



FACULTAD DE COMUNICACIÓN Y ARTES AUDIOVISUALES

MUSEO VIRTUAL COMO UNA HERRAMIENTA PARA INMORTALIZAR AL
PRIMER AUTO FABRICADO EN ECUADOR, EL ANDINO DE AYMESA,
MODELADO EN 3D

Autor:

Carlos David Trujillo Romero

2020



FACULTAD DE COMUNICACIÓN Y ARTES AUDIOVISUALES

MUSEO VIRTUAL COMO UNA HERRAMIENTA PARA INMORTALIZAR AL
PRIMER AUTO FABRICADO EN ECUADOR, EL ANDINO DE AYMESA,
MODELADO EN 3D

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el título de Licenciado en Producción Audiovisual y Multimedia,
Mención Animación Interactiva.

Profesor Guía:
Alexis Neptalí Pavón Levoyer

Autor:
Carlos David Trujillo Romero

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Museo virtual como una herramienta para inmortalizar al primer auto fabricado en Ecuador, el Andino de AYMESA, modelado en 3D, a través de reuniones periódicas con el Carlos David Trujillo Romero, en el semestre 202020, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación"



Alexis Neptalí Pavón Levoyer

Magister en estudios del Arte

CI: 1709849812

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Museo virtual como una herramienta para inmortalizar al primer auto fabricado en Ecuador, el Andino de AYMESA, modelado en 3D, del estudiante Carlos David Trujillo Romero, en el semestre 202020, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

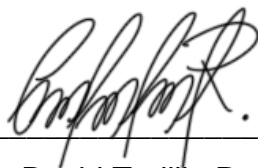


Máster. Paulo Guerra Figueiredo

CI: 1714547278

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.



Carlos David Trujillo Romero

CI: 1722552468

AGRADECIMIENTOS

A mi querida familia, mis profesores, amigos y a todos los que formaron parte de este importante proceso de aprendizaje en mi vida personal y profesional.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado especialmente a mi abuelita de la cual no me pude despedir. Además, lo dedico a mis padres que siempre están para mí y a toda mi familia que siempre me da su cariño y apoyo.

RESUMEN

El vehículo Andino fue el primer auto fabricado en Ecuador en el año 1973 por la empresa AYMESA. Esta iniciativa fue producto del programa de General Motors "Vehículo de transporte básico". Este programa buscaba llevar vehículos motorizados a países en vías de desarrollo. El Andino es un ícono nacional pues fue quien abrió la industria automotriz en el país. Actualmente aún existen algunos ejemplares circulando, pero al ser un bien físico de tanta antigüedad, está en peligro de desaparecer. Es por ello que existe la necesidad de conservarlo y difundir su historia a nuevas generaciones, principalmente las llamadas 2.0, caracterizadas por vivir su día a día acompañadas de aparatos tecnológicos y productos digitales.

El medio para conservar y difundir el Andino es un museo virtual interactivo. Los museos virtuales se han convertido en un medio ideal para difundir historia y cultura patrimonial superando barreras físicas y despertando el interés a nuevas generaciones las cuales pueden sentirse poco atraídas por los medios de difusión cultural tradicionales. Los museos virtuales han ganado más terreno en los tiempos modernos pues alcanzan a más personas y hacen que el aprendizaje sea más entretenido al contar con herramientas interactivas. Estas hacen que el usuario se sienta parte de una experiencia histórica, artística o cultural.

Una vez que se diseñó el museo virtual del Andino y se realizaron las encuestas de percepción al público objetivo acerca de este, se logró comprobar que existía poco conocimiento acerca de este auto por lo que se resalta la importancia de rescatar su historia. El público objetivo también consideró que el Andino es parte de la historia del Ecuador y que este medio digital fue apto en su forma de contar su historia. Además, consideran que un formato digital es un espacio para difundir conocimiento que los medios tradicionales están perdiendo. Finalmente, el público objetivo recomendaría este museo virtual a un conocido y considera que la historia del Andino debería difundirse a futuras generaciones.

ABSTRACT

The Andino vehicle was the first car manufactured in Ecuador in 1973 by the AYMESA company. This initiative was the result of a General Motors program called "Basic Transport Vehicle". This program was meant to bring motorized vehicles to developing countries. The Andino is considered a national icon because this vehicle opened the automotive industry in the country. Currently there are still some Andino cars circulating, but being a vehicle of such antiquity, it is in danger of disappearing. That is why there is a need to preserve it and spread its history to new generations, especially the so-called 2.0, characterized by living their daily lives accompanied by technological devices and digital products.

The way to preserve and spread the Andino is an interactive virtual museum. Virtual museums have become an ideal means of spreading heritage history and culture, overcoming physical barriers and awakening interest to new generations, who may not be attracted to traditional cultural spaces. Virtual museums have gained more ground in modern times because they reach more people and make learning more entertaining because they have interactive tools that make the user feel part of a historical, artistic or cultural experience.

Once the Andino virtual museum was designed and the perception surveys of the target public about it were carried out, it was verified that there was little knowledge about this car, thus highlighting the importance of rescuing its history. The target audience also considered the Andino as a part of the history of Ecuador and that this digital medium was suitable in its way of telling its history. Furthermore, they considered that a digital format has become a space to spread knowledge that traditional media are losing. Finally, the target audience would recommend this virtual museum to an acquaintance and said that the history of the Andean should be spread to future generations.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes	2
1.2.1. Los museos transmedia utilizan principalmente las siguientes tecnologías.....	6
1.2.2. Vacíos y falencias en los museos virtuales en el mundo	6
1.2.3. Ámbito Nacional	8
1.3. Justificación.....	9
CAPÍTULO II	11
ESTADO DE LA CUESTIÓN	11
2.1. Museos virtuales, una visión global	11
2.1.1. ¿Qué es un museo virtual?	11
2.1.2. ¿Cuáles son los objetivos de los museos virtuales?	12
2.1.3. ¿Por qué se crearon los museos virtuales? Antecedentes históricos	14
2.1.4. Conservación de patrimonio en el mundo y Ecuador	15
2.1.5. Las nuevas generaciones y el uso de las TIC para ofrecer y difundir productos y servicios.....	17
2.1.6. Tecnologías de imagen digital 3D que pueden aplicarse a museos virtuales.....	18
2.1.7. Tecnologías de Interactividad que pueden aplicarse a museos virtuales.....	21
2.1.8. Lenguajes y tecnologías que sirven para la visualización de museos virtuales.....	23
2.1.9. Una visión a los museos virtuales en el mundo y Ecuador	24
2.1.10. Casos exitosos de museos virtuales en el mundo	24
2.1.11. Museos virtuales en Ecuador	27
2.1.12. Buenas prácticas en la ejecución de museos virtuales	28
2.2. Museo virtual para el Andino de AYMESA, el primer auto diseñado en Ecuador, así como algunas de sus versiones tuneadas	30
2.2.1. Antecedentes históricos del auto Andino	30
2.2.2. ¿Por qué es importante un museo virtual de este auto?	33

2.2.3. Técnicas de modelado 3D a ser utilizadas en la réplica digital del auto	35
CAPÍTULO III	41
DISEÑO DEL ESTUDIO	41
3.1. Planteamiento del problema	41
3.2. Preguntas	44
3.2.1. Pregunta general.....	44
3.2.2. Preguntas específicas	44
3.3. Objetivos	44
3.3.1. Objetivo general	44
3.3.2. Objetivos específicos	44
3.4. Metodología.....	45
3.4.1. Contexto y población.....	45
3.4.2. Tipo de estudio.....	45
3.4.3. Herramientas a utilizar	46
3.4.4. Tipo de análisis	47
CAPÍTULO IV	49
DESARROLLO DEL PROYECTO	49
4.1. Fases de desarrollo del proyecto.....	49
4.2. Pre-Producción.....	49
4.2.1. Réplica del modelo base del auto Andino	50
4.2.2. Réplica de versiones tuneadas del auto Andino	50
4.2.3. Tecnologías interactivas para la visualización del modelo 3D 53	
4.2.4. Visualización interactiva del auto 3D	53
4.2.5. Unreal Engine 4.....	54
4.2.6. Organización de la información narrativa del museo.....	56
4.2.7. Definición del escenario virtual del museo y la plataforma de visualización.....	59
4.2.8. Obtención de las vistas ortogonales del Andino	60
4.3. Producción	65
4.3.1. Modelado	65
4.3.2. Texturizado	75
4.3.3. Recolección de audios y grabación de voces	79
4.3.4. Montaje del escenario del museo y programación Interactiva en	

Unreal Engine para ser exportada a la versión <i>Windows</i>	80
4.3.5. Pruebas del museo virtual en html5	85
4.4. Post-Producción	86
4.4.1. Pruebas del museo en participantes y encuestas en base a video de presentación.....	88
4.4.3. Resultados de encuestas	89
CAPÍTULO V	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
5.1. Conclusiones	90
5.2. Recomendaciones	92
REFERENCIAS	94
ANEXOS	101

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

El presente estudio investiga sobre los museos virtuales: motivos de su creación, objetivos, características, criterios teóricos, criterios de diseño y desarrollo, y su alcance. A partir de este estudio se pretende desarrollar un museo virtual sobre el primer auto producido en Ecuador, el Andino de AYMESA. La razón por la cual se seleccionó este tema se centra en dos puntos principales: 1) la necesidad de la preservación y difusión del patrimonio cultural y el inmenso potencial que ofrecen los museos virtuales; y 2) acercar el patrimonio cultural a las nuevas generaciones a través de productos digitales. Estas generaciones, también llamadas 2.0, se caracterizan por vivir su día a día inmersos en un mundo virtual donde gran parte de sus actividades se realizan con algún tipo de recurso tecnológico, de ahí la necesidad de crear productos digitales, en este caso, un museo virtual. Poniendo en práctica las capacidades aprendidas durante la carrera profesional, la culminación de este estudio hace un aporte a la sociedad ecuatoriana al inmortalizar y difundir una parte de su patrimonio cultural con un museo virtual.

El trabajo de titulación se divide en los siguientes capítulos: el primer capítulo consta de la introducción, antecedentes y justificación en donde se explicarán los motivos para elegir el tema de estudio y por qué se pretende desarrollar el producto. El segundo capítulo aborda el estado de la cuestión dividido en dos secciones principales: 1) una visión global sobre los museos virtuales empezando con sus conceptos básicos, el porqué de su creación, las tecnologías utilizadas en los mismos, antecedentes históricos, y problemas y soluciones para estos; y 2) Se estudian las técnicas que existen para el modelado de imágenes digitales 3D. El tercer capítulo expone el problema, preguntas, objetivos, metodología y el diseño del estudio. El cuarto capítulo es

el desarrollo del producto presentando su proceso técnico y creativo. Finalmente, en el quinto capítulo, se presentan conclusiones y recomendaciones.

1.2. Antecedentes

El año 1973 la empresa ecuatoriana AYMESA se embarca en el proyecto BTV (*Basic Transport Vehicle*) y nace el primer auto de fabricación nacional, con el nombre de Andino, con plataforma Bedford, motor Vauxhall y una carrocería tosca diseñada en Ecuador. Este modelo se fabricó hasta el año 1980 (Suárez, 2015). El Andino se ha convertido en un ícono nacional y hasta el día de hoy se encuentran circulando algunos de ellos, los cuales han sido modificados o tuneados en curiosos ejemplares. Sin embargo, estos vehículos, o este patrimonio, corren el riesgo de desaparecer y nace la idea de la creación de un museo virtual para inmortalizarlos.

Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se han trasladado a todas las facetas de la vida diaria, incluso en un marco de educación. Actividades como la difusión de la cultura y el patrimonio se han beneficiado de estas tecnologías. Un ejemplo son los museos virtuales, los cuales se han vuelto populares al eliminar las barreras físicas y de tiempo, ya que permiten a los usuarios ver obras que de otra forma no podrían (Elisondo y Melgar, 2015). La generación de productos 3D para la conservación de patrimonio cultural se ha convertido en una agradable posibilidad pues ofrecen un alto grado de interactividad al poder realizar operaciones como girar, hacer zoom o desplazar (Díaz, Jiménez, Barreda, Asensi y Hervás, 2015).

El avance en las TICs ha cambiado la forma en que las personas desarrollan sus actividades diarias, desde leer un periódico, interactuar con un amigo o hacer turismo. Es así que nacen los usuarios 2.0, los cuales están constantemente conectados a un dispositivo móvil o a una computadora (Caro, Luque y Zayas,

2014). Es por eso que las formas tradicionales de ofrecer productos y servicios han tenido que evolucionar o quedar en el olvido. Un ejemplo de esta evolución son los museos, ya que la mayoría de estos en la actualidad cuentan con sus espacios digitales anexos. Estos han pasado de ser centros de exposición invasivos a centros activos de experimentación inclusivos donde los visitantes son parte importante (Navarro y Moreno, 2014).

Recursos tan preciados como el patrimonio cultural no se deben basar únicamente en una conservación física, sino que se deben salvaguardar con un medio digital. Para ello existen diversas herramientas como son la documentación geométrica, el modelado 3D y la reconstrucción en tres dimensiones por citar algunas de ellas (Gil-Melitón y Lerma, 2016). Estos medios son eficientes para la educación, investigación, difusión y preservación. Por otro lado, el hecho de que estas herramientas 3D puedan enlazarse a una página web produce una mayor difusión en una nueva generación donde existe un uso constante de este canal (Díaz *et al.*, 2015).

Gracias a estas tecnologías los museos se han ido redefiniendo y ha salido el concepto de *transmedia*. Un museo *transmedia* es aquel que usa cualquier variedad de medios y soportes sean tradicionales o digitales, y combina la capacidad narrativa de cada uno de ellos de manera que se complementan y completan (Moreno, 2015). Esto transforma una simple experiencia tradicional en una donde el usuario se convierte en parte de la narración al participar de ella. Los museos *transmedia* aprovechan una instalación física y una virtual y se ahonda en la interactividad y la interacción que facilita el acceso a todas las personas sin importar su estado físico, psicológico o sociológico (Moreno, 2015).

Es importante diferenciar entre interacción e interactividad pues interacción se basa en la psicología y antropología cultural hacia la persona que está

aprendiendo; y la interactividad se centra en mezclar tecnologías de hardware y software en un lenguaje que facilite la lectura, entendimiento, inmersión y transmisión de la información al usuario (Navarro y Moreno, 2014). Estos conceptos se han vuelto sumamente importantes en un museo pues las piezas u obras se tienden a descontextualizar o verse lejanas u ajenas, sin embargo, hacerlas interactivas les da vida pues levantan el interés y pasión de las personas, es decir, que las obras generan un mayor impacto al sentirse parte de ellas (Navarro y Moreno, 2014). A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que se ha hecho en museos virtuales utilizando estas tecnologías:

Partiendo de lo más difundido están los productos que ofrece Google. El primero es el *Art Project*, este es un sitio web Google en colaboración con más de 250 instituciones alrededor del mundo, cuenta con más de 45 000 obras entre pinturas, esculturas y dibujos, además utilizando la tecnología *Street View* se pueden recorrer galerías de casi 60 museos. El segundo es el *World Wonders*, donde se enseña sobre las maravillas del mundo antiguo y moderno. Además, esta plataforma cuenta con una geolocalización donde se ubica el sitio deseado y posteriormente se pueden hacer recorridos tridimensionales. Finalmente está Momentos Históricos, donde se exponen acontecimientos de la historia de la humanidad en base a documentos, fotos y videos (Elisondo y Melgar, 2015). En el siguiente link se puede visitar los recorridos virtuales de Google:

<https://artsandculture.google.com/>

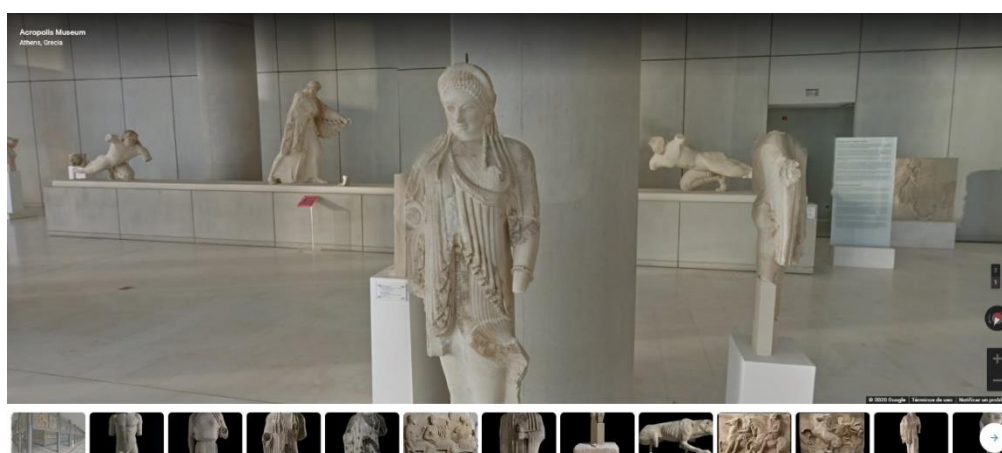


Figura 1. Acropolis Museum en Art Project. Tomado de: Art Project powered by Google.



Figura 2. Taj Mahal en World Wonders. Tomado de: World Wonders powered by Google.

Fuera de lo que hace Google, existen ejemplos prometedores como el museo de conservación militar del ejército en España donde se usa la fotogrametría para replicar las reliquias militares. También en España está el *MUSEUM 3.0* donde a base de una aplicación interactiva en la web se presentan modelos digitalizados en 3D con una tecnología de proyección de franjas, como la escultura de Tiahuanaco de Bolivia. Otro caso exitoso es *ARCHEOMED*, un proyecto europeo en donde se presentan recorridos virtuales a yacimientos arqueológicos los cuales fueron digitalizados en 3D mediante la tecnología de escáneres láser (Díaz *et al.*, 2015).

Por otro lado, en la esfera de la educación se ha demostrado que los niños, jóvenes o adultos aprenden mejor cuando tienen objetos tangibles de donde aprender. Es así que los medios digitales han tenido que crear medios para simular estos. Mediante elementos 3D usando una pantalla o cascos de visión 3D se logra una mejor comprensión de los contenidos. Además, la creación de entornos visuales, juegos 3D, simulaciones o mundos virtuales han dado resultados favorables. *Second Life*, en la actualidad, es el EVA 3D más popular y maduro donde se manejan objetos 3D por medio de un avatar en el mundo virtual (Saorín *et al.*, 2016).

1.2.1. Los museos transmedia utilizan principalmente las siguientes tecnologías

- Fotogrametría
- Modelado 3D
- Escáner Láser
- Proyección de franjas
- Reconstrucción 3D
- Realidad Aumentada (AR)
- Plataformas WEB
- Impresión 3D

Cabe recalcar que todos estos métodos son considerados no invasivos por lo cual para hacer las réplicas de las obras en 3D, estas no sufren ningún tipo de daño (Díaz *et al.*, 2015). Por otro lado, debido a que el uso de medios 3D interactivos es vital en la web gracias al numeroso público que está en la red, el tamaño de los archivos 3D debe tener un balance entre resolución y tamaño con el propósito de hacerlos descargables y visualizables en la red. Es por eso que los modelos 3D suelen usar mallas de polígonos muy simples acompañadas de texturas fotorrealísticas, lo que fortalece la sensación de volumen y detalle (Rereira-Uzal y Robledano-Arillo, 2013).

1.2.2. Vacíos y falencias en los museos virtuales en el mundo

Ciertamente las TIC deben servir como un vehículo para mejorar la experiencia que ofrecen los museos, sin embargo, a veces se han transportado las falencias de los museos físicos al museo virtual. Además, en muchas ocasiones se ha utilizado la tecnología dentro de los museos para resaltar el mundo moderno en el que se vive donde incluso se puede distorsionar una narración. Es donde se debe recalcar que la tecnología debe ser un medio transparente e integrador al servicio de reforzar la experiencia y la narración cultural que se pretende recordar y difundir (Navarro y Moreno, 2014).

En base a los estudios de los museos alrededor del mundo se han identificado los siguientes problemas (Navarro y Moreno, 2014):

- La que pretende ser la museografía hipermedia repite viejos esquemas de folletos físicos con poca o ninguna interactividad donde la única diferencia es que el texto e imágenes son digitales.
- Existen tantas disciplinas en el desarrollo museográfico actual que se llega a la multidisciplinariedad, donde cada una se activa de forma separada y sin pensar en el resto, en lugar de la interdisciplinariedad, donde todas actúan para lograr un fin común.
- En algunos casos las nuevas tecnologías dentro de los museos solo desean dar un tinte moderno en donde se pretende deslumbrar en lugar de alumbrar al visitante.
- En algunos museos, el museo virtual solo se basa en imágenes fijas y texto, además existe falta de comunicación entre el museo físico y virtual donde estos puedan interactuar y ofrecer más información.
- Una pantalla táctil en muchas ocasiones es la toda la tecnología que se ofrece. *Museum I+D+C* aboga por los juegos interactivos, los hologramas, la realidad aumentada donde se busca aumentar el conocimiento y darles vida a las piezas.
- Muchos museos virtuales no han considerado a personas con discapacidades físicas o mentales y las aplicaciones interactivas solo se han hecho pensando en un público estándar.
- Una falencia más es lograr comunicar museos virtuales y obras de museos en todo el mundo o por lo menos de museos de un mismo país a una plataforma que evite esta limitación.
- Finalmente, existen limitaciones culturales, sociales y tecnológicas donde en ciertos países se pueden bloquear contenidos o que, por una brecha tecnológica, la experiencia en un museo virtual sea imposible. Lo que se

busca es que la tecnología esté al servicio de la experiencia en los museos y no sea un limitante (Navarro y Moreno, 2014).

1.2.3. Ámbito Nacional

Finalmente, en el ámbito nacional, el Museo Interactivo de ciencia de la ciudad de Quito en el barrio de Chimbacalle es un ejemplo alentador para la era virtual en museos en Ecuador (Merchan, 2017), aquí los visitantes viven la experiencia de la ciencia jugando y aprendiendo (MIC, 2019). Otro ejemplo son los *tours* virtuales por museos del Ecuador disponibles en la página web del Ministerio de Cultura y Patrimonio, (2019).

En cuanto a inclusión y calidad, la página del Ministerio de Cultura y Patrimonio para los museos cuenta con recorridos virtuales con instrucciones en español, inglés y *kichwa*, sin embargo, no toda la información está traducida y, en muchas ocasiones, solo se limita a las instrucciones. En cuanto a la calidad de los recorridos, las imágenes carecen de resolución y es difícil o imposible leer los textos. En Ecuador existe mucho por hacer en cuanto a museos virtuales pues estos no han profundizado en la realidad aumentada o la interactividad, más bien son espacios de exploración pasiva (Ministerio de Cultura y Patrimonio, 2019).

En el caso concreto de un museo del auto Andino, en Ecuador no existen museos sobre autos debido a la poca o nula cantidad de modelos cien por ciento diseñados en el país, ya que la industria automotriz nacional se ha ocupado principalmente del ensamblado de autos de diseños de marcas extranjeras. El auto Andino de AYMESA, sin embargo, es un auto ícono al ser el primer vehículo de fabricación local el cual que merece ser rescatado en un museo virtual (Suárez, 2015).

