Rodríguez Miranda, Á., Korro Bañuelos, J., & Valle Melón, J.M. (2020). Archivo y difusión de contenidos 3D de elementos patrimoniales en repositorios institucionales y plataformas comerciales. *Revista ph*, 100,78-80. doi: <https://doi.org/10.33349/2020.100.4641>
- [26] Orbe Pachay Eric Orlando y Parada Quimi Cesar Mario (2021), Implementación de un recorrido virtual 360° para la U.A.E Sede Guayaquil (Tesis de Pregrado), Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- [27] Zegarra Hidalgo, D. A. (2017). Gestión pedagógica de TIC y construcción de conocimiento en aula en estudiantes de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, 2016 [Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. In Repositorio de Tesis - UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/6217>
- [28] George, D. y Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. 11.0 update (4ª Ed.). Boston: Allyn & Bacon

## Apéndice

### Apéndice A: Cuestionarios de las dos encuestas antes y después de la experiencia

N°	Pregunta	Escala de Likert				
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<b>Encuesta antes de la experiencia</b>						
1	¿Sueles visitar Museos en el Perú?					
2	¿Estaría interesado(a) en conocer más acerca del patrimonio cultural que se exhibe en los museos?					
3	¿Le interesaría visitar virtualmente museos virtuales donde se exhiban patrimonio cultural?					
4	¿Crees que el uso de la tecnología influya en su conocimiento e interés en el patrimonio cultural?					
5	¿Crees que realizar el recorrido virtual de un museo aumentaría tu conocimiento sobre el patrimonio cultural?					
<b>Encuesta posterior a la experiencia</b>						
1	¿El recorrido virtual visitado aumentó mi interés de conocer el patrimonio cultural?					
2	¿El recorrido virtual visitado contaba con una interfaz amigable?					
3	¿Fue fácil encontrar la información sobre el patrimonio cultural durante el recorrido virtual?					
4	¿Las herramientas tecnológicas mostradas aumentaron mi interés en los recorridos virtuales?					
5	¿Me gusto utilizar el recorrido virtual?					

### Apéndice B. Incremento del interés en los recorridos virtuales

Variable dependiente	Antes de Experiencia	Después de Experiencia	%Incremento
	¿Le interesaría visitar virtualmente museos donde se exhiban patrimonio cultural?	¿Las herramientas tecnológicas mostradas aumentaron mi interés en los recorridos virtuales?	
	Promedio (Expectativa)	Promedio (Realidad)	
El acceso al patrimonio cultural	4,2	4,4	4%

Fuente. Elaboración propia

### Apéndice C: Incremento del interés en conocer el patrimonio cultural

Variable dependiente	Antes de Experiencia	Después de Experiencia	%Incremento
	¿Crees que el uso de la tecnología influya en su conocimiento e interés en el patrimonio cultural?	¿El recorrido virtual visitado aumentó mi interés de conocer el patrimonio cultural?	
	Promedio (Expectativa)	Promedio (Realidad)	
El acceso al patrimonio cultural	4,3	4,5	4%

Fuente. Elaboración propia