1.3. Justificación

El auto Andino de AYMESA fue un ícono del avance industrial en Ecuador al entrar en la industria automotriz en los años 70. Fue el primer auto producido en el país y se ha convertido en un patrimonio que causa nostalgia y orgullo pues fue quien impulso al desarrollo de la industria automotriz. Actualmente existen pocos ejemplares, muchos de los cuales se encuentran en pésimo estado, sin embargo, existen algunas excepciones donde estos han sido conservados o llevados a un siguiente nivel al ser tuneados en curiosas y coloridas versiones dignas de ser apreciadas. Por tales razones, nace la necesidad de conservar, proteger, difundir e inmortalizar estos autos, no obstante, se busca que la conservación de este no sea de una manera tradicional, es decir, física, sino una conservación digital e interactiva. Actualmente se vive en una sociedad tecnológica en donde las nuevas generaciones, ávidas de conocimiento, buscan y consumen productos digitales modernos y dinámicos (Linne, 2014), pero los museos físicos no cubren estas demandas por lo que han sido progresivamente sustituidos. Por el contrario, como se puede revisar en el estudio “Los recursos educativos en los museos virtuales” estos tienen un grandioso potencial al poder ser difundidos a través de diversas plataformas, interactivamente, a gran velocidad y masivamente gracias a que pueden ser situados en la web o espacios digitales (Margareto, 2013).

Un museo virtual del Andino beneficia principalmente a las generaciones que han nacido en la era web. En los ámbitos social y educacional, este puede ser fácilmente transmitido a centros educativos y permitir que aprendan sobre cultura e historia de una manera interactiva. Desarrollar museos virtuales aseguran una mayor difusión debido a que existe una conexión más natural para estas generaciones, las mismas que están acostumbradas a conocer el mundo a través de un medio digital, interactivo y de fácil acceso (Linne, 2014). Es así que un museo virtual del auto Andino fomenta la conservación, apreciación y difusión de la historia y conectada a una nueva era.

El tema de estudio y desarrollo del producto se divide en tres etapas para su ejecución y obtención de resultados, cada una de las cuales tiene la duración de un mes. La primera etapa se basa en el desarrollo de los modelos 3D del auto, la segunda consta del diseño de una plataforma interactiva para la visualización de las réplicas 3D, y la tercera se centra en la presentación, evaluación y retroalimentación acerca del producto terminado. Es así que los beneficios que se esperan de la ejecución del proyecto se obtendrán a partir del tercer mes.

CAPÍTULO II

ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1. Museos virtuales, una visión global

En el presente apartado se estudiarán a los museos virtuales en un marco conceptual. Para ello es necesario comprender las primeras ideas concernientes a su creación pasando por los conceptos formales, y estudiando las razones por las que se crearon y tuvieron aceptación. Además, es importante entender las características, usos y alcances que los museos virtuales pueden ofrecer en materia de conservación de patrimonio y comunicación a las nuevas generaciones.

2.1.1. ¿Qué es un museo virtual?

Antes de definir un museo virtual se puede afirmar que son el resultado de dos factores principales: 1) el desarrollo de las tecnologías digitales, principalmente multimedia y el crecimiento exponencial de Internet, y 2) la necesidad y deseo de encontrar nuevos espacios para la difusión y creación de arte, y la formación de nuevos grupos de espectadores (Regil, 2006).

De una manera más formal, Andrews y Schweibenz (1998) afirman que un museo virtual es:

Una colección de objetos digitales relacionados lógicamente entre sí, compuesta mediante diferentes medios que, gracias a su capacidad de ofrecer conectividad y diferentes puntos de acceso, se brinda a trascender los métodos tradicionales de comunicación e interacción con los visitantes...; no tiene una ubicación o espacio reales, sus objetos y la información relativa a ellos pueden diseminarse por todo el mundo. (p.19-27)

Aun cuando el término de museo virtual es relativamente nuevo y existe discusión y confusiones en cuanto a su concepto pues incluso existen distintos términos para llamarlos como museo electrónico, museo en línea, cibermuseo, etc; se puede decir que los museos virtuales son un contenedor intangible dentro de internet, el cual exhibe una colección permanentemente. Estos combinan la movilidad dada por un acceso remoto en la web y por su inmaterialidad. Además, se caracterizan por estar hechos en su totalidad de medios electrónicos y por contar con cierto grado de interactividad. La interactividad implica la participación del usuario, la cual se vuelve imprescindible para el aprendizaje e interacción de los visitantes (Kravetz, 2015).

Una forma práctica de definir un museo virtual es que es una plataforma digital accesible, inmaterial, portátil, ilimitada, que permite la flexibilidad en la información y la elección en los recorridos (Kravetz, 2015).

2.1.2. ¿Cuáles son los objetivos de los museos virtuales?

Para hablar sobre los objetivos de un museo virtual es importante entender que la globalización y la democratización de la cultura son claves para entender una sociedad en la que la distancia entre diferentes culturas es cada vez más estrecha, y las fronteras entre países son cada vez más difusas. Además, el mundo se encuentra en una era inmersa en lo digital donde las nuevas tecnologías se están aplicando en casi todos los campos, incluyendo la museología (Escrivá y Madrid, 2010). Partiendo de este preámbulo, los principales objetivos de un museo virtual son los siguientes:

- Conservación de patrimonio: existen un sin número de obras artísticas y arquitectónicas que han sido destruidas por diferentes factores como el paso del tiempo y condiciones climáticas, errores humanos, vandalismo, e incluso la

guerra (Velasco, 2012). Un medio digital es una excelente forma de salvaguardar el patrimonio debido a que es un recurso intangible el cuál puede duplicarse con facilidad. Así como existen réplicas físicas de obras muy famosas para proteger la original, también existen espacios digitales donde se lleva la conservación a un nivel mayor.

- Restauración y rescate de patrimonio: la restauración virtual ha sido planteada como una técnica efectiva de restauración e incluso la recuperación de bienes ya extintos. En el caso de restauración se pueden hacer trabajos para reparar trabajo documental y gráfico como fotografía, carteles y filmes. En el caso de rescate de patrimonio se basa en la réplica de un bien físico a un medio digital. Un ejemplo son las reconstrucciones virtuales de sitios arqueológicos como Segóbriga o Pompeya realizadas por la empresa Balawat. En el caso de patrimonio destruido por la guerra se han hecho varios trabajos para la reconstrucción de sinagogas destruidas durante la Segunda Guerra Mundial (Escrivá y Madrid, 2010).

- Difusión de arte y patrimonio a las nuevas generaciones: si bien los medios digitales son una excelente forma de salvaguardar el patrimonio físico, el objetivo mayor de los museos virtuales es dar facilidad para proporcionar conocimiento e incrementar la difusión de las obras. Es así que un museo virtual acerca el conocimiento cultural a la comunidad (Kravetz, 2015).

- Difundir nuevos estilos de arte: es importante saber que los museos virtuales e Internet no solo son un espacio para mostrar lo que ya existe en físico o lo que ya se muestra en museos tradicionales de cuatro paredes. La internet también puede considerarse como un espacio de creación o un taller donde se crea arte y se difunden nuevas ideas. Los museos virtuales también son un espacio para mostrar nuevos estilos de arte que no se pueden encontrar en el mundo físico.

El arte digital es un ejemplo claro de ello, son obras artísticas que solo existen en la red y que sin la ayuda de las redes sociales o, en este caso, de espacios digitales para recopilarlos quedarían desapercibidos (Regil, 2006).

- Llevar la experiencia de un museo a un nuevo nivel: una diferencia clave entre un museo tradicional y uno digital es la interactividad. Esta no solo se basa en dar un clic y ver un contenido. La interactividad impulsa un nuevo tipo de narración, un diálogo entre visitante y contenidos. Este diálogo da paso a exploraciones asociativas que permiten manipular objetos virtuales en donde cada visitante tendrá su propia experiencia pues cada uno explora a su propio ritmo y gusto. Un museo virtual permite que el visitante se relacione e involucre con el contenido (Regil, 2006).

2.1.3. ¿Por qué se crearon los museos virtuales? Antecedentes históricos

Siendo un museo virtual algo contemporáneo, las primeras ideas sobre estos vienen del siglo pasado, principalmente por dos figuras importantes: la primera es el artista francés Marcel Duchamp que trajo la idea de un museo transportable, esta consistía en un maletín con sus obras en miniatura (Regil, 2006). La segunda es el novelista francés André Malraux con su idea del museo imaginario, esta idea consistía en un espacio mental donde estaría todo tipo de obras sin límites espaciales pues alcanzaría cualquier cantidad de obras y tamaños, tampoco existirá una restricción temporal pues habrá obras de cualquier generación y no estará cerrado nunca, y finalmente no posee una restricción geográfica pues personas de cualquier lugar podrán visitarlo desde la comodidad de su casa (Kravetz, 2015).

Es estas dos ideas marcan un paso y un deseo para crear los museos virtuales los cuales poseen dos características esenciales que son la movilidad al ser accesibles de forma remota en la red y son inmateriales pues son productos digitales y permiten un sin número de posibilidades en el espacio museístico (Regil, 2006).

2.1.4. Conservación de patrimonio en el mundo y Ecuador

En el panorama global, como resultado de las guerras y sus estragos, se crearon varias organizaciones para proteger los bienes patrimoniales, tales como la UNESCO en 1945 o la Convención de La Haya de 1954 encargada de proteger el patrimonio cultural en conflictos bélicos donde se hicieron una serie de disposiciones sobre la protección del patrimonio. Durante la Segunda Guerra Mundial se produjo una destrucción masiva de patrimonio, principalmente arquitectónico, por lo que se formularon en medidas para evitar estos sucesos. Lamentablemente, tras más de 60 años de vigencia, no ha sido posible afirmar que esta convención ha sido eficaz. La guerra mundial terminó, sin embargo, guerras regionales y nacionales tanto por motivos políticos, culturales o religiosos han dado como resultado el daño colateral o intencional del patrimonio de los pueblos (Velasco, 2012).

La Convención UNESCO (1972) sobre el Patrimonio Mundial comienza así:

Constatando que el Patrimonio Cultural y el Patrimonio Natural están cada vez más amenazados de destrucción... y considerando que el deterioro o la desaparición de un bien del Patrimonio Cultural y Natural constituye un empobrecimiento nefasto del Patrimonio de todos los pueblos del mundo.
(p.1)

Debido al pobre o ineficaz trabajo de estas organizaciones para proteger el patrimonio cultural han sido necesarias adiciones posteriores a los llamamientos

de la Convención, primero en 1954, segundo en 1999, y finalmente en 2003 se envió un documento condenando el daño intencionado a bienes patrimoniales después de que los Budas de Baminyan fueron destruidos. En los informes del Consejo Internacional de Monumentos y Sitios, ICOMOS acerca del patrimonio en riesgo, se mencionan constantemente los conflictos bélicos. Entre 2006 y 2007 se mencionan a países como Irak, Afganistán, Kosovo, Líbano y otros. Además, más recientemente se menciona a Egipto, Libia, Túnez, etc (Velasco, 2012). Por otra parte, la UNESCO incorpora la figura de importación, exportación y transferencia de bienes patrimoniales realizada de una manera ilícita. En esta se menciona el robo, excavaciones ilegales y la exportación ilícita (Velasco, 2012).

Los llamamientos de estas organizaciones a los estados han sido repetidamente inútiles pues su fuerza está limitada por las políticas de cada territorio. Para empeorar las cosas apenas se conoce algún caso de sanción a los estados por el incumplimiento de los lineamientos (Velasco, 2012).

Por otra parte, los bienes considerados como patrimonio cultural de los estados según el artículo cuatro de la Convención de la Haya (1954) son:

Bienes originados por nacionales (individuos o colectividades) y creados en su territorio por nacionales de otros países...Bienes hallados en su territorio...Bienes adquiridos por misiones arqueológicas, etnológicas o de ciencias naturales en otros países con el consentimiento de las autoridades...Bienes adquiridos por intercambio libre...Bienes recibidos de otros países legalmente con el consentimiento de las autoridades (p.10)

En el ámbito ecuatoriano, en la constitución de la República del Ecuador de 2008 en el capítulo primero, Principios Fundamentales, el artículo tres de los deberes

fundamentales del Estado, apartado siete dice: “Proteger el patrimonio natural y cultural del país”. Ecuador es considerado un país rico en cultura, y una región geográfica rica en patrimonio natural tal como las Islas Galápagos. En 1978, la UNESCO declaró a Quito, patrimonio cultural de la humanidad debido a su riqueza arquitectónica, artística y herencia cultural (Peralta y Moya, 2007).

Debido a esto, en los últimos años se han desarrollado proyectos como SOS Patrimonio para la restauración de ciudades, templos religiosos, y repatriación de piezas históricas. El Ministerio de Cultura y Patrimonio (MCP) destina anualmente recursos para la ejecución de estos proyectos (Ortiz, 2014).

En 2013 se recuperaron 1621 piezas patrimoniales, ocho desde Estados Unidos y Egipto. Por otra parte, el MCP no es el único organismo encargado de proteger bienes patrimoniales, museos como el Jacinto Jijón y Camaño, o el museo de Historia de la Medicina de Cuenca, también cuentan con sus proyectos. A pesar de esto, mientras que se hace algo para proteger patrimonio histórico, el gobierno no ofrece políticas claras para proteger el arte contemporáneo, ni tampoco se impulsa a la ciudadanía a que se aprecie el mismo (Ortiz, 2014).

2.1.5. Las nuevas generaciones y el uso de las TIC para ofrecer y difundir productos y servicios

Tal como el siglo XIX estuvo marcado por la revolución industrial, los finales del siglo XX e inicios del siglo XXI han estado marcados por las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Acorde al estudio del sociólogo Joaquín Linne, llamado “Dos generaciones de nativos digitales”, existen dos generaciones que viven en el mundo digital. La primera son las generaciones 1.0 o inmigrantes digitales, estas personas llegaron a la adultez antes que la

masificación del Internet, al que se llamaba 1.0 que refiere a su primera década en los años noventa en donde predominaba el texto en las páginas web, estas han logrado adaptarse al mundo digital en menor o mayor medida. La segunda son los usuarios 2.0 o nativos digitales con el internet del año 2000 en donde en la web predomina la multimedia y la interactividad (Linne, 2014). Estas generaciones están acostumbradas a desarrollar casi todos los aspectos de su vida de la mano de un recurso digital y conectados a la red. Actividades como hacer amigos o comprar se realizan por las redes sociales (Linne, 2014).

Con esto como precedente se puede deducir que las TIC han sido aprovechadas para promover todo tipo de productos y servicios y adaptarlos a las necesidades de las nuevas generaciones. El campo del patrimonio cultural y la museología no es la excepción, ya que gracias a estas ha sido posible potenciar en gran medida la difusión de la cultura. Por otra parte, el hecho de que los dispositivos multimedia se hayan convertido en algo masivo y de bajo coste ha permitido que el ciudadano común tenga acceso a la cultura de todas partes del mundo, creándose el llamado ocio cultural (Ruiz, 2011).

2.1.6. Tecnologías de imagen digital 3D que pueden aplicarse a museos virtuales

Software de modelado 3D paramétrico: es una herramienta muy extendida en el área de entretenimiento y animación. El modelado 3D y tecnologías 3D son ideales para la conservación de patrimonio, ya que son herramientas no invasivas que garantizan la integridad de las obras originales. Estas herramientas 3D, además de ser mucho más atractivas que una simple imagen estática, facilitan una mejor difusión y marketing de la cultura (Díaz, Jiménez, Barreda, Asensi y Hervás, 2015).

El modelado 3D se genera gracias al software *computer-aided design* o *CAD*, es decir, diseño asistido por ordenadores (Autodesk, 2019). Estos programas pueden ser 2D y 3D con los que se hace el llamado diseño paramétrico de objetos utilizando algoritmos y parámetros como alto, ancho y profundidad. Se basa en entidades geométricas como puntos, vectores, polígonos, líneas y arcos. Este software es generalmente costoso y los más conocidos son Photoshop, Autodesk, SolidWorks, Cinema4D o SketchUp, sin embargo, también están las licencias gratuitas para la educación u opciones gratuitas como FreeCAD y Blender (Morelli, Pangia y Án Nieva, 2015).

Los programas de modelado 3D como Autodesk Maya o Blender son muy potentes pues tienen una alta gama de herramientas como modelado, iluminación, renderizado y animación. Software de este tipo generalmente maneja interfaces predeterminadas con ventanas, paneles que responden a una función específica como la visualización 3D, vistas ortogonales, edición de video, editor de nodos, etc. Este software maneja objetos 3D con mallas poligonales, es decir, compuestas de vértices, caras y líneas (Morelli *et al.*, 2015). Finalmente, estos programas manejan formatos como *FBX* u *OBJ* los cuales son compatibles entre plataformas 3D (Autodesk, 2019), por lo que se pueden exportar a una gran variedad de plataformas que manejan 3D como Unreal Engine donde se realizan varias aplicaciones incluidas videojuegos.

Fotogrametría: esta técnica es muy utilizada para generar réplicas 3D debido a que es muy económica a diferencia del software 3D que requiere muchas horas de trabajo o equipo costoso como el *Laser Imaging Detection and Ranging* or *LIDAR*. Esta técnica empieza con una serie de fotografías detalladas del objeto con el cual se genera un modelo 3D muy realista pues cuenta con texturizados de alta fidelidad que nacen de la misma fotografía.

Utilizando algoritmos matemáticos y con el cálculo de la posición de la cámara

respecto al objeto real se analizan medidas 3D y se obtienen volúmenes para finalmente obtener un modelo en forma de puntos y polígonos. Tradicionalmente, esta técnica es empleada para la creación de mapas y su levantamiento 3D. Estos modelos 3D pueden ser utilizados en generación de videos, publicación web, o incluso sistemas de realidad aumentada.

Cabe recalcar que para obtener un buen resultado es necesario tomar fotografías de todos los ángulos posibles y con cámaras de buena resolución. Existen diversos algoritmos matemáticos que generaran un mejor resultado dependiendo del objeto a modelar. Existen diversos programas para la fotometría como el Autodesk's 123DCatch, VisualSFM, Photomodeller, IWitness, Esri CityEngine, Photoscan o Agisoft (Caro, 2012). Debido a la metodología de esta técnica, su principal desventaja es que solo se podrán obtener modelos 3D de objetos reales existentes, por lo que el patrimonio cultural destruido o extinto no podrá ser replicado, además mientras más grande sea el objeto mayor será la complejidad.

Modelado por proyección de patrones con franjas: esta técnica de digitalización 3D se basa en dos componentes, un proyector y una cámara. El primero proyecta un patrón de franjas de luz y sombras dinámicas a corta distancia del objeto que varían de espesor durante el proceso. El segundo componente reúne la información de deformación de las franjas que se hace en el objeto real. Una vez terminada esta proyección se obtienen una serie de imágenes que con la ayuda de algoritmos se transforman en una nube de puntos que generan una geometría 3D del objeto real. Por otro lado, esta técnica también permite reunir información de color del objeto con la ayuda de proyección de patrones *RGB*. Al igual que la fotogrametría o el escáner láser por líneas es más compleja su ejecución en objetos muy grandes (Díaz *et al.*, 2015).

Modelado por proyección láser: estos sistemas se dividen en dos grupos, los de proyección láser por líneas, similares en metodología a la proyección de patrones de franjas en donde ambos son usados en objetos de menor volumen, y los de proyección láser de puntos que sirven para digitalizar volúmenes grandes. El estudio se centrará en el segundo grupo de proyección de puntos. Consiste en hacer una medición del objeto proyectando luz láser puntual en este obteniendo la distancia de la proyección al punto específico del objeto. Se obtiene de resultado una nube de puntos de alta densidad de la geometría con información de color *RGB*. La proyección láser de puntos, a diferencia de la de líneas o la técnica de proyección de franjas, se hace en objetos de mayor volumen y por consiguiente a mayor distancia por lo que la resolución es menor, es por esto que esta técnica es más utilizada para yacimientos o arquitectura (Díaz *et al.*, 2015).

Al igual que los museos virtuales en los ordenadores, la visualización de contenido 3D llegó también a los dispositivos móviles. La capacidad gráfica de estos terminales no es la misma que la de un ordenador común por lo que en ocasiones es necesario reducir el tamaño de la escena original para adaptarla al móvil y obtener un resultado aceptable. No obstante, esta diferencia gráfica en los dispositivos móviles se está reduciendo debido a que día a día estos terminales van evolucionando (Robles, Feito, Jiménez y Segura, 2012)

2.1.7. Tecnologías de Interactividad que pueden aplicarse a museos virtuales

La interactividad ha demostrado ser un punto clave para despertar el interés de los usuarios en los museos, a diferencia de una imagen estática, ver un objeto interactivo es mucho más atractivo ya que combinado con las tecnologías 3D permite explorar los objetos en un nuevo nivel donde el usuario puede moverlos,

escalarlos, girarlos, es decir, se ven desde la perspectiva que más se desea. Sin embargo, la interactividad puede ir incluso más allá y combinar los sentidos de ver, escuchar o sentir (Otero y Flores, 2011), para ello existen tecnologías que se describirán a continuación:

Realidad virtual: es una rama de la informática gráfica que tienen como objetivo generar la idea de una presencial real del objeto virtual en el usuario. Se generan diferentes estímulos en los sentidos del humano utilizando una serie de dispositivos destinados a una inmersión e interacción (Otero y Flores, 2011). La inmersión es un concepto amplio que abarca diferentes fases como la inmersión física, mental o sensorial. La inmersión puede encontrarse en diferentes niveles como en un libro, una película, un juego de video o en una canción. Sin embargo, en la industria de los museos virtuales interactivos, lo que se busca es generar diferentes tipos de inmersión y combinarlos en una sola experiencia. Partiendo de la realidad virtual a su vez, se producen otras tecnologías como la Realidad aumentada, sin embargo, la principal diferencia entra la realidad virtual y la realidad aumentada es que la primera genera un mundo completamente virtual reemplazando el mundo físico mientras que la segunda no reemplaza al mundo físico, sino que lo complementa con el mundo virtual (Basogain, Olabe, Espinosa, Roueche y Olabe, 2007). Existen una gran cantidad de dispositivos que sirven para generar la realidad virtual o aumentada como *smartphones*, monitores, tabletas, lentes de realidad virtual, etc. (Fundación telefónica, 2011).

Realidad aumentada: es actualmente muy utilizada en los museos gracias a la versatilidad y posibilidades que ofrece. Esta consiste en insertar objetos virtuales en entornos reales acompañados de interfaces fáciles de usar para el usuario. Como se describe en el libro "Revolución de los Museos", muchos museos tradicionales han logrado mantenerse a flote pues se han adaptado a las nuevas generaciones sin la necesidad de convertirse en algo completamente virtual (Quijano, 2012), estos han logrado combinar lo real con lo virtual.

Dentro de la realidad aumentada existe lo que se llama interactividad basada en marcadores. Esta consiste en interfaces tangibles que están comunicadas con el objeto virtual, es decir, el usuario manipula un objeto intangible a través de uno tangible el cual posee una serie de marcadores que envían la información necesaria al objeto virtual. De esta manera, el objeto virtual se ubica en el espacio real de acuerdo a los comandos del usuario dando la sensación de que este es real. Técnicamente esta consiste en una cámara que capta la imagen del visitante y una pantalla o visor donde se ve relegado junto al objeto virtual. Es por ello que se llama realidad aumentada, ya que aumenta el objeto virtual al espacio real (Ruiz, 2012).

2.1.8. Lenguajes y tecnologías que sirven para la visualización de museos virtuales

A continuación, se presentan algunas de las herramientas utilizadas para la visualización de museos virtuales 3D utilizadas en ordenadores y, en algunos casos, terminales móviles:

QuikTime: es una herramienta que no muestra contenido en 3D, pero en materia de museos virtuales permite visualizar fotografías panorámicas y girar alrededor de ellas (Robles et al., 2012).

XVR: consiste en un lenguaje diseñado para la realidad virtual. Permite un alto grado de interactividad pues se pueden generar contenidos utilizando dispositivos más complejos como *trackers*, sistemas de proyección estéreo o HMD (Robles et al., 2012).

VRML: el *Virtual Reality Modeling Language* es una plataforma de contenido en tres dimensiones para plataformas web (Robles et al., 2012).

X3D: llamado extensible 3D, como su nombre lo indica se especializa en el desarrollo de contenido 3D interactivo (Robles *et al.*, 2012).

3DVia: en esta plataforma se desarrollan modelos y entornos 3D (Robles *et al.*, 2012).

WebGL: es una herramienta diseñada para importar contenido 3D en páginas web utilizando el HTML5 (Robles *et al.*, 2012).

O3D: es una interfaz de programación web de software libre que permite desarrollar aplicaciones 3D interactivas (Robles *et al.*, 2012).

2.1.9. Una visión a los museos virtuales en el mundo y Ecuador

Antes explorar ejemplos de museos virtuales, es importante entender que estos pueden clasificarse en dos categorías principales. La primera categoría se basa en museos que exponen obras digitalizadas basadas en obras físicas como esculturas, pinturas, arquitectura, etc. La segunda categoría se basa en museos que exponen obras que son originalmente digitales (Regil, 2006).

A continuación, se presentará una selección de los museos virtuales más representativos en el mundo y Ecuador que pertenecen a uno de estos dos grupos.

2.1.10. Casos exitosos de museos virtuales en el mundo

ARCHEOGUIDE (ver Figura 3): es una iniciativa de la Unión Europea con la ayuda de instituciones y empresas privadas junto al Ministerio de Cultura Griego. Es un museo de realidad aumentada del sitio arqueológico de Olimpia en Grecia.

Este consiste en visitas guiadas en el sitio físico mediante dispositivos inalámbricos como ordenadores, tabletas, y un *PDA* o computadora de bolsillo. En esta experiencia se pueden ver las ruinas y la reconstrucción virtual en 3D acompañadas de audio y texto informativo. Gracias a la realidad aumentada, los visitantes pueden relacionar las ruinas con el contenido virtual de la época de los juegos Olímpicos. Algunas de las reconstrucciones 3D arquitectónicas son del Templo de Zeus, el Philippeion y el Stadium. Además, para complementar la experiencia se agregaron avatares humanos virtuales en los espacios virtuales para demostrar el uso que estos tenían (Vlahakis *et al.*, 2001).



Figura 3. De *ARCHEOGUIDE: first results of an augmented reality, mobile computing system in cultural heritage sites*. Tomado de: V. Vlahakis *et al.*, 2001.

Musei Vaticani: el museo virtual del Vaticano es un ejemplo de museo virtual en la web. En este se pueden realizar exploraciones virtuales 3D como el de la Capilla Sixtina, Museo Chiaramonti, Estancias de Rafael, etc (Musei Vaticani, 2019).

Museum für Naturkunde (ver Figura 4): el museo de historia natural de Berlín es un museo de realidad aumentada en donde se puede estudiar el comportamiento de los dinosaurios como su forma de cazar, su fisionomía, conducta, etc. A través de binoculares en puntos estratégicos del museo, los esqueletos de los dinosaurios cobran vida con una animación aumentada (Torres, 2013)



Figura 4. De Realidad Aumentada en el Museum für Naturkunde. Tomado de: R. Torres, 2013.

MoMa (ver Figura 5): El museo de arte moderno se encuentra en Manhattan, Nueva York. Este museo es de realidad aumentada pues usa los recursos físicos y virtuales para generar una nueva experiencia. En una habitación vacía los visitantes con la ayuda de sus smartphones observan, aprenden y se divierten con objetos 3D (Mera, 2017).



Figura 5. De Realidad Aumentada en el MoMA. Tomado de: L. Mera, 2013.

2.1.11. Museos virtuales en Ecuador

Museo en Galápagos: en la isla de Santa Cruz, en 2016, se abrió el museo que contaba con 55 piezas a un costo aproximado de \$ 6.000 por unidad. Cada pieza se hizo con estructuras 3D, láser y escáneres. Este museo cuenta con la aplicación Maprae (ver Figura 6), desarrollada por el ecuatoriano Salvador Ossa. Esta consiste en apuntar un *smartphone* a la figura y en unos segundos se muestra una figura tridimensional que cuenta con información en audio en varios idiomas (Mera, 2017).



Figura 6. De Realidad Aumentada en el Museo de Galápagos utilizando el software Maprae. Tomado de: L. Mera, 2013.

Museo Nacional del Banco Central del Ecuador: actualmente administrado por el Ministerio de Cultura y Patrimonio del Ecuador, cuenta con una web en donde se pueden hacer recorridos virtuales 3D. Estos recorridos están acompañados de música y textos interactivos. Cabe resaltar que los idiomas disponibles son español, inglés y un idioma ancestral como es el kichwa (Ministerio de Cultura y Patrimonio, 2019).

Exhibiciones Nacionales: no es precisamente un museo, pero son exposiciones que se suelen realizar en el Quito antiguo u otros lugares culturales. En esta

ocasión fue en la Fiesta de la Luz 2018 realizado en Quito (ver Figura 7). En este evento se utilizó el llamado *mapping* que consiste en sacar una proyección de luz, fotografías, videos o gráficos generados por ordenador y proyectarlas en una superficie real mediante una serie de proyectores (¿Qué es el “mapping”? la técnica, 2018). Esta técnica requiere de un análisis riguroso del espacio físico y en base a eso determinar los equipos necesarios como, por ejemplo, la potencia del proyector.



Figura 7. De Mapping sobre la Iglesia de San Francisco, Tomado de: A. Prado, EL COMERCIO, 2018.

2.1.12. Buenas prácticas en la ejecución de museos virtuales

¿Cuáles son las soluciones para desarrollar y ofrecer una experiencia interactiva en un museo virtual?

Las TIC son una herramienta poderosa para impulsar una mejor experiencia en los museos virtuales y llevar la cultura a las nuevas generaciones, sin embargo, si esta no es usada correctamente será una simple copia de un museo tradicional a la web. Las tecnologías que se usan en los museos virtuales deben ser invisibles y algo integrador que refuerza la narración que se quiere transmitir (Navarro y Moreno, 2014). Las tecnologías interactivas son elementos que sacan el máximo potencial de capacidad receptiva del visitante y no simples

tecnologías de adorno (Carreras, 2005).

El objetivo de los museos virtuales es ser interactivo, impulsar el aprendizaje y despertar el interés del público, es por ello que el concepto de interactividad debe ser bien entendido. Existen tres tipos de interactividad que ayudan a generar una mejor experiencia en los museos virtuales:

Interactividad manual o emoción provocadora: son museos con exposiciones que poseen objetos interactivos que facilitan la comprensión del visitante al distinguir lo fundamental de lo accesorio, como en los museos de ciencia y tecnología (Carreras, 2005).

Interactividad cultural o emoción cultural: son exposiciones que estimulan los sentimientos del visitante (Carreras, 2005).

Interactividad mental o emoción inteligible: son exposiciones a modo de experimentos que sirven para explicar ideas de la vida. Se utiliza en los museos de ciencia (Carreras, 2005).

A continuación, se enlistan algunos errores que no se deben cometer en los museos virtuales en la web:

- El contenido existente en un museo físico que tiene un museo virtual en la web nunca debe ser igual. Si existe el mismo contenido físicamente como en la web es algo redundante e innecesario, lo que se busca es la complementariedad, es decir, debe existir información adicional que solo exista en la web. Esto es muy importante en los museos con realidad aumentada donde los visitantes recorren el museo físico y complementan la información con sus *smartphones* (Carreras, 2005).
- El objetivo de un portal web de un museo físico es impulsar la visita del museo. No debe existir una competencia de contenidos, sino que debe generar el deseo de conocer más al visitante (Carreras, 2005).

- Los recursos digitales deben poner en contexto al visitante acerca de la exposición dando información bibliográfica o artística (Carreras, 2005).
- El museo virtual o portal web debe ser interesante por sí solo hasta el punto que el visitante que recorrió el museo físico sea persuadido de visitar el museo virtual (Carreras, 2005).
- Los portales web de un museo deben ser suficientemente organizados a la hora de poner los contenidos de tal manera que el visitante pueda ver las exposiciones que más le interesan. En muchas ocasiones los museos virtuales sirven como guías en los museos físicos para explorar los contenidos (Carreras, 2005).
- Los museos virtuales en la web deben contar con experiencias únicas que no puedan hacerse en el museo físico, como exposiciones de realidad virtual (Carreras, 2005).

2.2. Museo virtual para el Andino de AYMESA, el primer auto diseñado en Ecuador, así como algunas de sus versiones tuneadas

En el desarrollo de los siguientes apartados se presentará un estudio general para el desarrollo de un museo virtual basado en el auto Andino de AYMESA, el primer auto construido en Ecuador. Este estudio repasa todos los aspectos de fondo del museo, es decir, los concernientes al auto tales como su historia, su construcción y detalles mecánicos o técnicos. Por otro lado, el estudio aborda la metodología en que se va a desarrollar el museo virtual partiendo de la construcción de la réplica digital 3D del auto hasta la plataforma de visualización del mismo.

2.2.1. Antecedentes históricos del auto Andino

En 1970 se constituyó la empresa AYMESA con el nombre de Autos y Máquinas del Ecuador S.A. Fue la primera empresa de ensamblaje automotriz en Ecuador y empieza como distribuidor de las marcas Vauxhall y Bedford (Suárez, 2015).

En el año de 1973 AYMESA adapta el programa *BTV* o *Basic Transport Vehicles* para producir el primer vehículo de fabricación local, el Andino de AYMESA. La acogida de este proyecto fue impulsada durante el gobierno de Guillermo Rodríguez Lara (AYMESA, 2013).

El *BTV* era un programa que inició en 1972 como iniciativa de las empresas General Motors y Vauxhall Motors (ver Figura 8). El objetivo de este programa era establecer pequeñas plantas de fabricación de automóviles sencillos en países en desarrollo con el fin de lanzar al mercado un vehículo accesible para personas que no tenían suficiente dinero para un vehículo convencional (Bowman, 2017).

How to open your own BTV assembly plant.



Many of the less industrialized nations of the world are in need of low-cost basic transportation. The owners of small businesses, farms and little factories in those countries often can't afford the cost of the kinds of cars and trucks that the industrialized nations export. So we've developed a Basic Transportation Vehicle that can be made in the less industrialized countries in a plant that costs about \$50,000.

The assembly plants are usually owned by the people who live in those countries. We give them technical assistance at the beginning and then leave them on their own after a few weeks or months.

The automobile body they make has no curved metal, so they can literally cut it out of sheet metal with a "Nipper," a kind of motorized metal shears. It's done in about the same way that a dress is cut from a pattern.

We supply the difficult-to-manufacture parts (engine and drive train) from a GM plant in England, and we do it with standard parts so that there aren't any problems about the availability of replacement parts.

The assembly work teaches these skills: welding, sheet-metal working, painting, work layout, quality control, scheduling and ordering, wiring, auto mechanics, carpentry and critical path planning for production.

The BTV is usually the lowest-priced 4-wheel vehicle available in the country and often the first vehicle a person can afford to buy. In some places it costs less than a good horse.

Our design for the manufacture of these vehicles is labor intensive rather than capital intensive, because these countries need work for their people.

All it takes to start a BTV plant is a structure about the size of a large barn, \$50,000, and the national will to begin industrializing.

The Basic Transportation Vehicle is being built now in Malaysia, Ecuador, Portugal and the Philippines. With GM assistance people are starting their own assembly plants in other countries in Africa, Latin America and the Middle East.

GM is willing to help people in any country to start up their own BTV assembly plant. We believe it is the moral obligation of industrialized societies to help the less industrialized countries get started on the way to a higher standard of living. The BTV is a step in that direction.

General Motors

Chevrolet, Pontiac, Oldsmobile, Buick, Cadillac, GMC Truck and the BTV

Figura 8. De Folleto promocional del programa BTV de GM. Tomado de: Autopasion18, s.f.

Este vehículo debía ser multiuso pues podría adaptarse a diferentes actividades y en transporte de personas o mercancía. Su costo de producción debía ser bajo y sería un vehículo muy duradero.

Los objetivos del programa *BTV* eran los siguientes (Bowman, 2017):

- Dar un medio de transporte a personas que no pueden cubrir el costo de un vehículo convencional existente en el mercado.
- Fabricar un vehículo sencillo pero adaptable a muchos usos tales como transporte de mercancías, agricultura, transporte de personal, etc.
- Fabricar la mayor parte del vehículo en el país de destino, esto con el fin de reducir costos y finalmente el precio al consumidor final.
- Generar plazas de empleo en la localidad con las plantas de fabricación *BTV*
- Brindar capacitación por parte de expertos en el país local, principalmente sobre la industria metalúrgica
- Dar un impulso al crecimiento y desarrollo de la industria automotriz en los países en vías de desarrollo y apoyar a empresarios locales para que se conviertan en distribuidores de vehículos (Bowman, 2017).

El *BTV* fue lanzado en países como Malasia, Ecuador, Philipinas, Costa Rica, Guatemala, Honduras, entre otros, sin embargo, el programa en Ecuador tuvo mayor aceptación. El producto final del *BTV* en estos países era el mismo o muy similar pues contaban con la misma plataforma Bedford y los mismos componentes mecánicos. Aunque la carrocería se fabricaba localmente en cada país, estas seguían las mismas instrucciones que daba el programa *BTV* (Suárez, 2015).

El resultado del programa *BTV* en AYMESA fue el Andino que contaba con una plataforma Bedford, un motor Vauxhall de 1.4 cc y carrocería de chapa de acero de fabricación local (AYMESA, 2013). Debido a que parte del vehículo como las carrocerías eran fabricadas localmente se utilizaban técnicas metalúrgicas simples por lo que el auto contaba con ángulos de 90 grados (ver Figura 9).



Figura 9. De Planta AYMESA y ejemplares del auto ANDINO, Tomado de: AYMESA, 2013.

2.2.2. ¿Por qué es importante un museo virtual de este auto?

El Andino de AYMESA tiene gran relevancia ya que fue el impulsor de la industria automotriz en Ecuador. El proyecto *BTV* se ejecutó en varios países en desarrollo, pero ninguno tuvo tanto éxito como el caso nacional. Para 1975 se habían ensamblado más de 1.000 unidades las cuales incluso se llegaron a exportar a Colombia. El andino fue el primer producto de exportación automotriz del país (Suárez, 2015).

Además, gracias a esta colaboración con el programa *BTV* de General Motors se fortaleció el *Industry-leading training opportunities* con Ecuador que consiste en entrenar a los países en desarrollo en el ensamblaje de vehículos para convertirlos en proveedores de la marca (Cain, 2016).

Gracias al programa *BTV* y al Andino de AYMESA la industria automotriz se posicionó y evolucionó pues se mejoraron las técnicas de fabricación automotriz y se trajeron nuevas tecnologías en donde no solo se ensamblan vehículos *BTV*, sino vehículos convencionales. Actualmente AYMESA es un importante productor de automóviles que ensambla marcas como HYUNDAI o KIA MOTORS con calidad de exportación (Suárez, 2015).

El Andino despierta nostalgia en los ecuatorianos amantes de este auto, debido a su excelente rendimiento y resistencia, estos modelos no han muerto. Existen algunos ejemplares tuneados al gusto de sus propietarios y en diferentes variantes como pueden ser vehículos estilo *jeep*, camionetas o incluso mini camiones, esto es posible debido a una carrocería *BTV* que tenía como objetivo ser adaptable. En la actualidad existen espectáculos donde se los exhibe como joyas de la industria automotriz y se dice que son autos “para toda la vida” (García, 2016). A continuación, se presentan algunos ejemplares del auto tuneado (ver Figuras 10 y 11);



Figura 10. De Tuneo del auto Andino, Tomado de: Patio Tuerca, 2018.



Figura 11. De Tuneo del auto Andino en una variante de trailer de la página oficial de AYMESA Andino en Facebook. Tomado de: Aymesas Andino Facebook, 2016.

En 2013, la unidad 001 del Andino realizó una travesía a nivel nacional pasando por la ciudad de Piura en Perú y la ciudad de Pasto en Colombia (ver Figura 12). La unidad 001 pertenece a Antonio Ricaurte el cual la adquirió en un remate público realizado por la Presidencia de la República en 1977. Este auto originalmente le pertenecía al presidente Guillermo Rodríguez Lara y se le fue dado como reconocimiento por impulsar la industria automotriz (Andino: una historia que aún se escribe, 2013).



Figura 12. De La unidad 001 del Andino de AYMESA. Tomado de: El Comercio, 2013.

2.2.3. Técnicas de modelado 3D a ser utilizadas en la réplica digital del auto

En el modelado 3D se tiene gran versatilidad y gran cantidad de posibilidades, ya que se puede obtener el auto digital en 3D, modelar cada parte individualmente, texturizarlo, iluminarlo o renderizarlo (Autodesk, 2019). De esta manera se podrá visualizar el auto en el interior y exterior y posteriormente exportarlo a una plataforma interactiva. A diferencia de la fotogrametría o el escaneo láser los cuales necesitan el objeto real para crear la versión digital, el modelado 3D de un auto u otro objeto puede empezar sólo con las vistas ortogonales (vista frontal, lateral, trasera, aérea, etc.) del auto y fotografías de archivo como referencia. Si las vistas ortogonales no están disponibles se las puede crear en base a referencias o fotografías de archivo.

En la Figura 13 se presenta un ejemplo de las vistas ortogonales que suelen usarse para modelar un auto en 3D:

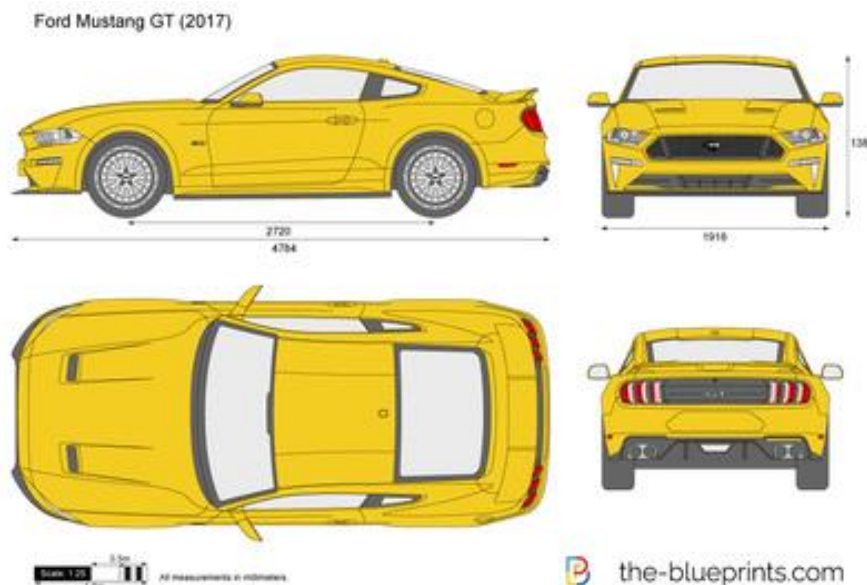


Figura 13. De Vistas ortogonales de un Ford Mustang GT 2017. Tomado de: the-blueprints, 2019.

Utilizando un programa de modelado 3D como Autodesk Maya, Cinema 4D, Blender, etc; para modelar un auto u otro objeto tridimensional, el flujo de trabajo puede variar según las condiciones específicas de cada proyecto, el resultado que se desee y de las preferencias y habilidades del modelador (Turrión, 2019). Con esto en mente, para modelar superficies duras o más geométricas se suele utilizar el *Box Modeling*. Esto consiste en modelar un objeto como puede ser una llanta, una silla, una ventana, etc; a partir de una figura básica (Turrión, 2019). Estas figuras básicas ya vienen por defecto en los programas de modelado 3D tales como un plano, un cubo, una esfera, un cono, entre otras.

El *box modeling* es un proceso por fases que van de lo simple a lo complejo. Estas fases deben seguir un orden pues primero se le debe dar la forma básica y volumen del modelo deseado antes de empezar con detalles más complejos. Si bien esta técnica es muy usada puede tener sus limitaciones cuando se trata de figuras muy complejas o con mucho detalle tales como las arrugas alrededor de los ojos de un ser humano (Duncan, 2015). La siguiente figura muestra este proceso que, partiendo de un simple cubo, poco a poco se llega la forma de un

pie:

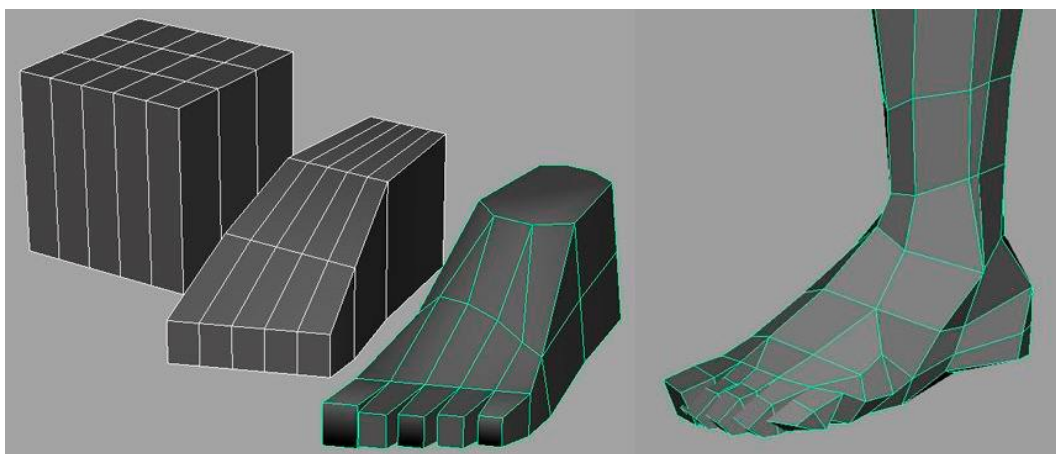


Figura 14. Box Modeling de un pie. Tomado de: free3D tutorials, 2010.

Para el *Box Modeling* es importante entender los conceptos de vértices, caras y lados (ver Figura 15). Un vértice es una coordenada espacial de un objeto, como ejemplo, un cubo tendría ocho vértices. Un lado o arista es la unión de dos vértices y una cara o polígono es una superficie que se compone de mínimo tres vértices. Finalmente, con la unión de vértices, lados y caras se genera una malla geométrica o poligonal (Turrión, 2019).

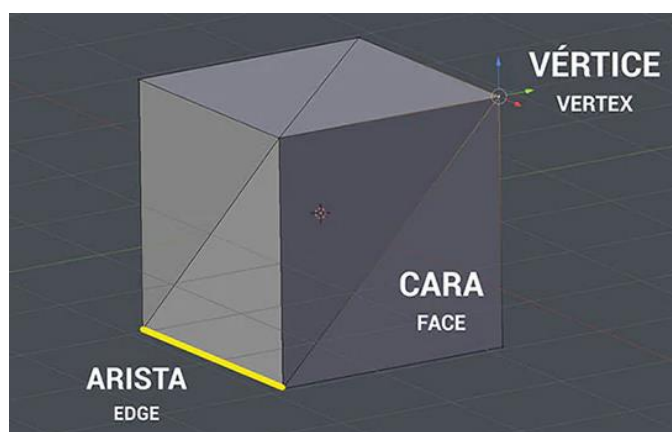


Figura 15. De Vértices, aristas y caras. Tomado de: C. Turrión, 2019.

A partir de esta forma básica se van agregando o disminuyendo vértices, lados o polígonos con el fin de irse acercando a la forma deseada. Mientras más vértices se agreguen más detalle se logra obtener (Turrión, 2019). Esta técnica es muy útil y requiere de menos recursos en cuanto a la capacidad de

procesamiento de la computadora, ya que se trabaja de menos vértices a más. Mientras menos vértices tenga un objeto más liviano será el archivo y menos recursos exigirá a la máquina y plataforma en donde se ejecute. Esta técnica es ideal para modelar un auto, ya que es una figura dura y con superficies muy geométricas.

Otra técnica dentro del modelado 3D es el *Sculpt Modeling*, esta trabaja con mallas de mayor poligonaje, es decir, con mayor cantidad de vértices (Turrión, 2019). Esta técnica es similar a modelar en arcilla y sirve para generar objetos más orgánicos. Mientras más vértices se agregue a la malla mayor cantidad de detalles se podrán agregar. Como un ejemplo, si se modela a un ser humano con el *Sculpt Modeling* y se agregan más vértices a esta malla se podrán generar detalles como arrugas, venas, etc. En consecuencia, este tipo de modelos requerirán más recursos de las computadoras y plataformas en donde se visualicen.

En el *Sculpt Modeling* se trabaja con una especie de arcilla digital, así como esculpir en la vida real se trata de recrear las herramientas que tendríamos en físico tales como pinceles, herramientas para quitar o aumentar volumen, suavizar, entre otras. Utilizar esta técnica permite realizar acciones que otras técnicas de modelado 3D no permitirían ya que permite manipular la imagen digital como si se tratara del cuerpo de una estructura real que tiene volumen (Heginbotham, 2019). El *Sculpt Modeling* también tiene su orden pues se trabaja por capas. En un inicio se trabaja con una capa donde el cuerpo digital tiene menor cantidad de subdivisiones y donde se dan los detalles generales como la silueta de una nariz o la forma de un brazo, este proceso se llama blocking (Heginbotham, 2019). Una vez que se tiene la forma general se van agregando más capas que posee más subdivisiones y se van agregando los detalles más finos como arrugas, con este método se pueden obtener resultados fotorrealistas. A continuación, en las imágenes 16 y 17 se puede apreciar el *sculpt modeling* con menor y mayor cantidad de subdivisiones:

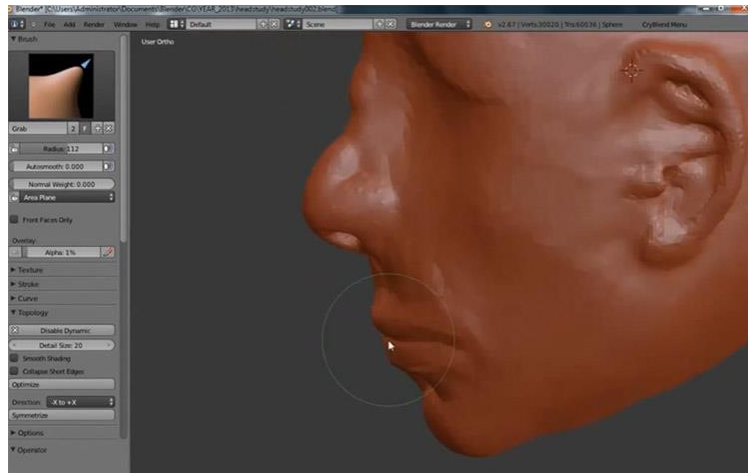


Figura 16. Sculpt modeling en una capa con pocas subdivisiones, Tomado de: C. Heginbotham.



Figura 17. Sculpt modeling en una capa con mayor cantidad de subdivisiones. Tomado de: C. Heginbotham.

Dependiendo de lo que se necesite se realizan los modelos con mayor o menor cantidad de polígonos. Es decir, si se requiere más resolución o más rendimiento. En los videojuegos lo que se busca es mayor rendimiento por lo que se procuran usar menor cantidad de polígonos para que el juego corra con fluidez y las consolas de videojuegos u ordenadores no se sobrecalienten (Turrión, 2019). Existen técnicas para simular una mejor resolución a modelos 3D de bajo poligonaje utilizando texturas de alta resolución, o las texturas llamadas de mapas de normales que dan la ilusión de relieve.

Para este caso se utilizará el *Box Modeling* debido a la naturaleza con formas geométricas del Andino de AYMESSA, sin embargo, se utilizarán la cantidad de vértices necesarios para darle el máximo detalle posible al modelo y junto con texturas realistas se obtendrá un resultado muy similar a la realidad.

Una vez terminado el modelado viene la fase del *unwrap* o desenvolver en español. Este proceso consiste en convertir el objeto tridimensional en bidimensional. Es similar a quitarle la cáscara a un objeto y desenvolverla de tal manera que quede plana. Terminado este proceso se obtienen imágenes planas que sirven como un lienzo para ser texturizadas o pintadas.

Finalmente, terminado el *unwrap* del modelo 3D viene la fase de texturizado que no solo consiste en dar un color al objeto 3D. El texturizado abarca el color, el tipo de material y también los mapas de texturas. A un objeto 3D se le puede asignar un color llano de preferencia o incluso hacer diferentes degradados de colores. Pero el texturizado también otorga características físicas y es aquí donde entran los tipos de materiales. A un objeto 3D se le puede asignar un material metálico, de vidrio, de madera o cualquier material existente en el mundo real, cada material tiene características físicas propias como reflectividad, opacidad, luminancia, etc. Por otro lado, los mapas de textura dan incluso más realismo a los objetos, ya que se estudia la luminosidad que llega a cada uno de los puntos de la textura, esto da una sensación de relieve a una imagen plana (Fernández, 2011).

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL ESTUDIO

3.1. Planteamiento del problema

Existen bienes valiosos que son parte vital del patrimonio cultural de un país, sin embargo, estos bienes son susceptibles de sufrir distintos peligros como ser dañados, perdidos, olvidados, o incluso robados. Uno de estos bienes valiosos es el auto Andino de AYMESA, el primer auto diseñado en Ecuador. Los museos físicos han sido una herramienta clave para conservar estos bienes de tal manera que nuevas generaciones puedan conocerlos, estudiarlos y admirarlos. No obstante, la sociedad ha evolucionado y las nuevas generaciones viven su día a día de forma distinta. La tecnología se ha vuelto parte vital de su vida pues en muchas ocasiones interactúan con el mundo a través de un dispositivo digital volviéndose algo tan natural que resulta invisible. Estas nuevas generaciones también llamadas de usuarios 2.0 (Caro, Luque y Zayas, 2014) están constantemente conectadas a una red, a un dispositivo móvil y es por ello que los productos y servicios han tenido que evolucionar o quedar en el pasado. En consecuencia, aun cuando los museos físicos puedan salvaguardar la integridad de estos bienes culturales; su eficacia en cuanto a difundirlos y comunicarlos se ha vuelto muy débil para las nuevas sociedades. Por otra parte, la conservación de bienes tan preciados y únicos como los culturales no debe basarse únicamente en una conservación física sino ser inmortalizada en una versión digital con herramientas 3D que ofrecen una copia fiel. Es por ello que nace la necesidad de crear museos virtuales que puedan tener mayor alcance, aceptación y no sufran el problema de ser olvidados con el uso de la tecnología; para sustentar esto, se presentan algunas estadísticas del crecimiento del uso de la tecnología en Ecuador en donde el uso teléfonos inteligentes se ha vuelto más común y la frecuencia del uso de internet a diario ha crecido 24 puntos en 5 años.



Figura 18. Personas que tienen teléfono inteligente. Tomado de: INEC

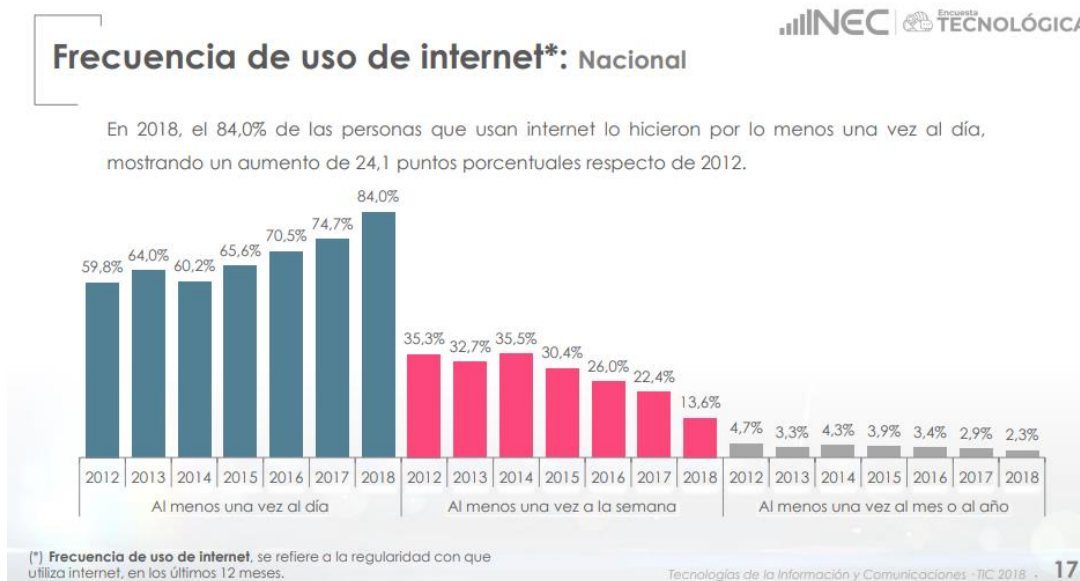


Figura 19. Frecuencia uso internet. Tomado de: INEC

La razón por la que se seleccionó este tema de estudio se basa en tres ejes clave: 1) la necesidad de conservar el patrimonio cultural. Las nuevas generaciones tienen el derecho a gozar de este patrimonio y un medio digital es el adecuado para inmortalizarlo. 2) la difusión, ya que los museos virtuales

amplían esta difusión rompiendo fronteras porque personas de cualquier parte del mundo podrán apreciar un patrimonio cultural sin tener una limitación física; y 3) la interacción, además de que los usuarios 2.0 utilizan medios digitales, es importante entender cómo los utilizan (Caro, Luque y Zayas, 2014). Antiguamente, los museos físicos se basaban únicamente en la observación donde los visitantes eran actores pasivos, sin embargo, los usuarios 2.0 son personas activas a las cuales les gusta interactuar con objetos, imágenes o sonidos, de lo contrario perderán el interés rápidamente (Caro, Luque y Zayas, 2014). Es ahí donde los museos virtuales, y el estudio de su funcionamiento, alcance y aplicaciones, tienen un gran potencial.

El estudio y desarrollo de los museos virtuales influye y aporta en la sociedad pues estos son el resultado de la evolución de la misma. Los museos virtuales no solo existen para un fin de conservación, sino que nacen para satisfacer las necesidades de conocimiento de generaciones que consumen productos digitales no solo con el fin de entretenerlos, sino una oportunidad de aprendizaje (Uriarte, 2017). Además, los museos virtuales amplían el impacto social que pueda tener un museo físico, pues su alcance se vuelve mucho mayor al poder estar en una plataforma web, o en un formato digital, que evite limitaciones físicas. En el área educacional, los museos virtuales son una fuente de riqueza cultural y se convierten en un conductor del conocimiento al poder ser utilizados por cualquier centro de educación. En cuanto a lo personal, elaborar una investigación sobre los museos virtuales, y finalmente tener la oportunidad de desarrollar uno es un medio para mejorar y consolidar las capacidades aprendidas durante la carrera de Multimedia y Producción audiovisual. El diseño de un museo virtual sobre el auto Andino de AYMESA es una forma de inmortalizar el primer auto ecuatoriano, el cual despierta nostalgia y nacionalismo. Este auto está en peligro de desaparecer al quedar pocos ejemplares, muchos de los cuales se encuentran en pésimo estado.

3.2. Preguntas

3.2.1. Pregunta general

¿Cómo diseñar un museo virtual para la conservación y difusión del auto Andino de AYMESA y sus variaciones?

3.2.2. Preguntas específicas

1. ¿Qué es un museo virtual?
2. ¿Qué tecnologías y herramientas se están utilizando para la creación de elementos 3D y su visualización en museos virtuales?
3. ¿Cómo se van a replicar los modelos 3D del auto Andino y sus variaciones?
4. ¿Cómo funciona el museo virtual ante las distintas plataformas disponibles para su visualización?

3.3. Objetivos

3.3.1. Objetivo general

Diseñar un museo virtual que sirva como plataforma de conservación del primer auto producido en Ecuador, el Andino de AYMESA. Y de visualización de las distintas variaciones que se han incorporado al mismo.

3.3.2. Objetivos específicos

1. Investigar sobre los museos virtuales y su funcionamiento, alcance y aplicaciones.

2. Conocer las tecnologías y herramientas más actuales que se están utilizando en la elaboración de réplicas 3D y la visualización interactiva de museos virtuales.
3. Replicar el modelo base del auto Andino y sus versiones en 3D.
4. Probar la usabilidad del museo virtual y su aplicación en diferentes plataformas como computadoras, móviles o proyecciones en espacios culturales.

3.4. Metodología

3.4.1. Contexto y población

Contexto:

El presente estudio se efectuará en la ciudad de Quito en espacios como universidades, empresas privadas, y lugares públicos, como parte del trabajo de titulación de la carrera de Multimedia y Producción Audiovisual de la Universidad de Las Américas; el mismo que se ejecutará desde el mes de septiembre de 2019 hasta febrero de 2020.

Población:

El presente estudio y producto final está dirigido a jóvenes adultos, hombres y mujeres pertenecientes a los quintiles tres al cinco, es decir, de un estrato socio-económico medio, medio alto y rico, los cuales tienen acceso a internet y diversas fuentes tecnológicas, interesados en la conservación de patrimonio nacional, tecnología y la industria automotriz ecuatoriana.

3.4.2. Tipo de estudio

El tipo de estudio del presente trabajo tiene un carácter cualitativo, debido a que la investigación requiere de información que puede obtenerse por medios que

utilizan herramientas cualitativas como la observación, entrevistas con expertos, y el *focus group*. Las entrevistas con expertos sirven para conocer a fondo aspectos históricos y técnicos del Andino, la observación para conocer los aspectos visuales del tuneo en Ecuador y el *focus group* para probar el producto final. El estudio tiene un alcance exploratorio y descriptivo. Es exploratorio ya que al recolectar toda la información visual del auto Andino de AYMESA se puede replicar un modelo lo más aproximado a la realidad. Además, es descriptivo ya que al diseñar un museo virtual se pretende contar de una manera visual y con lujo de detalles la narración que transmite este bien patrimonial.

3.4.3. Herramientas a utilizar

Herramienta	Descripción	Propósito
Observación	Recolectar información visual del auto Andino de AYMESA y sus versiones tuneadas.	Replicar modelos en 3D lo más aproximados a la realidad.
Entrevistas con expertos	Reunir información técnica e histórica acerca de este auto con expertos, como miembros y directivos de la empresa AYMESA, así como los dueños de los autos tuneados. Se estiman entre dos y tres expertos que puedan participar en el estudio dependiendo de su conocimiento y disponibilidad.	Reunir y contar los detalles técnicos, históricos y culturales de este auto en el museo virtual.
Focus group/Modificado a encuestas por pandemia	Reunir entre ocho y doce personas que pertenezcan al perfil del público objetivo.	Recibir un <i>feedback</i> sobre el museo virtual para comprobar que se cumplen los objetivos del proyecto de titulación.

3.4.4. Tipo de análisis

Este estudio cuenta con tres fases: investigación, desarrollo y ejecución.

Fase de investigación y herramientas a utilizar:

En la fase de investigación mediante las herramientas de observación y entrevistas con expertos se busca reunir toda la información necesaria para replicar el auto base de cómo salió de fábrica y las versiones tuneadas en 3D. Estos modelos en 3D deben ser lo más aproximados a la realidad, por lo que es necesario conseguir una amplia documentación fotográfica.

Objetivos de la investigación:

- Diseñar un museo virtual que sirva como plataforma de conservación del primer auto producido en Ecuador, el Andino de AYMESA. Y de visualización de las distintas variaciones que se han incorporado al mismo.
- Investigar sobre los museos virtuales y su funcionamiento, alcance y aplicaciones.
- Conocer las tecnologías y herramientas más actuales que se están utilizando en la elaboración de réplicas 3D para crear réplicas 3D y la visualización interactiva de museos virtuales.
- Replicar el modelo base del auto Andino y sus versiones tuneadas en 3D.
- Probar la usabilidad del museo virtual y su aplicación en diferentes plataformas como computadoras, móviles o proyecciones en espacios culturales.

Fase de desarrollo:

Esta fase consiste en utilizar toda la información reunida en la fase de investigación para diseñar el auto y sus versiones en 3D utilizando el software Autodesk Maya y diseñar una plataforma de visualización del museo virtual utilizando el motor Unreal Engine. Para el modelado 3D se empieza reuniendo los *blueprints* del auto diseñadas mediante la documentación fotográfica y técnica. Una vez finalizadas la versión base y tuneadas del auto se exportan los modelos 3D a Unreal Engine para programar la interactividad.

Fase de ejecución:

Esta fase consiste en mostrar el producto terminado a un *focus group* el cual pueda brindar recomendaciones y criterios personales sobre su percepción del museo virtual. Con los resultados se determinará si se cumplen los objetivos planteados. El *focus group* se cambió a encuestas debido a la pandemia COVID-19.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1. Fases de desarrollo del proyecto

El desarrollo del museo virtual cuenta con tres fases importantes, pre-producción, producción y post-producción. La fase de Pre-Producción consiste en seleccionar y organizar toda la información acerca del Andino que se quiere narrar en el museo. Además, se revisan las versiones de los autos que se van a modelar y con esto se debe analizar la forma en cómo se van a presentar los autos. Esto incluye conceptualizar y definir el escenario del museo, y finalmente definir el tipo plataforma virtual en donde va ser presentado tales como una aplicación en computadora, una página web, un espacio físico con lentes de realidad virtual, una aplicación en una tableta, entre otras.

En la fase de Producción se procede a modelar los modelos 3D del auto y el escenario virtual del museo con el software Autodesk Maya, la texturización de los modelos y la programación interactiva del museo, la cual se va a realizar en Unreal Engine 4.

Finalmente, en la fase de Post-Producción se realizan los ajustes finales para el render que será exportado desde Unreal Engine en cuanto a iluminación, sonido y se hacen los cambios en cuestiones de programación interactiva que tengan errores de manera que el producto final funcione de una manera adecuada.

4.2. Pre-Producción

Esta fase se consta de varios pasos: 1) selección de las versiones del auto que se van a modelar, 2) tecnologías interactivas para visualizarlo, 3) organizar la información que se va a narrar en el museo del auto Andino, 4) definir el

escenario y la plataforma de visualización del museo y 5) conseguir las vistas ortogonales del auto Andino. A continuación, se explica cada fase.

4.2.1. Réplica del modelo base del auto Andino

La réplica del auto base se hará utilizando software CAD, en este caso Autodesk Maya y siguiendo el flujo de trabajo de *Box Modeling* detallado en el apartado previo. El museo virtual debe contar con la versión base del auto Andino, es decir, tal como salía de fábrica. Para ello es necesario conseguir toda la documentación fotográfica del auto o documentación de planos mecánicos y reunir todas las vistas ortogonales.

En la Figura 20 se muestra un ejemplo de las vistas ortogonales de lado y una en perspectiva del *BTV* de Honduras que se llamaba Bedford Harimau, el cual cuenta con los mismos componentes del Andino en Ecuador. Estas sirven de punto de partida para elaborar las vistas ortogonales completas del Andino:

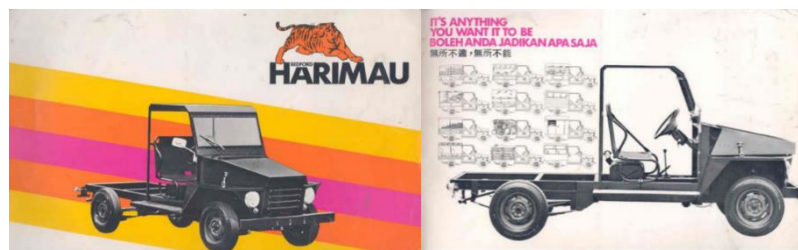


Figura 20. De Vistas lateral y perspectiva Bedford Harimau. Tomado de: *Flicker.com*, 2019.

4.2.2. Réplica de versiones tuneadas del auto Andino

Se crearán cuatro modelos 3D tuneados del Auto Andino que junto a la versión base del auto sumarían un total de cinco modelos para el museo. A continuación, se detallan los modelos tuneados a ser modelados:

- La primera versión es el modelo 001 perteneciente a Antonio Ricaurte debido a que es el más representativo y el que cuenta con más historia, es decir, la Figura 12 de este documento.
- La segunda versión será el modelo de la Figura 10, este curioso modelo lleva un diseño a modo de tráiler. A diferencia de otros modelos tuneados, este Andino ha sufrido una mayor cantidad de modificaciones al estado original pues su cambio no solamente es en pintura, sino que se le han agregado accesorios al chasis tales como luces y tubos de escape que simulan a la de un cabezal de un tráiler real.
- La tercera versión es el llamado Corazón Andino, su propietario es Danielo Mendieta, un diseñador industrial que adquirió este auto en pésimas condiciones, con deterioro en su chasis y problemas mecánicos. El auto es un Andino de 1975 y fue adquirido como un proyecto personal de Mendieta que con la ayuda de su amigo Mauricio Lopez, un ingeniero mecánico, bautizaron al proyecto como Corazón Andino. Iniciaron con un presupuesto de 150 dólares, pero con la ayuda de algunas empresas privadas lograron terminar el diseño de este modelo y recorrer las 23 provincias del país (Corazón Andino, una travesía ecuatoriana, 2011).



Figura 21. De Andino 1975. Tomado de: C. Hirtz, 2012.

La cuarta versión será el Andino “Mi Chivita” (ver Figura, 22), esta es una de las versiones más atrevidas y que despierta la tradición quiteña. Principalmente por las fiestas de Quito en donde es tradición montarse en las chivas que consisten en camiones grandes muy coloridos, adaptados como una discoteca móvil donde la gente pueda bailar y escuchar música de pueblo en alto volumen. Originalmente las chivas nacen de Panamá, Colombia y Ecuador y eran camiones de transporte adaptados de una forma artesanal para el transporte en zonas rurales de pasajeros, mercancías y hasta animales. En las chivas tradicionales y actuales es muy común el uso de estructuras de madera para los asientos y estructura para los pasajeros (La chiva quiteña, 2018).



Figura 22. De Andino Mi Chivita. Tomado de: J. Moreira, 2008.

Para el modelado de estas versiones será necesario visitas de campo para obtener mayor cantidad de fotografías de referencia con el fin de lograr una versión más acercada a la realidad. Cabe recalcar que en caso de que no se pueda conseguir suficiente documentación fotográfica de los modelos tuneados por diversos motivos como que los autos se encuentren en condiciones no aptas o en estados diferentes a las fotografías presentadas en este documento, que los autos hayan sido destruidos, u otras posibilidades, será necesario buscar otras opciones a los modelos citados o presentar una versión aproximada a las fotografías disponibles. Finalmente, es necesario conseguir todos los permisos referentes a derechos de autor respetando los deseos de cada dueño mediante un documento que confirme su consentimiento.

4.2.3. Tecnologías interactivas para la visualización del modelo 3D

En el siguiente apartado se estudia la forma en que se podrá visualizar o explorar el modelo 3D terminado. El modelo 3D por sí sólo no puede enseñarse al usuario sin una plataforma para visualizarlo. Esta plataforma de visualización consta de una fase de diseño y una fase de programación. La fase de diseño consiste en crear un escenario de visualización en donde se podrán insertar los modelos 3D del auto, esta necesariamente debe ser modelada en 3D pues dentro de ella se asignarán los modelos tridimensionales que interactuarán con este escenario. La segunda fase consiste en la programación de una interfaz, la cual será desarrollada por el programa Unreal Engine. En esta interfaz se programarán todos los comandos necesarios para que el usuario pueda explorar el auto 3D en el escenario de visualización.

4.2.4. Visualización interactiva del auto 3D

La plataforma de visualización del auto 3D se modelará en Autodesk Maya y posteriormente se exportará al software Unreal Engine. Esta es una herramienta de uso libre líder en el mercado en la programación de videojuegos, o cualquier herramienta interactiva que además se puede programar la realidad virtual o realidad aumentada (Unreal Engine, 2019). La ventaja de este software es que se puede visualizar el *look* final del proyecto en tiempo real mientras aún se está desarrollando o programando, es decir, cuenta con un motor de *render* en tiempo real. Terminadas las fases de modelado se puede comenzar la fase de programación, esta consiste en programar el comportamiento deseado de los elementos 3D impulsados por un comando del usuario. Un comando consiste en una orden enviada por el usuario a la interfaz programada, en este caso en Unreal Engine. Estas órdenes pueden ser enviadas por diferentes vías como presionar botones.

En el escenario o plataforma de visualización se podrán realizar varios comandos como girar, acercar, desplazar, y se contará con varios botones los cuales permitirán obtener nubes de información referentes al auto. La plataforma de visualización es sumamente importante, tanto como el modelo digital 3D del auto en sí. Un modelo 3D sin un entorno para visualizarlo no es viable, ya que no podrá ser explorado por el usuario. Una plataforma de visualización no solo es un entorno en donde se pueden ejecutar varios comandos y almacenar información. Una plataforma transmite una narración y transmite un entorno en donde el usuario puede sentirse a gusto y navegar. Las plataformas de visualización pueden ir desde interfaces como Facebook, Instagram, Twiter en donde se pueden ver fotos, videos y texto pasando por plataformas como Sketchfab donde se visualizan modelos 3D y llegando a los mismos museos virtuales existentes en donde se exploran las diferentes piezas de arte.

Para el caso de la plataforma de visualización del Auto Andino se busca generar un espacio físico modelado en 3D y programado en Unreal Engine a modo de una fábrica de ensamblaje de autos de la época de los 70 en donde se podrán seleccionar los autos y verlos a detalle.

4.2.5. Unreal Engine 4

Como se mencionó anteriormente, la plataforma de visualización será creada utilizando Unreal Engine porque es un motor de programación sumamente flexible e intuitivo. Este motor cuenta con dos modalidades. La primera se basa en una programación por *blueprints*, la cual es una programación más visual pensada para diseñadores. Los *blueprints* a su vez se basan en una secuencia de nodos que resultan intuitivos para personas que no han estudiado programación. La segunda modalidad se basa en el idioma C++ y está diseñada para programadores que saben escribir código (Egea, 2015). Para entender más a fondo este motor es necesario conocer algunos conceptos clave:

Nivel: se refiere al mundo en donde se desarrollarán todos los eventos. Un ejemplo de nivel es un videojuego, que son pequeños mundos que cuentan con ciertas condiciones y características las cuales están programadas de cierta manera.

Actor: son la clase base de cualquier objeto que se posicione en el nivel o mundo. Un actor puede duplicarse un número ilimitado de veces por lo que a los actores se los considera instancias de un actor base. Un ejemplo puede ser un árbol en un videojuego, puede tener movimiento o ser algo estático, es decir, está programado en cierta manera, este árbol es un actor. Pero dentro de este videojuego puede haber gran cantidad de árboles, sin embargo, el actor solo se crea una vez y las copias de este árbol son instancias del actor base. El actor a su vez cuenta con componentes que son objetos que cuentan con propiedades y funciones especializadas. En el caso del museo virtual un actor puede ser el auto en su conjunto, mientras que los componentes pueden ser los asientos, llantas, etc. (Egea, 2015).

Blueprint: son los encargados de dotar de programación a cualquier actor mediante el uso de nodos. Estos serán los que definirán el comportamiento de cualquier actor u objeto en el mundo. Un ejemplo es una cámara, dentro del museo virtual existen cámaras que muestran ciertos ángulos o tendrán cierto recorrido alrededor de un objeto. Para que la cámara se comporte de esta manera se la deberá programar mediante el uso de los *blueprints*.

Estos conceptos, aun cuando pueden sonar muy técnicos, pueden llegar a ser muy intuitivos una vez que se abre este motor de programación, principalmente si se usa la modalidad de *blueprints* y no la de C++. En el caso del presente estudio se usará la primera modalidad para programar la plataforma de visualización del Andino de AYMESA.

4.2.6. Organización de la información narrativa del museo

Para la información narrativa se debió organizar y seleccionar la información acerca del Andino recopilada en el Capítulo II de Estado de la Cuestión, y contactar a los dueños de los andinos para que nos cuenten acerca de su auto. Esto con el fin de planificar lo que se va a contar en esta experiencia virtual.

Para ello fue muy importante filtrar solo los datos claves del Andino y de cada versión tuneada con el fin de transmitir una experiencia interesante y que no sea aburrida para el usuario del museo. Un exceso de información podría incurrir en que el usuario no termine el recorrido virtual o que se olvide de lo que escucho, observó o sintió en el museo.

Una vez que se filtró lo que se quiere narrar se debió organizar esta información y convertirla en una narrativa que tenga un orden y un sentido para el usuario potencial del museo. Un espacio virtual que lance información sin un orden y no le dé al usuario una idea de lo que aprenderá u obtendrá con la experiencia virtual podría ocasionar que el usuario pierda interés o se sienta perdido.

En tal razón se decidió dividir y contar la narrativa en dos secciones, la de introducción y la de recorrido. En la sección introducción se cuenta al usuario en dónde está y de que trata el sitio virtual en que se encuentra. Esta sección se la decidió presentar en un libro 3D interactivo donde el usuario puede, leer, aprender y pasar de página a su ritmo. Una vez que el usuario sabe de qué se trata el museo puede empezar con la sección del recorrido, la cual será la más interactiva y en donde va a obtener información concisa de cada versión del Andino a la vez que lo visualiza. A continuación, se presenta una tabla con el texto de la narrativa del museo virtual:

Sección de introducción	
<i>Libro interactivo: sección que ubica al usuario, le cuenta dónde está y de que trata el museo</i>	
Página 1:	Bienvenido al museo virtual del Andino, el primer auto fabricado en Ecuador.
Página 2:	En 1970 se constituye AYMESA, la primera empresa automotriz del Ecuador, que se encargaba de distribuir las marcas de Vauxhall y Bedford.
Página 3:	En 1973 AYMESA adapta el programa Vehículo de Transporte Básico o BTV por sus siglas en inglés, el cual impulsó el gobierno de Guillermo Rodríguez Lara.
Página 4:	El BTV fue una iniciativa de General Motors y Vauxhall para instalar plantas de fabricación de autos en países en vías de desarrollo.
Página 5:	(Se presenta una imagen del folleto promocional del BTV de General Motors)
Página 6:	Es así que en 1973 nace el Andino, el primer vehículo motorizado producido en el país.
Página 7:	El programa BTV tenía los siguientes objetivos: ofrecer un vehículo económico que pueda adquirir la clase trabajadora.
Página 8:	Ofrecer un vehículo simple pero duradero que tenga varios usos en el transporte de personas y productos.
Página 9:	Impulsar la industria automotriz y crear plazas de empleo en el país de destino.
Página 10:	Para 1975 se llegaron a producir 1000 unidades. Además, este modelo se utilizó de prototipo para otros países que adoptaran el BTV.
Página 11:	Aún existen algunos ejemplares circulando, muchos de los cuales, tuneados al estilo nacional.
Página 12:	A continuación, puedes entrar y visitar el museo Andino.

Sección de recorrido	
Se escucha un audio que narra una pequeña descripción de cada versión del Andino	
Versión de fábrica	El andino de AYMESA de 1973 tenía un motor Bedford de 1.4 cc, este era fabricado por la firma Vauxhall que trabajaba en conjunto con General Motors. Tenía una carrocería de fabricación nacional de chapa de acero y puertas de lona. En cuanto al balde podía ser adaptado según el uso como transporte de personas, productos, agricultura, etc.
Versión 001	Este flamante modelo, con más de un millón de kilómetros recorridos, es la unidad 001 y su propietario es Antonio Ricaurte. Originalmente este auto perteneció al ex presidente Guillermo Rodríguez Lara, pero Antonio lo compro en un remate público en 1976 al precio de 12.000 sucres.
Versión tráiler	Este Andino ha sido tuneado de una curiosa e interesante forma, pues a pesar de ser un auto muy pequeño, ha sido modificado para que parezca un tráiler. Su orgulloso dueño dedicó mucho tiempo y esfuerzo en cada detalle de este ícono del Ecuador.
Versión Chiva	Este Andino, modificado al puro estilo quiteño, ha pasado por una gran cantidad de modificaciones en su carrocería para convertirse en la icónica y colorida chiva Quiteña. A pesar de poder llevar pocos pasajeros, sigue llevando alegría en las fiestas de Quito.
Versión Corazón Andino	Este modelo de 1975 tiene una gran historia, pues recorrió las 23 provincias del Ecuador continental junto a su dueño Danielo Mendieta. Él es un aficionado por los sistemas mecánicos simples por lo que lo compró y restauró. La travesía llamada "Corazón Andino", duró de marzo a noviembre de 2011.

4.2.7. Definición del escenario virtual del museo y la plataforma de visualización

Si bien los modelados 3D del auto son los protagonistas del museo, estos necesitan un espacio en donde ser presentados. Para ello se pensó en varias alternativas basadas en el estudio del apartado 2.1.4 acerca de museos virtuales en el mundo y Ecuador. Una opción que se pensó fue crear un escenario similar a la de un museo tradicional que básicamente consiste en una construcción muy espaciosa donde puedan circular los visitantes y en donde se puedan organizar los objetos protagonistas como obras de arte, objetos históricos, entre otros.

Sin embargo, en el Capítulo I de introducción de este trabajo de titulación, apartado 1.2 de antecedentes, sección de vacíos y falencias de museos virtuales en el mundo, en donde se estudia problemas y falencias de museos virtuales en el mundo, se observa que un problema común de los museos virtuales es tratar copiar los mismos estereotipos de los museos físicos y trasladarlos a un modelo virtual.

Es por ello que se consideró crear una especie de Museo de Sitio. Un museo de este tipo según el Consejo Internacional de Museos, se define como un espacio adecuado para proteger un patrimonio y conservarlo en el lugar de su descubrimiento o creación (ICOM, 1982). Para el caso del museo Andino, esto consiste en simular un espacio virtual en donde se espera que se podría encontrar el auto Andino. En tal razón se decidió recrear una versión de la planta de ensamblaje de autos de AYMESA en 3D y posicionar los autos en este escenario virtual. Esto le da más realismo y originalidad al museo pues se pueden apreciar los modelos 3D en un espacio más casual, real y adecuado para estas piezas históricas del Ecuador.

En cuanto a la plataforma donde se ejecuta el museo virtual, debido a que es un producto digital. Este se podría ser visualizado en varios dispositivos con el que cuenten con las características necesarias para poder correrlo de una manera fluida como podrían ser computadoras, tabletas, lentes de realidad virtual, etc. Para el caso actual se exportará el proyecto para ser ejecutado en un ordenador Windows 64.

4.2.8. Obtención de las vistas ortogonales del Andino

En cuanto a las vistas ortogonales, son necesarias para producir las versiones 3D del auto Andino, ya que se utilizó la técnica del modelado 3D con el software Autodesk Maya, como se mencionó en el apartado 2.2.2. Por lo que se debió empezar por reunir este material (Ver Figura 13) del auto para modelarlo en el software Maya.

Debido a que el Andino es un auto muy poco conocido estas vistas no se pudieron encontrar en páginas web dedicadas a difundir este tipo de imágenes. En tal motivo, se procedió a producirlas. Para producir una vista ortogonal se necesita tomar fotografías en ángulos rectos del objeto, pero para ello se necesita encontrar el auto y fotografiarlo. Es por esto que se realizó un trabajo investigativo para encontrar propietarios de este auto en Ecuador.

Las redes sociales como FaceBook fueron de mucha ayuda ya que existen grupos de fanáticos de los autos clásicos y en específico existe un grupo destinado específicamente a este auto en Ecuador. Es así que se contactó con un propietario de un Andino en la ciudad de Ambato el cual nos pudo proporcionar fotografías de las vistas. Lamentablemente, estas no estaban tomadas en ángulos rectos exactos y es por ello que se logró encontrar un Andino en la ciudad de Quito y fotografiarlo de la forma más exacta posible.

El Andino de la ciudad de Quito estaba algo modificado a la versión original por lo que las vistas no serían precisas en su totalidad. En este punto se planeó un viaje a Ambato, pero desafortunadamente el propietario del auto lo vendió y fue imposible contactar con el nuevo dueño. Finalmente se decidió trabajar con las fotografías de los Andinos de las dos ciudades y obtener las vistas ortogonales precisas. A continuación, se presentan las fotografías del Andino que se usaron para producir las vistas ortogonales.



Figura 23. Vista frontal de Andino en Ambato. Tomado de: D. Mendieta, 2019.



Figura 24. Vista lateral de Andino en Ambato. Tomado de: C. Mendieta, 2019.



Figura 25. Vista trasera de Andino en Ambato. Tomado de: C. Mendieta, 2019.



Figura 26. Vista frontal de Andino en Quito. Tomado de: Realización propia.



Figura 27. Vista lateral de Andino en Quito. Tomado de: Realización propia.



Figura 28. Vista trasera de Andino en Quito. Tomado de: Realización propia.

Los resultados de las vistas ortogonales se debieron procesar en Adobe Photoshop para resaltar las líneas del auto de manera que sea más sencillo modelarlo a 3D en Autodesk Maya. Cabe resaltar que museo virtual propuso los modelos 3D de la versión base y 4 de modelos tuneados, sin embargo, las vistas ortogonales usadas para estas versiones fueron las mismas que las de la versión base pues solo cambiaban detalles estéticos mientras que su cuerpo seguía siendo casi el mismo. Los resultados de las imágenes ortogonales se presentan a continuación:

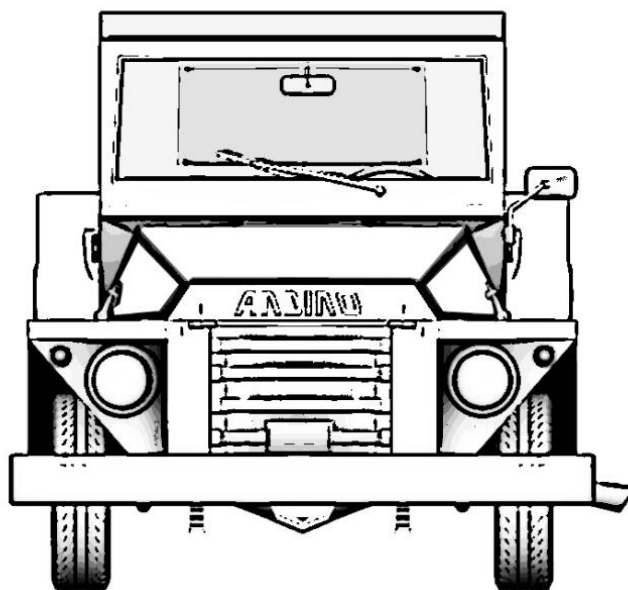


Figura 29. Vista frontal. Tomado de: Realización propia.

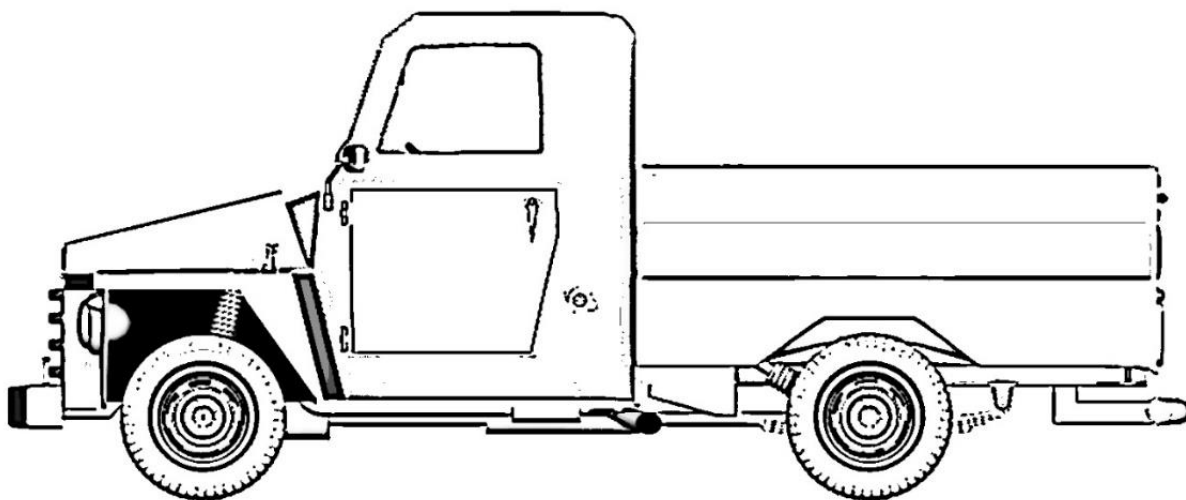


Figura 30. Vista lateral. Tomado de: Realización propia.

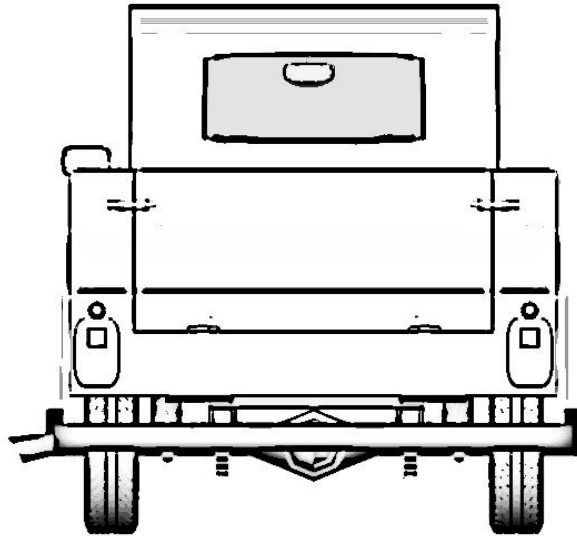


Figura 31. Vista trasera. Tomado de: Realización propia.

4.3. Producción

4.3.1. Modelado

Una vez obtenidas las vistas ortogonales, se procedió a modelar la versión base y los Andinos tuneados en Autodesk Maya. Fue un proceso que requirió gran cantidad de horas de trabajo pues un auto tiene muchas partes y cada una debe encajar de manera perfecta en el modelo final.

Dentro del modelado 3D se utiliza el método del *Box Modeling* que se menciona en el apartado 2.2.2, en donde se concluye que, para modelar figuras duras o más geométricas como puertas o ventanas, es adecuado utilizar este método (ver Figura 14). Es así que para la gran mayoría de las partes del Andino se empezó de una figura como un cubo, cilindro o un plano. Todas estas figuras están disponibles en Autodesk Maya y a partir de estas, al agregar más vértices se obtuvo la figura deseada. Para resaltar y contrastar esta idea vea las Figura 24 y 25 del proceso que siguió el rin y la carrocería del Andino para llegar a sus versiones finales.

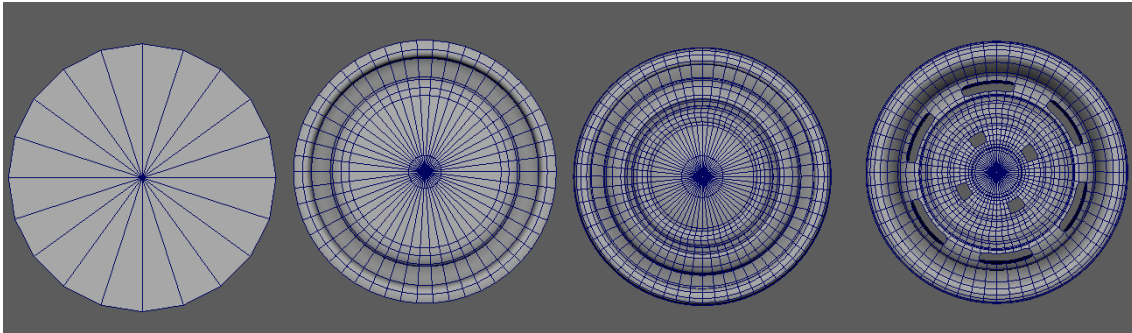


Figura 32. Box modeling del rin Andino. Tomado de: Realización propia.

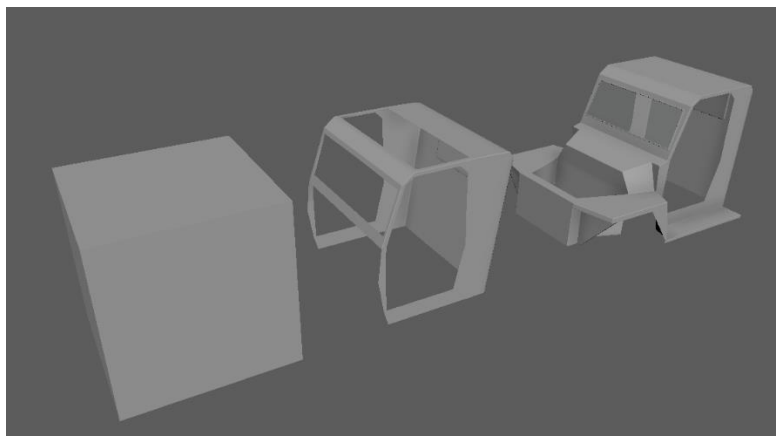


Figura 33. Box modeling de la carrocería Andino. Tomado de: Realización propia

En estas figuras se logra apreciar como el rin y la carrocería del Andino empiezan de un cilindro, y un cubo, respectivamente, y a medida que se van agregando vértices, aristas y polígonos se empieza a apreciar la figura deseada. Cada una de las partes del andino siguió este proceso.

Además de la técnica del *box modeling*, utilizando el *software* de modelado 3D de Autodesk maya, en donde se utilizó la herramienta *mirror*, o espejo en español. Esta herramienta permitió crear una simetría perfecta en cada una de las partes del auto. El uso de *mirror* se ilustra en la Figura 34 a continuación:

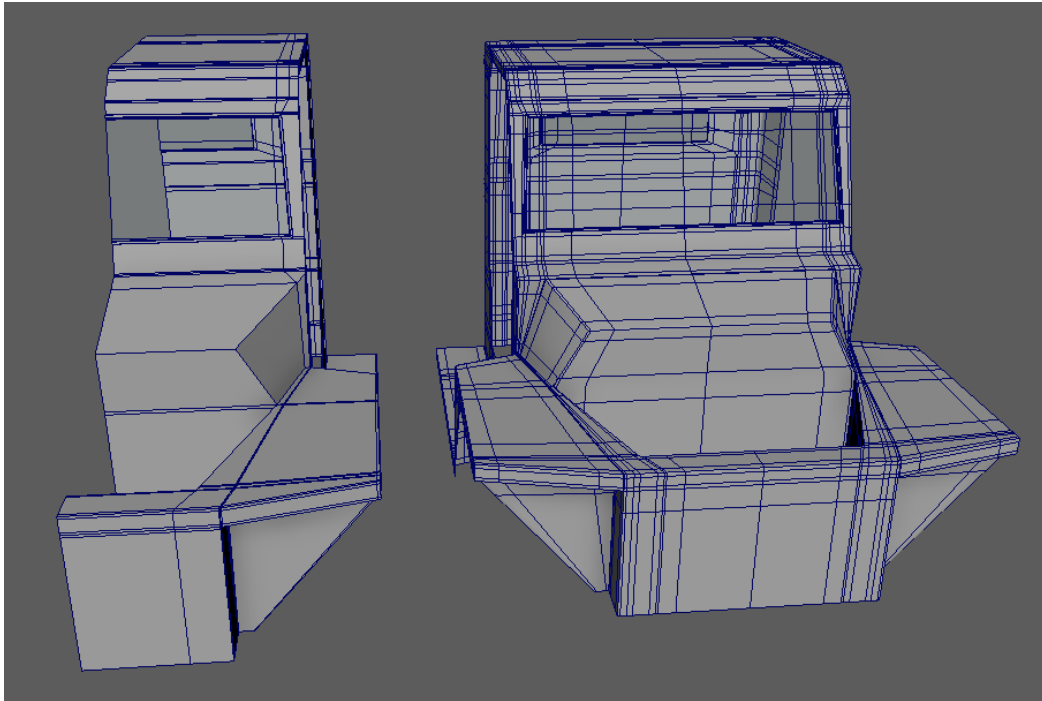


Figura 34. Uso de la herramienta mirror en la carrocería del Andino. Tomado de: Realización propia

Durante el proceso fue de vital importancia mantener una topología ordenada o un flujo de malla limpio con el fin de obtener una figura sin deformaciones o bultos extraños y texturas sin deformaciones. La topología consiste en la forma en que una superficie geométrica esta ordenada y el flujo de la estructura de los vértices, lados y caras (Slick, 2019). Tener un flujo de malla limpio permite que no se generen errores tales como deformación de la geometría, deformación de texturas, sombras en lugares no deseados y finalmente si se requiere animar el elemento 3D, se evita que se deforme de maneras extrañas o no deseadas. Existen algunos puntos clave para que el flujo de malla esté ordenado: 1) Generar polígonos de 4 lados, 2) generar polígonos en lo posible a la forma de un cuadrado y no alargados, 3) generar un orden en el que los polígonos estén alineados evitando cambios bruscos en el flujo de estos, 4) evitar muy poca o gran cantidad de polígonos en áreas donde no se necesite (Thilakanathanstudios, 2019). A continuación, se presenta un ejemplo de topología errónea y correcta:

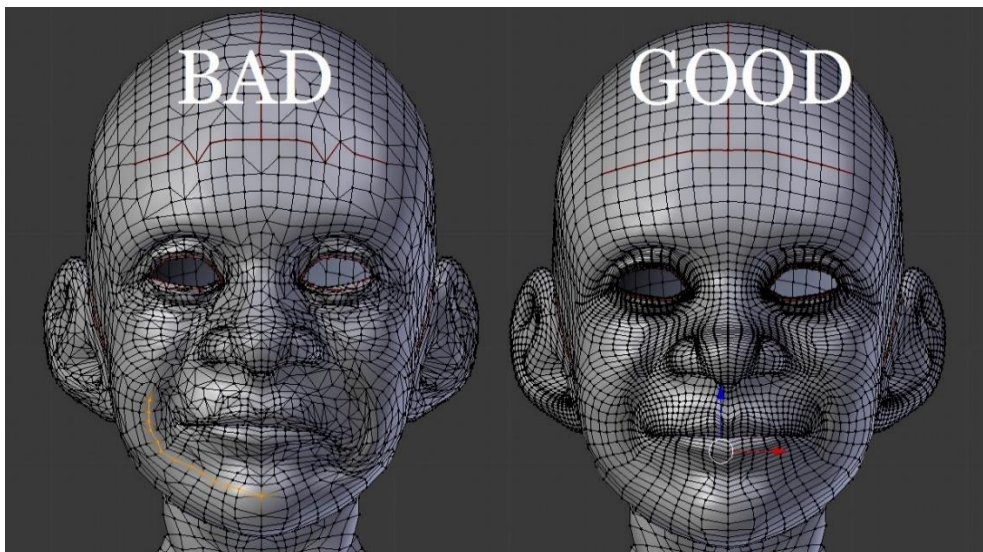


Figura 35. Topología incorrecta y correcta de una malla geométrica. Tomado de: Thilakanathanstudios, 2019

Gracias a todas estas herramientas empleadas en el Modelado 3D, a continuación, se presentan imágenes de las figuras 3D de los autos finales modelados:

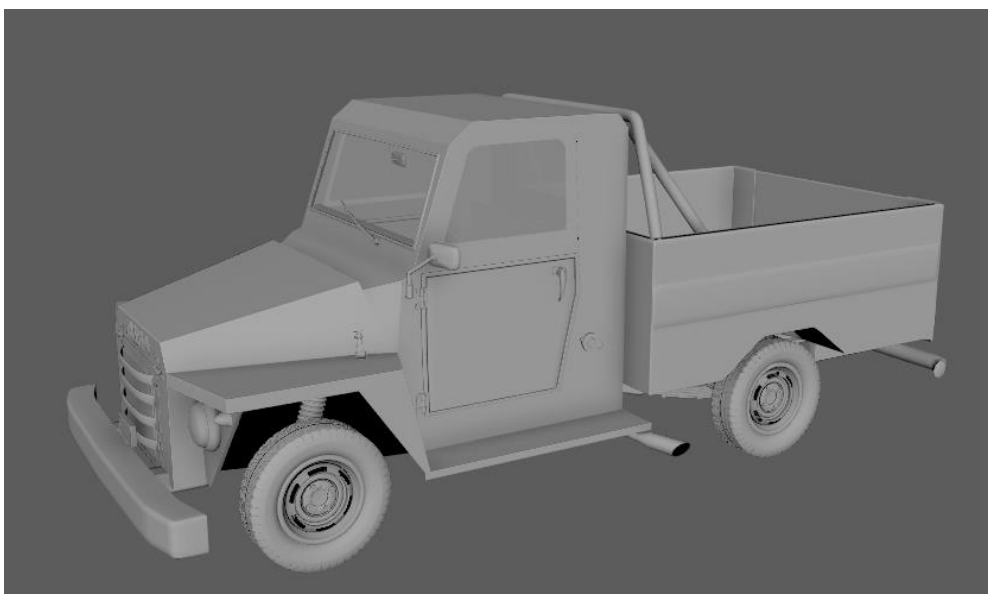


Figura 36. Modelo 3D versión "De fábrica" Tomado de: Realización propia.

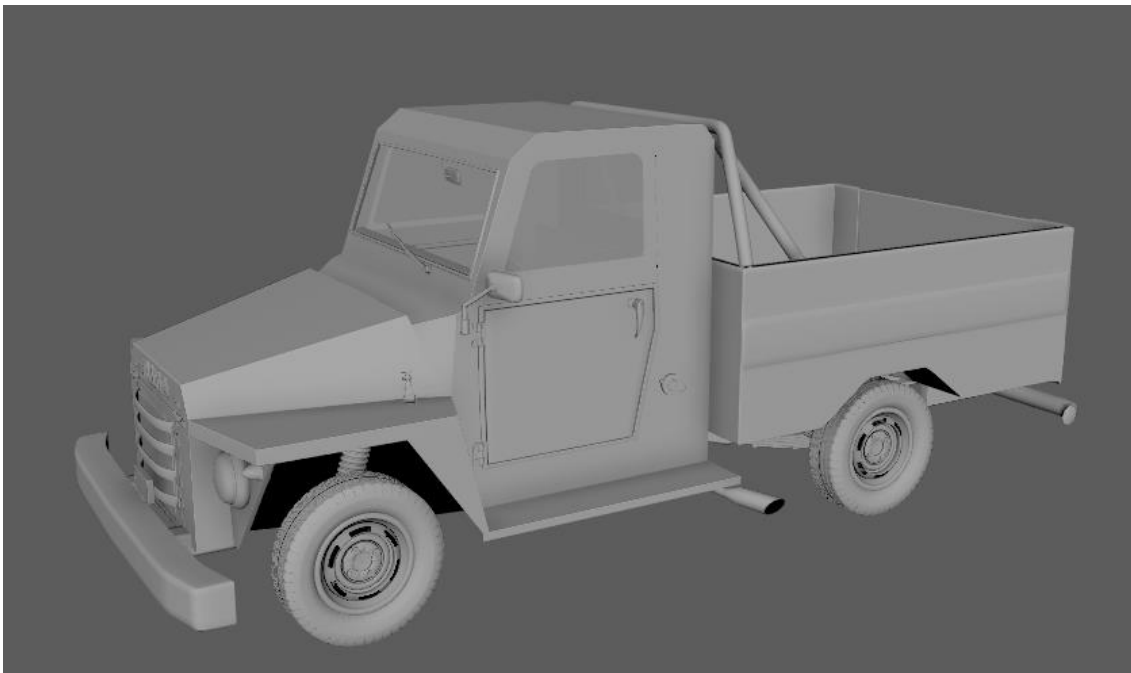


Figura 37. Modelo 3D versión "Unidad 001". Tomado de: Realización propia.



Figura 38. Modelo 3D versión "Tráiler" Tomado de: Realización propia.



Figura 39. Modelo 3D versión "Corazón Andino" Tomado de: Realización propia.



Figura 40. Modelo 3D versión "Chiva" Tomado de: Realización propia.

Finalmente, en el modelado 3D, a parte de los autos, como se propuso en la fase de Pre-producción, se debió crear el escenario virtual 3D de museo de sitio de la planta de ensamblaje de autos de AYMESA. En este espacio virtual se van a situar las versiones del Andino. Para ello fue necesario modelar varios elementos 3D que aporten a esta decoración tales como: paredes, techos, barriles, rótulos, repisas, puertas, edificios, máquinas de ensamblaje de autos, podios, mesas, ventanas, entre otros. A continuación, se presentan algunas imágenes de estos modelos.



Figura 41. Modelo 3D Galpon y elementos de museo en sitio. Tomado de: Realización propia.

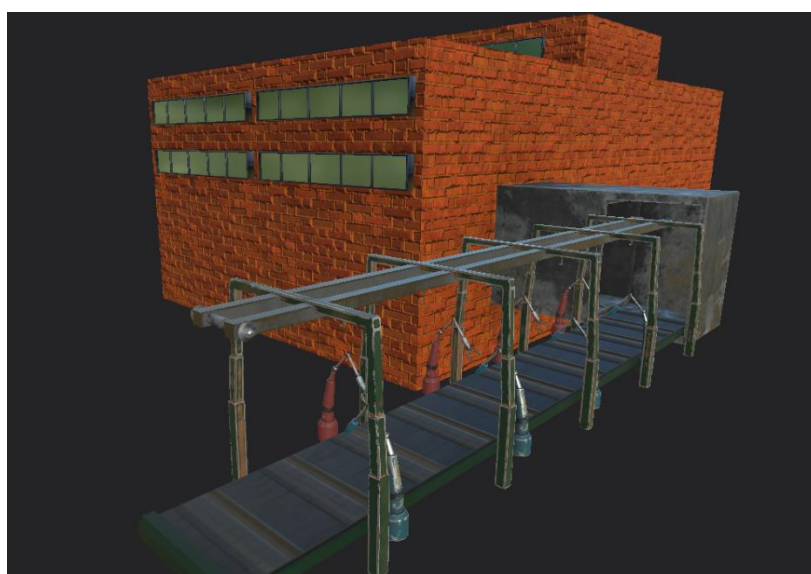


Figura 42. Modelo 3D máquinas de ensamblaje de autos. Tomado de: Realización propia



Figura 43. Modelo 3D separadores. Tomado de: Realización propia

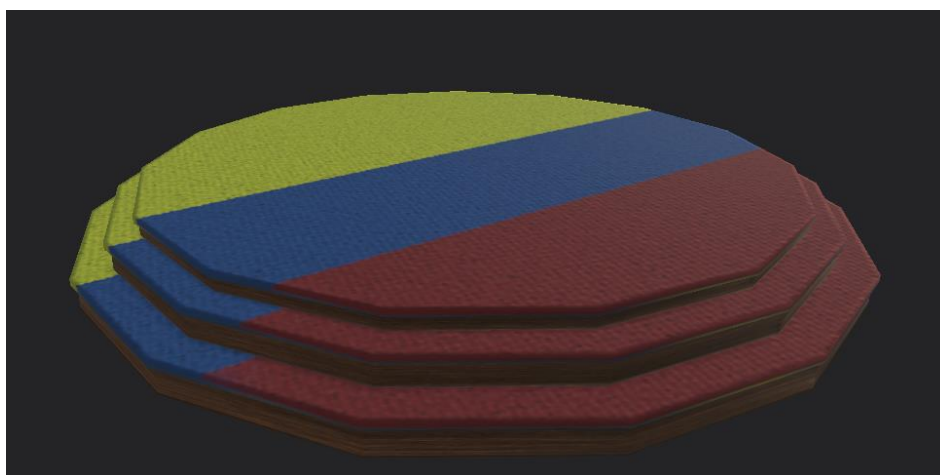


Figura 44. Modelo 3D podio. Tomado de: Realización propia



Figura 45. Modelo 3D podio para libro 3D. Tomado de: Realización propia

Cabe resaltar que además de estos modelos 3D de realización propia, se añadieron algunos elementos 3D de uso libre disponibles en páginas web como CGTrader y Unreal Market Place tales como conos de seguridad, cajas, repisas y muros de cemento. A continuación, imágenes de estos modelos 3D.



Figura 46. Modelo 3D cono de seguridad. Tomado de: Unreal Market Place



Figura 47. Modelo 3D cono de seguridad. Tomado de: Unreal Market Place



Figura 48. Modelo 3D garaje. Tomado de: CGTrader

Finalmente, se debió añadir el libro 3D donde se cuenta la sección de introducción de la narración del museo propuesta en la fase de Pre-Producción. Para este libro se debieron crear texturas en Photoshop de cada página como se aprecia en las Figuras 50 y 51, ver todas en Anexo 3.



Figura 49. Modelo 3D libro. Tomado de: Realización propia



Figura 50. Página 1 de libro 3D. Tomado de: Realización propia



Figura 51. Página 2 de libro 3D. Tomado de: Realización propia

4.3.2. Texturizado

Antes de presentar los modelos texturizados, cabe mencionar que estos modelos fueron hechos de manera optimizada, es decir, con la menor cantidad de polígonos posibles. Como se mencionó en el apartado 2.2.2 mientras menos cantidad de polígonos los archivos demandarán menos recursos a las computadoras o consolas en donde se ejecuten. Este fue un punto clave al realizar este trabajo de titulación pues debido a la cantidad de elementos 3D que

se desarrollaron para el museo Andino, se debió procurar no generar geometrías muy pesadas para que el museo fluya con rapidez. Es por ello que partes que tenían gran cantidad de detalle se decidió aplicar texturas de alta resolución en lugar de agregar una cantidad de polígonos que no soporte la computadora.

Esto no solo es cierto al momento de modelar los autos, sino que al exportar los modelos 3D a programas como Unreal Engine, ya que, si no se posee una computadora potente, no se podrá ejecutar correctamente. Esto lo saben los desarrolladores de juegos y por eso se utilizan modelos 3D simples y se los combinan con texturas de alta resolución que le darán gran cantidad de detalle al modelo final y sin exigir muchos recursos a la plataforma donde se ejecute.

Estas texturas también incluyen los mapas de normales mencionados en el apartado 2.2.2 que, aunque el modelo 3D sea simple, le dan detalles adicionales en donde parece que existe profundidad. A continuación, se presenta la Figura 52 y la Figura 53 que detalla este proceso de polígonos simples con texturas de mapas de normal.



Figura 52. Mapa normal aplicado a la parrilla del Andino. Tomado de: Realización propia.



Figura 53. Mapa normal aplicado al faro del Andino. Tomado de: Realización propia.

Como se puede ver la parrilla modelada en 3D es muy simple pues tiene poca cantidad de polígonos, sin embargo, una vez aplicada esta textura, da la idea que es una rejilla con agujeros pues da una sensación de profundidad. De igual manera, el faro frontal del andino es un modelo circular simple, sin embargo, aplicada la textura, se ven líneas en relieve como los faros reales.

Finalmente, el *software* que se utilizó para aplicar estas texturizas a los modelos 3D se llama Substance Painter. Este programa es una herramienta muy amigable pues ofrece gran cantidad de texturas y herramientas similares a las utilizadas en Photoshop ya que cada modelo 3D puede pintarse por capas. Esto facilita el trabajo ya que capa es independiente y se puede modificar fácilmente sin dañar a otras capas. Para resaltar esta idea se presenta la Figura 50 a continuación:

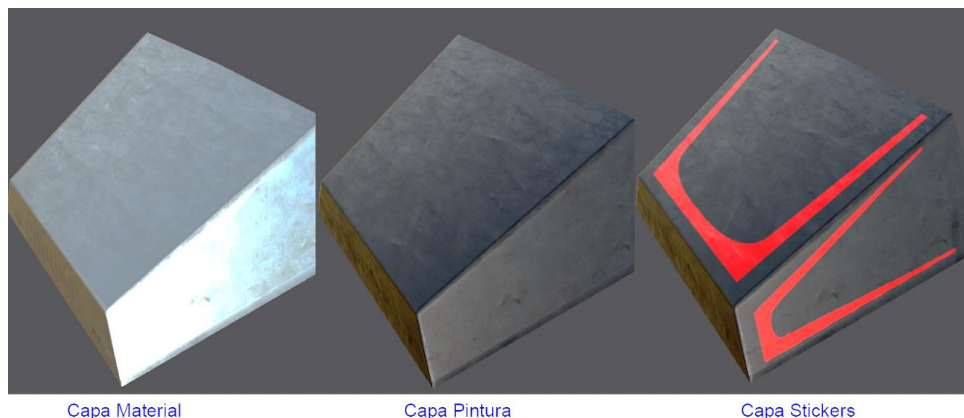


Figura 54. Capas de pintura del capó del Andino 001. Tomado de: Realización propia.

Cada una de las partes del auto son pintadas independientemente por capas y a continuación se presentan algunos los resultados finales de la texturización, ver todo en Anexo 2 Texturizado:



Figura 55. Texturizado Andino versión “De fábrica”. Tomado de: Realización propia.



Figura 56. Texturizado Andino versión “Corazón Andino” Tomado de: Realización propia.

La versión de la Figura 56 de Andino versión “Corazón Andino” se requirió conseguir los logos pegados en el auto. Estos fueron facilitados por el dueño del auto, el señor Danielo Mendieta, el cual muy amablemente proporcionó.

4.3.3. Recolección de audios y grabación de voces

En esta fase se reunieron todos los *foleys* que se usarán en el museo tales como el sonido de las puertas que abren y cierran de cada auto, el sonido de la puerta metálica del galpón, o el sonido de las páginas del libro virtual. Además, se grabaron audios con la descripción de cada auto de tal manera que, al acercarse a uno de ellos, un audio explicativo guiará al usuario. Estas grabaciones se realizaron en Adobe Audition con micrófono en un ambiente cerrado evitando ruidos externos. Una vez grabadas las voces, se limpió cualquier tipo de ruido ambiental utilizando la herramienta de captura de impresión de ruido. Finalmente se ecualizó la voz utilizando el ecualizador paramétrico, el proceso de ecualización consiste en la regulación de frecuencias del sistema de audio de forma separada, con este proceso se puede lograr subir el volumen de los bajos, medios o altos en una voz (Bastarrica, 2019).

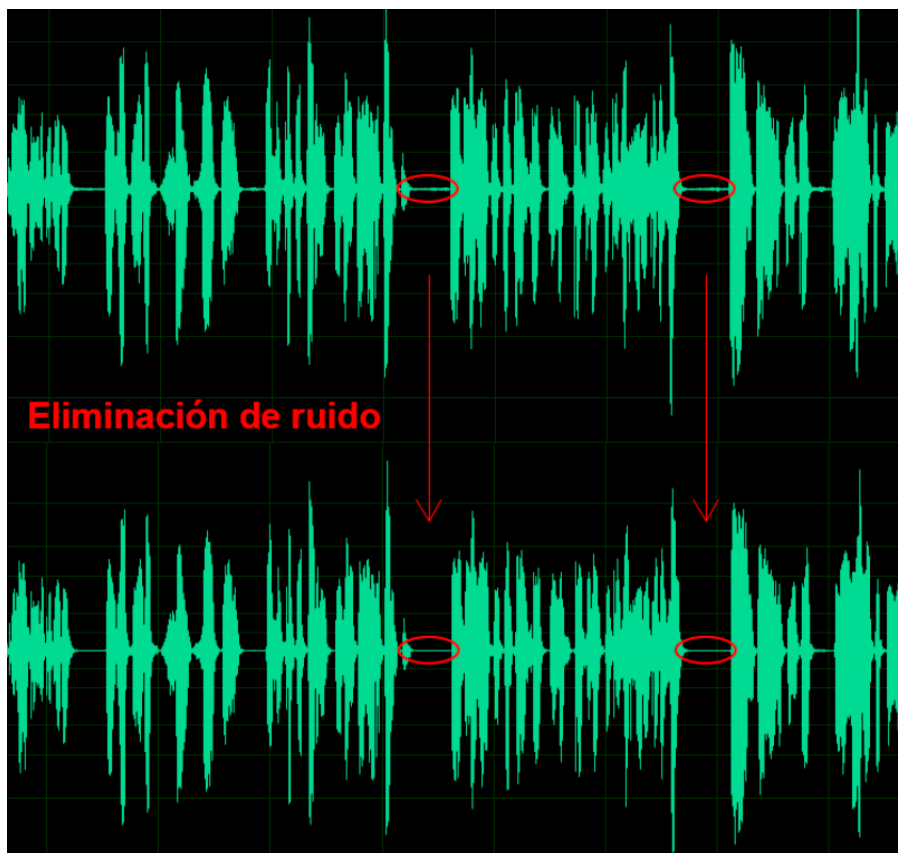


Figura 57. Eliminación de ruido ambiental en grabación de voz de “Andino 001” Tomado de:
Realización propia.

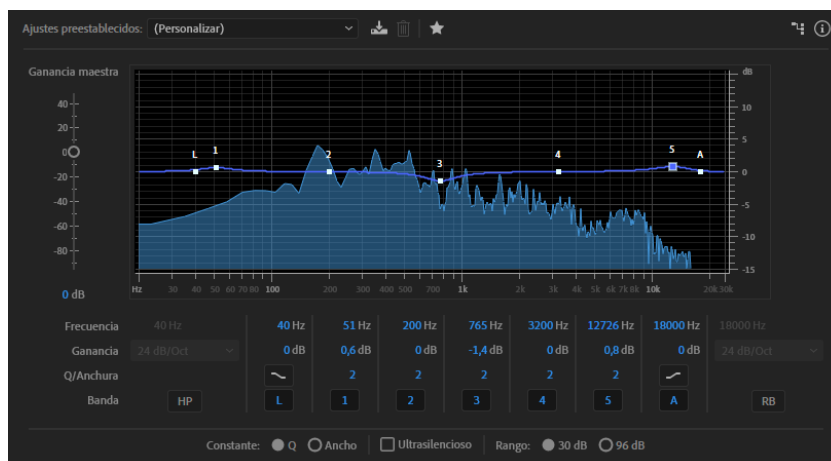


Figura 58. Ecualizador paramétrico “Andino 001” Tomado de: Realización propia.

4.3.4. Montaje del escenario del museo y programación Interactiva en Unreal Engine para ser exportada a la versión *Windows*

La programación del museo y la obtención del producto audiovisual final, fue realizado en Unreal Engine. En este motor se realizó el proceso de montaje de todos los elementos 3D y ponerlos en el orden correcto para formar el escenario de museo de sitio.

Montaje:

El montaje de los elementos 3D en Unreal Engine fue un gran desafío pues existen gran cantidad de elementos 3D y cada uno de estos tiene su textura individual. Esto significa que hay que conectar decenas de materiales y texturas de cada elemento 3D después de haber sido exportadas de Substance Painter.

Una vez organizado el espacio del museo y conectado las texturas se procede a realizar la iluminación de cada elemento cuidando que no haya zonas muy oscuras o claras. Iluminar requiere muchas pruebas y tiempo ya que, al existir tantos elementos, la computadora se demora en calcular el rebote de la luz en

cada objeto. A continuación, se presentan imágenes del museo iluminado:



Figura 59. Iluminación de entrada de Museo Andino. Tomado de: Realización propia.



Figura 60. Iluminación interior de Museo Andino. Tomado de: Realización propia.



Figura 61. Iluminación autos de Museo Andino. Tomado de: Realización propia.



Figura 62. Iluminación exterior de Museo Andino. Tomado de: Realización propia.

Programación:

Partiendo de la naturaleza del museo en Unreal Engine, este se hizo con un “*First Person Character Level*”, o nivel de primera persona. Esto significa que el usuario del museo virtual lo vea desde su perspectiva ya que este navega en el espacio virtual a través de una cámara principal (Unreal Engine, 2019). Es así que el usuario del museo sería la cámara virtual que se muestra en la siguiente figura:

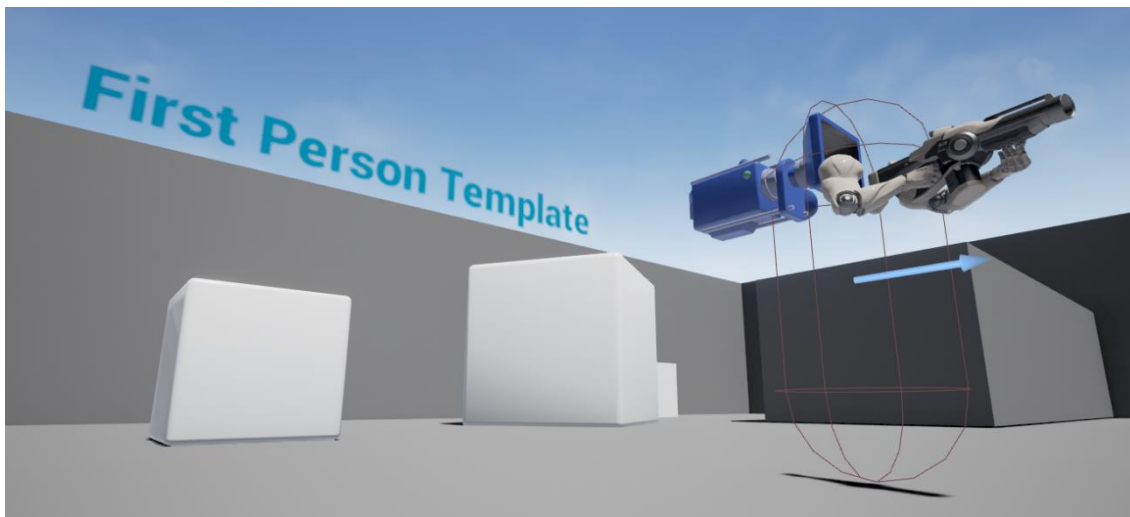


Figura 63. Cámara de nivel de primera persona. Tomado de: Unreal Engine.

A su vez, como se ve en la Figura 63, frente a la cámara, en donde estaría la cabeza y el cuerpo del usuario del museo virtual a modo de nivel de primera persona, existe un área de colisión representada por la cápsula de líneas rojas. Estas colisiones sirven para simular las físicas de un elemento 3D al interactuar con otro ya que determinan los límites de la malla geométrica del objeto (Unreal Engine, 2019) Si se quiere que un elemento interactúe con otro debe agregar una área de colisión como se ve en la Figura 64.

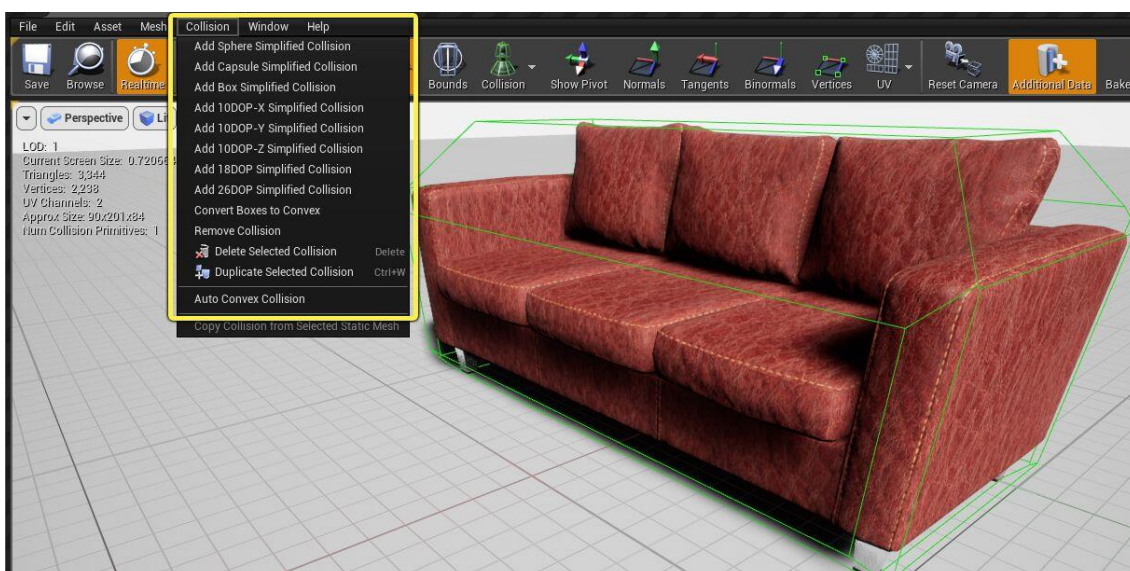


Figura 64. Área de colisión en objeto 3D. Tomado de: Unreal Engine.

Para el presente caso del museo virtual, estas colisiones sirvieron para muchas aplicaciones. Una es que la cámara del nivel de primera persona no atravesase los elementos 3D del museo, si la cámara llega a un auto Andino en específico no lo atravesará, sino que se detendrá hasta topar su malla geométrica rodeada por la colisión.

En cuanto a otras aplicaciones interactivas, tal como se explica en el apartado 2.2.4 de tecnologías interactivas, Unreal Engine trabaja con un sistema de nodos los cuales forman un sistema para ejecutar una acción tal como abrir o cerrar una puerta, cambiar el color de una textura, ejecutar un sonido, etc. A continuación, en la Figura 63 se presenta el mapa de nodos para abrir la puerta del modelo 3D del Andino.

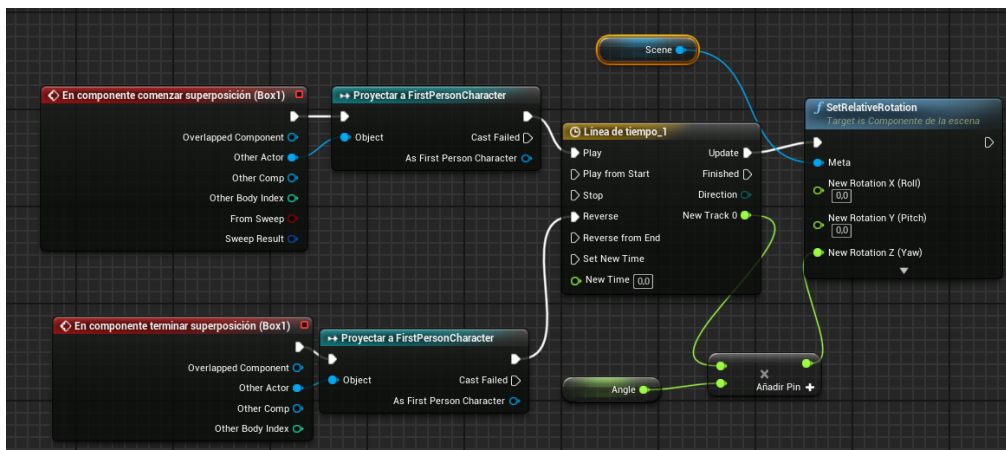


Figura 65. Conexión de nodos para abrir y cerrar puertas. Tomado de: Realización propia.

En el museo virtual existen varios elementos interactivos tales como texturas que cambian de color, luces, sonidos, ventanas gráficas para interfaz del usuario, entre otras. Cada uno de estos elementos cuenta con un mapa de nodos independiente el cual hará funcionar el mecanismo interactivo.

Muchos de estos elementos interactivos fueron hechos con la ayuda del sistema *Collision Boxes* o cajas de colisión, las cuales funcionan como la colisión explicada anteriormente. Es así que cuando la cámara de primera persona toca esta caja de colisión se ejecuta una acción en específico. En la Figura 66 se

observa la caja de colisión de la puerta del auto Andino, la cual al toparla ejecuta las acciones de abrirla o cerrarla.

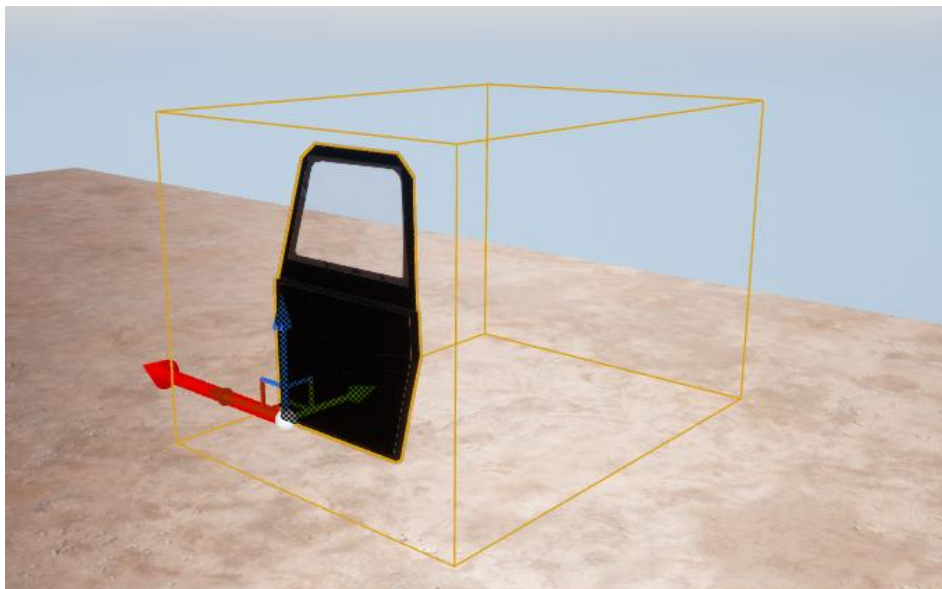


Figura 65. Caja de colisión en puerta 3D de auto Andino. Tomado de: Realización propia.

4.3.5. Pruebas del museo virtual en html5

Se hicieron pruebas para ser exportado a html5, sin embargo, debido a que Unreal Engine 4 ya no soporta este método, se debió explorar *plugins* y clones del programa para exportarlo. El resultado no fue adecuado debido al tamaño final de la aplicación y al tiempo que tomo en cargar la en la web, a la lentitud y fluidez con que se ejecutaba la aplicación, a la calidad de las texturas y la resolución de la iluminación como se puede ver en la Figura 66 a continuación:



Figura 66. Comparación museo virtual en Windows vs html5. Tomado de: Realización propia.

Cabe mencionar que se deben considerar las limitaciones de la plataforma en donde se ejecute ya que el producto final podría demandar muchos recursos debido a la gran cantidad de elementos 3D, texturas de alta resolución, audios, entre otros. Para el caso de probar el museo en espacios culturales, y aplicarlo a lentes de realidad virtual fue imposible debido a la pandemia y a que no se contaba con el equipo tecnológico necesario. Es por ello que el producto final estará exportado como una aplicación para ordenador con Windows y para motivos de pruebas a usuarios durante la pandemia COVID-19 se realizará un video donde se ejecute el museo en un ordenador.

4.4. Post-Producción

En esta fase se procedió a ajustar el look final del museo. Esto consiste en la corrección de color la cual está también relacionada con la iluminación de cada elemento del museo de tal manera que exista un contraste de colores adecuado y una iluminación global que parezca real. Aunque el proceso de iluminación se realizó en la fase de producción, en post producción se requirió hacer algunos

ajustes. En post producción también se procedió a regular el audio global del museo procurando que no existan sonidos con un volumen muy bajo o alto. Esto se hizo de manera rápida cambiando los decibeles en el multiplicador de audio en el nodo de sonido 2D de Unreal Engine.

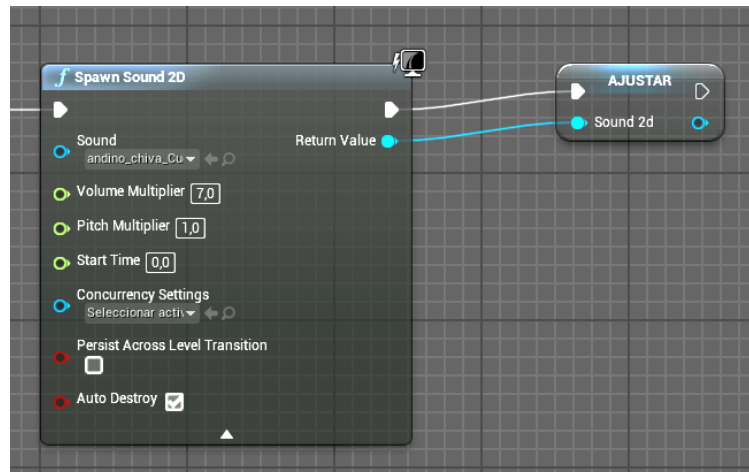


Figura 67. Nodo multiplicador de audio sonido 2D en Unreal Engine. Tomado de: Realización propia.

Por otra parte, se hicieron ajustes en la programación interactiva que pudiera tener errores o funcione de una manera que no sea adecuada. Esto fue el caso de las puertas y luces de autos, los cuales en un inicio funcionaban si el participante ejecutaba un comando específico. Sin embargo, se quería que la experiencia del museo fuera más cómoda y amigable para el usuario y que este no tenga que realizar demasiadas acciones que sean repetitivas para que los elementos funcionen. Es por ello que ahora estos elementos funcionan mediante la proximidad del usuario al elemento de interés. Esto hace que el usuario viva la misma experiencia de una manera más cómoda.

Finalmente, en esta fase se optimizó el espacio del museo ya que se estaba cometiendo el error de introducir demasiados elementos 3D en el espacio virtual, haciendo que este se perciba demasiado saturado. Cada objeto debe aportar a la narrativa del museo de sitio, pero no se debe exagerar con elementos que no aporten nada a la experiencia virtual. Este proceso no solo hizo que el museo de sitio se perciba más ordenado y agradable a la vista, sino que hizo que el tiempo de cálculo de iluminación sea menor.

4.4.1. Pruebas del museo en participantes y encuestas en base a video de presentación

Una vez que se obtuvo el museo virtual funcionando para un ordenador Windows 64 bits se procedió a hacer la pruebas en los usuarios. Estas pruebas estaban pensadas a hacerse mediante un *focus group*, sin embargo, debido a la pandemia del COVID-19, esto fue imposible debido al riesgo de contagio. Por esta razón, se decidió testear el museo mediante internet realizando un video en donde se ejecuta el museo en un ordenador.

En este video se graba el museo virtual revisando todos los elementos que contiene que incluyen una vista general del museo, el estudio de la información del libro virtual, y revisar cada modelo del Andino en conjunto con sus audios explicativos. Para que este video se grabó una voz aparte que sirvió como una especie de moderador del museo. Una vez terminado el video se lo subió a la plataforma YouTube y se adjuntó un link de Survey Monkey con la encuesta a los participantes. Aquí el link del video:

https://www.youtube.com/watch?v=xgfv_Pz-DfI

El objetivo del video y las encuestas fue comprobar que el trabajo de titulación cumple con el objetivo general de ser un museo virtual que sirva para conservar el auto Andino en donde las personas conozcan sobre este tema. Para ello fue necesario comprobar que la percepción de los encuestados, es esencialmente la de un museo donde lo que se comunique sea adecuado para ellos.

Según el apartado 2.1.1 del capítulo de estado de la cuestión, donde se repasa la definición de un museo virtual; se dice que es un espacio de objetos digitales, los cuales trascienden los medios tradicionales, ofrecen comunicación e interactividad y su información puede diseminarse a todo el mundo. Además, según la ICOM se dice que un museo es un espacio para conservar y proteger

patrimonio. En base a estas definiciones y objetivos se realizaron las preguntas que se pueden ver en el Anexo 4 de Preguntas.

4.4.3. Resultados de encuestas

Estos resultados han sido sumamente satisfactorios para cumplir el objetivo de crear un museo virtual debido a que el público objetivo considera al Andino como parte de la historia del Ecuador, considera que la información que se comunica es adecuada y recomendaría esta experiencia a un conocido. Además, se considera un medio digital útil para conservar el Andino. Se hablará más a detalle de estos resultados en el capítulo de conclusiones y recomendaciones y los resultados estadística a cada pregunta se encuentra en el Anexo de Resultado de Encuestas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

A partir de la investigación a fuentes bibliográficas académicas, se ha concluido que un museo virtual es una herramienta que parte de la idea de un museo tradicional. Su función es conservar, difundir y enseñar acerca de patrimonio que tenga un valor histórico, artístico o educativo. Sin embargo, la diferencia a un museo tradicional, es que este atraviesa barreras físicas y se vale de diversas herramientas interactivas e innovadoras para mantener y despertar el interés del público.

En la actualidad existen gran cantidad de museos virtuales alrededor del mundo. Algunos de ellos tienen un formato completamente digital como lo es el museo de recorridos virtuales de Google; mientras que otros han combinado lo digital con lo físico como el Museo de Arte Moderno en Manhattan. Además, Ecuador también posee algunos ejemplos tales como los tours virtuales administrados por el Ministerio de Cultura y Patrimonio o el museo de las islas Galápagos con la aplicación Maprae donde se combinan elementos físicos y digitales.

En la creación de museos virtuales existen diversas herramientas y técnicas que se están utilizando para su desarrollo. Empezando con aplicaciones simples como visualizar una imagen digital en una pantalla y poder ampliarla o rotarla, hasta técnicas más complejas como la realidad virtual o incluso la realidad aumentada. En cuanto a la réplica de elementos físicos a 3D, existen diversas técnicas de modelado 3D las cuales brindan mayor o menor detalle según su uso.

Para la finalización del museo virtual del Andino propuesto en este proyecto de titulación, se logró hacer 5 réplicas 3D del auto. La primera consistió en el modelo de fábrica mientras que las otras cuatro fueron versiones tuneadas del mismo tales como la unidad 001, el Andino a modo de tráiler, de chiva y la versión Corazón Andino, llamada así por su dueño.

Para la entrega del trabajo de titulación, se exportó el museo virtual para la versión Windows. Se hicieron pruebas para exportarlo a web sin resultados satisfactorios pues se perdió gran cantidad de calidad de imagen y funcionamiento lento debido a que la aplicación fue hecha en Unreal Engine 4.24 la cual ya no soporta exportar a web. En cuanto a pruebas en espacios culturales no se pudieron realizar por motivo de la pandemia, y en el caso de probar o adaptar el museo a lentes de realidad virtual no se pudo hacer debido a que no se contaba con el equipo necesario.

En base los resultados de las encuestas, en los rangos de totalmente de acuerdo y de acuerdo con porcentajes del 54,4% y 39,39%, respectivamente, el público objetivo considera a los espacios digitales como un medio para difundir conocimiento que los espacios tradicionales están perdiendo. Por otra parte, consideran que el Andino si se debería conservar como patrimonio histórico para futuras generaciones en un 97,94%.

En cuanto a la cantidad de información presentada en el museo, los encuestados consideran que fue adecuada para un fin educativo-cultural en los rangos de totalmente suficiente y suficiente, con 44,9% y 41,84%, respectivamente. Con un porcentaje de 64,65% y 33,33% califican de muy útil y útil, respectivamente, el uso de medios digitales para conservar patrimonio. Además, el público objetivo afirma que recomendaría productos de contenido histórico-nacional a un conocido con el 47,47% de totalmente probable y 49,49% probable.

5.2. Recomendaciones

Como requisitos principales a lo que se necesita para crear un museo virtual. Se recomienda que este debe contener un elemento con valor artístico, histórico o cultural. Además, un museo virtual debe difundir este contenido atravesando barreras físicas y hacer de este una experiencia interesante e interactiva que promueva y mantenga el interés del público objetivo.

Si bien la tecnología es un gran aliado para la difusión de contenido, no se debe prestar demasiada o única atención a los elementos interactivos, tecnológicos, a la estética o al espectáculo de la experiencia virtual. Se debe tener muy presente la parte fundamental que es la de comunicar contenido. Es decir, la parte conceptual, la historia, el arte, difusión y conservación debe ser la raíz de un museo tradicional o virtual.

Existen diversas técnicas y herramientas para la generación y replica de objetos en 3D que se utilizan en museos virtuales, sin embargo, se recomienda que antes de elegir una, se piense si el tipo de geometría es más orgánica o más geométrica. Además, si se busca un nivel de precisión al modelo físico mayor o menor.

En base al desarrollo de este museo virtual donde los elementos 3D fueron hechos utilizando la técnica de modelado 3D y el montaje del museo y programación fue hecho en Unreal Engine; se recomienda primero considerar el tamaño de las texturas y la complejidad de las geometrías debido a que, si se exagera en estas, los archivos serán muy pesados. Esto ocasiona que el cálculo de la iluminación en Unreal Engine tome más tiempo y la aplicación final sea muy grande y demande muchos recursos en la máquina donde se ejecute.

En base a las pruebas del museo andino en una versión html5 revisadas en el Capítulo IV, sección 4.1.2 producción, se recomienda que si se desea crear un museo virtual para una web. El tamaño de la aplicación no sea muy extensa. Esto incluye generar geometrías 3D simples y texturas pequeñas. Esto es debido a que el tiempo de carga en la web podría ser muy largo y la aplicación no se ejecute con fluidez. Además, no se recomienda realizarlo en Unreal Engine ya que este ya no soporta exportar a html5.

REFERENCIAS

- ¿Qué es el “mapping”? la técnica aplicada en algunas obras de la Fiesta de la Luz. (9 de agosto de 2018). *El Comercio*, [Figura 7]. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/tendencias/mapping-tecnica-aplicada-fiestadelaluz-quito.html>
- Andino: una historia que aún se escribe. (5 de julio de 2013). *El Comercio*, [Figura 12]. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/deportes/andino-historia-que-se-escribe.html>
- Andrews, J., y Schwibenz, W. (1998). *New Media for Old Masters: The Kress Study Collection Virtual Museum Project*. [Nuevos medios para maestros antiguos: el Proyecto del Museo Virtual del estudio de la colección de Kress]. *Art Documentation*, 17 (1), 19-27.
- Autopasión18. (s.f.). BTV basic transportation vehicle. [BTV vehículo de transporte básico], [Figura 8]. Recuperado de [http://www.autopasion18.com/HISTORIA-BTV%20\(Basic%20Transportation%20Vehicle\)%20\(GM\).htm](http://www.autopasion18.com/HISTORIA-BTV%20(Basic%20Transportation%20Vehicle)%20(GM).htm)
- Autodesk Maya. (2019). Make it with Maya computer animation software. [Hazlo con el software de animación por ordenador Maya]. Recuperado de <https://www.autodesk.com/products/maya/overview>
- AYMESA. (2013). *La Primera Ensambladora de Vehículos en el Ecuador*, [Figura 9]. Recuperado de <https://web.archive.org/web/20180219150136/http://www.aymesa.ec/index.php/historia>
- Aymesa Andino Facebook. (2013). *Aymesa Andino*, [Figura 11]. Recuperado de <https://www.facebook.com/192932827579733/posts/d41d8cd9/523021707904175/>
- Bastarrica, F. (2019). Ecuálización de audio: definicion y conceptos. Recuperado de: <https://www.franciscobastarrica.com/ecualizacion-de-audio-definicion/>
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Roueche, C., y Olabe, J. (2007). *Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente*. Recuperado de <http://files.trendsandissues.webnode.com/200000010-3884839004/educamadrid-2007.pdf>
- Bowman, B. (2013). *1974 Basic Transportation Vehicle*. [1974 vehículo de transporte básico]. *Heritage Center. Generations of General Motors History*. Recuperado de

https://web.archive.org/web/20130923081101/http://history.gmheritagecenter.com:80/wiki/index.php/1974_Basic_Transportation_Vehicle

- Cain, J. (2016). Mark Rainey Appointed Director, Dealer Development. [Director designado Mark Rainey, desarrollo de proveedores]. *GM Corporate News Room*. Recuperado de <https://media.gm.com/media/us/en/gm/news.detail.html/content/Pages/news/us/en/2016/may/0531-rainey.html>
- Caro, J. (2012). Fotogrametría y modelado 3D: un caso práctico para la difusión del patrimonio y su promoción turística. 9º Congreso Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Congreso llevado a cabo en Andalucía, España.
- Caro, J., Luque, A., y Zayas, B. (2014). Aplicaciones tecnológicas para la promoción de recursos turísticos culturales. Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica. Congreso llevado a cabo en Alicante, España.
- Carreras, C. (2014). Los Proyectos de Educación en museos a través de las nuevas tecnologías. *Revista de los Museos de Andalucía, Año III(5)*. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Cesar_Carreras/publication/28303698_El_estudio_sobre_el_impacto_de_las_nuevas_tecnologias_en_el_publico_de_los_museos/links/0046351f17cf8bdf68000000.pdf#page=35
- Corazón Andino, una travesía ecuatoriana de principio a fin. (3 de diciembre de 2011). *El Comercio*. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/deportes/carburando/corazon-andino-travesia-ecuatoriana-principio.html>
- De la Torre-Cantero, j., Saorín, j., Meier, C., Mellán-Díaz, D., y Alemán, M. (2015). Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D de bajo coste para uso en entornos educativos. *Revista Arte, individuo y sociedad*, 27(3), 429-446. Recuperado de https://doi.org/10.5209/rev_ARIS.2015.v27.n3.45864
- Díaz, F., Jiménez, J., Barreda, A., Asensi, B., y Hervás, J. (2015). Modelado 3D para la generación de patrimonio virtual. *Virtual Archeology Review*, 6(12), 29-37. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5488605>
- Egea, J. (2015). Desarrollo de un videojuego con Unreal Engine 4 (tesis de pregrado). Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig, España.
- Elisondo, R., y Melgar, M. (2015). *Museums and the Internet: Contexts for innovation*. [Museos y el Internet: contextos para la innovación]. *Innovación educativa (México, DF)*, 15(68), 17-32. Recuperado de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732015000200003&lng=es&tlng=en.

- Escrivá, E. y Madrid, G. (2010). El Mundo Virtual en la Restauración. Aplicaciones Virtuales para la Conservación y Restauración del Patrimonio. *Arché*, (4-5),11-20. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10251/30147>
- Fernández, F. (2011). *Modelado, Texturizado y ajuste de malla*. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/30045016.pdf>
- Flicker. (2019). *Bedford Harimau Malasya*, [Figura 20]. Recuperado de <https://www.flickr.com/photos/38005861@N08/albums/72157627856838341/with/6282259949/>
- Free3DTutorials. (2010). *Modeling Foot in Maya*, [Figura 14]. <http://www.free3dtutorials.com/modeling-foot-in-maya.php>
- Fundación Telefónica. (2011). *Realidad Aumentada: Una Nueva Lente para Ver el Mundo*. España: Fundación Telefónica. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=OXHmCgAAQBAJ>
- García, M. (16 de noviembre de 2016). Hecho en Ecuador: La historia de los autos ensamblados en el país. *Diario Expreso*. Recuperado de <https://www.expreso.ec/vivir/ecuador-autos-historia-ensamblaje-marcas-DJ856647?fbclid=IwAR1E8IFa0AKs--4Jgd9tDZpxm-owFZRKMg-gxqSkA7YJLhoJuSquJugG-c>
- Gil-Melitón, M., y Lerma, J. (2016). Nuevas puertas virtuales al mundo de la preservación, y difusión del patrimonio histórico militar. 8° *International congress on archaeology, computer graphics, cultural heritage and innovation*. [Congreso de arqueología, computación gráfica, herencia cultural e innovación]. Congreso llevado a cabo en Valencia, España.
- Hirtz, C. (2012). *Travesía Corazón Andino*, [Figura 21]. Recuperado de <https://www.facebook.com/100382033372553/photos/a.133578340052922/249433438467411/?type=3&theater>
- ICOM (2018). Definición de Museo. Recuperado de: <https://icom.museum/es/recursos/normas-y-directrices/definicion-del-museo/>
- INEC (2018). Tecnologías de la información y comunicación. Encuesta multipropósito. Recuperado de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2018/201812_Principales_resultados_TI_C_Multiproposito.pdf
- Kravetz, T. (2015). La mirada de los otros. Cruces y encuentros entre los museos y los modos de ver virtuales. 11° Jornada de Sociología.

Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

- La chiva quiteña. (2018). *El Comercio*.
https://especiales.elcomercio.com/patrimonio_quito/chiva/
- Linne, J. (2014). Dos generaciones de Nativos Digitales. *Revista Brasileira de Ciências de la Comunicación*, 37(2). Recuperado de
<http://www.portcom.intercom.org.br/revistas/index.php/revistaintercom/article/view/2116/1824>
- Margareto, R. (2013). Los recursos educativos a través de los museos virtuales. (tesis de grado). Facultad de educación, Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/6925/TFG-L736.pdf;jsessionid=E1B7194717A86A7AE524B622093B3FDA?sequence=1>
- Mera, L. (2017). Aplicación Móvil con realidad aumentada como herramienta para la obtención interactiva de información de los objetos expuestos en el museo universitario Pacocha de la ciudad de Manta (tesis de pregrado), [Figura 5 y 6]. Universidad Laica Eloy Alfaro, Manabí, Ecuador.
- Merchan, P. (17 de abril de 2017). El museo Interactivo de Ciencia es una opción en el feriado en Quito. *El Comercio*. Recuperado de
<https://www.elcomercio.com/actualidad/museo-interactivo-ciencia-opcion-feriado.html>
- Ministerio de Cultura y Patrimonio. (2019). *Tour Virtual 3D interactivo*, Museos Nacionales del Ecuador. Recuperado de
<http://museos3d.culturaypatrimonio.gob.ec/index.html>
- Moreirai, J. (2008). Andino Mi Chivita [Figura 22]. Recuperado de
https://es.wikipedia.org/wiki/Andino_Aymesa.
- Morelli, R., Pangia, H., y Án Nieva, L. (2015). Modelado Paramétrico 3D, Render y Animación con software libre: Interacción FreeCAD + Blender (tesis de posgrado). Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad de Rosario, Argentina.
- Moreno, I. (2015). Interactividad, interacción y accesibilidad en el museo transmedia. *Revista de Estudios de Comunicación*, 20(38), 87-107. Recuperado de
<http://www.ehu.eus/ojs/index.php/Zer/article/view/14784/13064>
- Musei Vaticani. (2019). *Museos del papa*. Recuperado de
<http://www.museivaticani.va/content/museivaticani/es.html>
- Museo Interactivo de Ciencia. (2019). *Fundación Museos de la Ciudad*. Recuperado de <http://www.museo-ciencia.gob.ec/>

- Navarro, A., y Moreno, I. (2014). Redefinición de las TIC en el museo del discurso invasivo al inclusivo. *Revista Complutum*, 26(02). Recuperado de <https://eprints.ucm.es/36343/1/Redefinici%C3%B3n%20de%20las%20TIC-I.%20Moreno.pdf>
- Ortiz, D. (10 de junio de 2014). El patrimonio en Ecuador se cuida desde varios frentes. *El Comercio*. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/tendencias/patrimonio-cultural-cultura-ecuador-varios-frentes-conservacion.html>
- Otero, A., y Flores, J. (2011). Realidad Virtual: Un medio de comunicación de contenidos. *Revista ICONO14, Año 9(2)*. Recuperado de <https://icono14.net/ojs/index.php/icono14/article/view/28/41>
- Patio Tuerca. (2018). *Andino el carro divino*, [Figura 10]. Recuperado de <https://ecuador.patiotuerca.com/blog/andino-el-carro-divino/>
- Peralta, E., y Moya, R. (2007). *Quito, Patrimonio Cultural de la Humanidad*. Quito, Ecuador: Maxigraf S.A.
- Pereira-Uzal, J., y Robledano-Arillo, J. (2013). Uso de tecnologías 3D en la digitalización y difusión de documentos de alto valor patrimonial. *Revista EPI*, 22(3). Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/EPI/issue/viewFile/1449/57#page=23>
- Quijano, M. (2012). *Revolución de los museos*. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=-KrHCgAAQBAJ&pg=PA78&lpg=PA78&dq=museos+transformados+a+la+s+nuevas+generaciones&source=bl&ots=FVfuuB_1Zd&sig=ACfU3U0BQpvCdEHT9VOMsQTBzsVI0oP4Vw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj6wpXXqoTqAhVERTABHYTvAa8Q6AEwAXoECAgQAQ#v=onepage&q=museos%20transformados%20a%20las%20nuevas%20generaciones&f=false
- Regil, L. (2006). Museos Virtuales: Entornos para el Arte y la Interactividad. *Revista digital universitaria UNAM*, 7(9). Recuperado de http://www.revista.unam.mx/vol.7/num9/art78/sept_art78.pdf
- Robles, M., Feito, F., Jiménez, j., y Segura, R. (2012). Tecnologías para museos virtuales en dispositivos móviles. *Virtual Archeology Review*, 3(7). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4343241>
- Ruiz, D. (2011). Realidad aumentada y Patrimonio Cultural: nuevas perspectivas para el conocimiento y la difusión del objeto cultural. *Revista electrónica Erph*, 11 (8). Recuperado de http://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/21792/ruiz_torres_realidad_aumentada_y_patrimonio_cultural.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Ruiz, D. (2012). La Realidad aumentada: un nuevo recurso dentro de las tecnologías de la información y comunicación para los museos del siglo XXI. *Revista Intervención (México DF)*, 3(5). Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-249X2012000100006
- Salazar, J. (2018). La Historia del Auto Hecho en Ecuador. *Patio Tuerca*. Recuperado de <https://patiodeautos.com/general/la-historia-del-auto-hecho-en-ecuador/>
- Saorín, J., Torre-Cantero, J., Meier, C., Melián, D., Ruiz, C., y Bonnet, A. (2016) Creación, visualización e impresión 3D de colecciones online de modelos educativos tridimensionales con tecnologías de bajo coste. *Revista Education in the Knowledge Society*, 17(3), 89-108. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/5355/535554763006.pdf>
- Slick, J. (2019). The definition of topology and its purpose in 3 animation. Recuperado de: <https://www.lifewire.com/topology-in-3d-animation-2181>
- Suárez, J. (2015). *Análisis de los efectos de la implementación de un sistema andón en una planta ensambladora de vehículos para el aumento de la productividad: Caso AYMESA S.A.* (Trabajo de Grado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- The Blueprint. (2019). *Ford Mustang (GT) 2017*, [Figura 13]. Recuperado de https://www.the-blueprints.com/vectordrawings/show/15245/ford_mustang_gt/
- Thilakanathanstudios. (2019). *Why do we need topology in 3D Modeling*. Recuperado de: <http://thilakanathanstudios.com/2016/09/why-do-we-need-topology-in-3d-modeling/>
- Torres, R. (Diciembre, 2013). Problemas de las TICS en el Museo Contemporáneo. *Revista de Patrimonio Histórico*, 13(13), [Figura 4]. Recuperado de <http://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/36008/instituciones-estudios.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Turrión, C. (2019). *Introducción al modelado 3D*, [Figura 15]. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/introduccion-modelado-3d.html>
- UNESCO. (1972). *Convención sobre la protección del patrimonio mundial cultural y natural*. Convención llevada a cabo en París, Francia. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000002091>
- UNESCO. (1954). *Acata final de la conferencia intergubernamental sobre la protección de los bienes culturales en caso de conflicto armado*.

Convención llevada a cabo en La Haya, Países Bajos. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000082464.page=66>

Unreal Engine. (2019). *Unreal Engine Features*. Recuperado de: <https://www.unrealengine.com/en-US/features>

Unreal Engine. (2019). *First Person Template*. Recuperado de: <https://docs.unrealengine.com/en-US/Resources/Templates/FirstPerson/index.html>

Unreal Engine. (2019). *Setting up collisions with static meshes*. Recuperado de: <https://docs.unrealengine.com/en-US/Engine/Editor/ScriptingAndAutomation/HowTos/SettingUpCollisionProperties/index.html>

Uriarte, O. (2017). Así conectan los museos con las nuevas generaciones. Recuperado de: <https://www.elmundo.es/promociones/native/2017/10/16c/>

Velasco, H. (2012). Las amenazas y riesgos del patrimonio mundial y del patrimonio cultural inmaterial. *Anales del Museo Nacional de Antropología*, 14, 10-19. Recuperado de <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:500383-Articulos-5575/Documento.pdf>

Vlahakis, V, Karigiannis, J., Tsotros, M., Gounaris, M., Almeida, L., Stricker, D...y Ioannidis, N. (2001). *ARCHEOGUIDE: First results of an Augmented Reality, Mobile Computing System in Cultural Heritage Sites*, [Figura 3]. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Didier_Stricker/publication/220955275_ARCHEOGUIDE_first_results_of_an_augmented_reality_mobile_computing_system_in_cultural_heritage_sites/links/0046351acf4b16b74600000/ARCHEOGUIDE-first-results-of-an-augmented-reality-mobile-computing-system-in-cultural-heritage-sites.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

Solicitud de permiso a AYMESA

Representantes
Empresa AYMESA
Presente

Quito, 16 de abril de 2020

De mis consideraciones:

Enviamos un cordial saludo desde la Coordinación de Multimedia y Producción Audiovisual, Facultad de Comunicación y Artes Audiovisuales de la Universidad de las Américas. El motivo de este documento es para solicitar su autorización para recopilar material audiovisual de AYMESA referente al automóvil Andino, al estudiante Carlos David Trujillo Romero, de cédula de identidad 172255246-8, quien se encuentra actualmente estudiando en su semestre final dentro de la Carrera de Multimedia y Producción Audiovisual de la UDLA.

El estudiante se compromete a utilizar el material recopilado para fines única y exclusivamente académicos.

Gracias de antemano por su amable atención a este tema.

Atentamente,



Patricio David Escobar Jaramillo
COORDINADOR DE LA CARRERA DE MULTIMEDIA Y PRODUCCIÓN AUDIOVISUAL
FACULTAD DE COMUNICACIÓN Y ARTES AUDIOVISUALES
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS


Patricio David Escobar Jaramillo
Coordinador de la Carrera de Multimedia y Producción Audiovisual
Facultad de Comunicación y Artes Audiovisuales
Universidad de las Américas

ANEXO 2
Texturizado de modelos Andino



ANEXO 3

Páginas libro virtual

<p style="text-align: center;">Bienvenido al Museo Virtual del Andino</p>  <p style="text-align: center;">El primer auto fabricado en Ecuador</p>	 <p style="text-align: center;">En el año 1970 se constituye AYMESA, la primera empresa automotriz en Ecuador, que se encargaba de distribuir las marcas de Vauxhall y Bedford.</p>	 <p style="text-align: center;">En 1973 AYMESA adapta el programa Vehículo de Transporte Básico o BTV por sus siglas en inglés, el cual impulsó el gobierno de Guillermo Rodríguez Lara.</p>
 <p style="text-align: center;">Clientes potenciales del BTV</p> <p>EL BTV fue una iniciativa de General Motors y Vauxhal para instalar plantas de fabricación de autos en países en vías de desarrollo.</p>	<p style="text-align: center;">Folleto BTV-GM</p> 	 <p style="text-align: center;">Es así que en 1973 nace el ANDINO, el primer vehículo motorizado producido en el país.</p>
<p>El programa BTV tenía los siguientes objetivos:</p>  <p>Ofrecer un vehículo económico que pueda adquirir la clase trabajadora.</p>	 <p>Ofrecer un vehículo simple pero duradero que tenga varios usos en el transporte de personas y productos.</p>	 <p>Impulsar la industria automotriz y generar plazas de empleo en el país de destino.</p>
<p style="text-align: center;">Su Éxito</p>  <p>Para 1975 se llegaron a producir 1000 unidades. Además, este modelo se utilizó de prototipo para otros países que adoptaron el BTV.</p>	<p style="text-align: center;">Orgullo y Legado en Ecuador</p>  <p>Aún existen algunos ejemplares circulando. Muchos de los cuales tuneados al estilo nacional.</p>	 <p style="text-align: center;">A continuación puedes entrar y visitar el museo ANDINO.</p>

ANEXO 4

Preguntas Encuestas

1. Previo a la visualización de este proyecto, ¿qué tanto conocía acerca del vehículo Andino?

Estaba totalmente informado

Estaba informado

Neutral

Estaba poco informado

Estaba totalmente desinformado

2. ¿Considera que el vehículo Andino es una parte de la historia del Ecuador?

Sí

No

3. ¿La cantidad de información presentada acerca del vehículo Andino fue adecuada para un fin educativo-cultural?

Totalmente suficiente

Suficiente

Neutral

Insuficiente

Totalmente insuficiente

4. En base a su experiencia de museos de sitio tradicionales. ¿Cómo califica la velocidad en que se presenta la información en el recorrido virtual?

Totalmente adecuada

Adecuada

Neutral

Poco adecuada

Totalmente inadecuada

5. ¿Considera que el vehículo Andino se debe conservar como patrimonio histórico para futuras generaciones?

Sí

No

6. ¿Qué tan probable es que recomiende productos de contenido histórico-nacional a un conocido?

Totalmente probable

Probable

Neutral

Poco probable

Totalmente improbable

7. ¿Que tan de acuerdo esta con la siguiente afirmación? "Los espacios digitales son el medio para dar acceso y difusión de conocimiento que los espacios físicos tradicionales están perdiendo"

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Neutral

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

8. Considerando el patrimonio histórico del Ecuador ¿Qué tan útil considera a un medio digital para conservarlo?

Muy útil

Útil

Neutral

Poco útil

Nada útil

9. En base a su experiencia de museos de sitio tradicionales. ¿Cómo fue la claridad en que se guio el recorrido virtual acompañada de la información?

Completamente clara

Clara

Neutral

Poco Clara

Nada clara

10. En un mundo globalizado, ¿Qué tan necesario considera impulsar la producción de marca e innovación nacional?

Totalmente necesario

Necesario

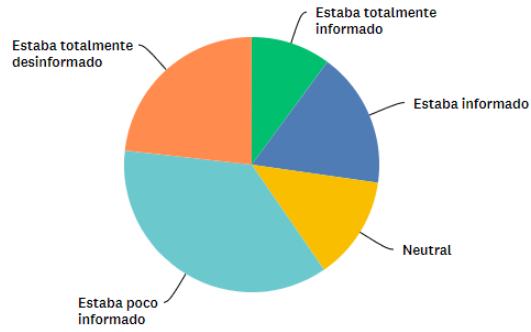
Neutral

ANEXO 5

Resultados Encuestas

¿Previo a la visualización de este proyecto, qué tanto conocía acerca del vehículo Andino?

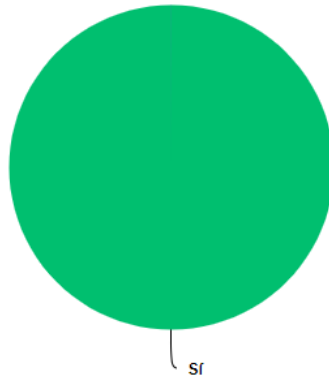
Answered: 99 Skipped: 1



ANSWER CHOICES	RESPONSES
▼ Estaba totalmente informado	10.10% 10
▼ Estaba informado	17.17% 17
▼ Neutral	13.13% 13
▼ Estaba poco informado	36.36% 36
▼ Estaba totalmente desinformado	23.23% 23
TOTAL	99

¿Considera que el vehículo Andino es una parte de la historia del Ecuador?

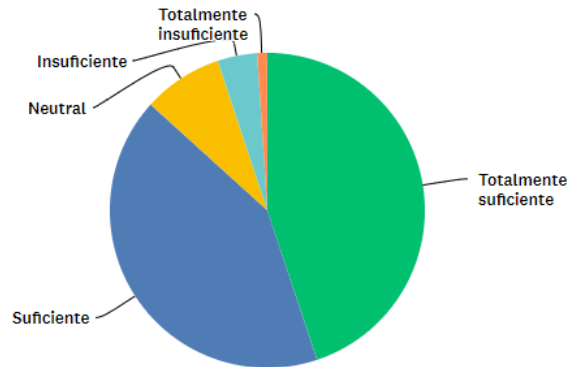
Answered: 99 Skipped: 1



ANSWER CHOICES	RESPONSES
▼ Sí	100.00% 99
▼ No	0.00% 0
TOTAL	99

¿La cantidad de información presentada acerca del vehículo Andino fue adecuada para un fin educativo-cultural?

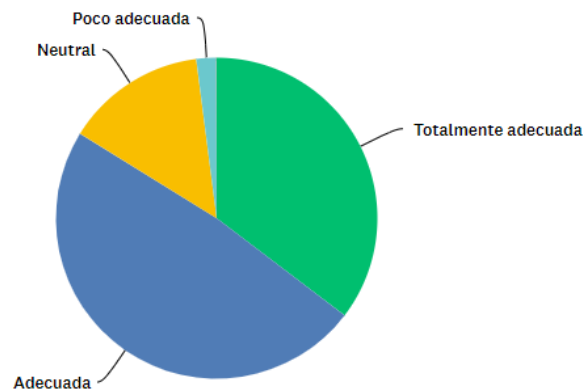
Answered: 98 Skipped: 2



ANSWER CHOICES	RESPONSES
▼ Totalmente suficiente	44.90% 44
▼ Suficiente	41.84% 41
▼ Neutral	8.16% 8
▼ Insuficiente	4.08% 4
▼ Totalmente insuficiente	1.02% 1
TOTAL	98

En base a su experiencia de museos de sitio tradicionales. ¿Cómo califica la velocidad en que se presenta la información en el recorrido virtual?

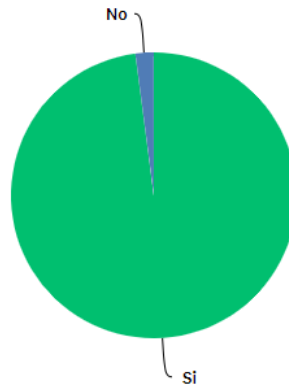
Answered: 99 Skipped: 1



ANSWER CHOICES	RESPONSES
▼ Totalmente adecuada	35.35% 35
▼ Adecuada	48.48% 48
▼ Neutral	14.14% 14
▼ Poco adecuada	2.02% 2
▼ Totalmente inadecuada	0.00% 0
TOTAL	99

¿Considera que el vehículo Andino se debe conservar como patrimonio histórico para futuras generaciones?

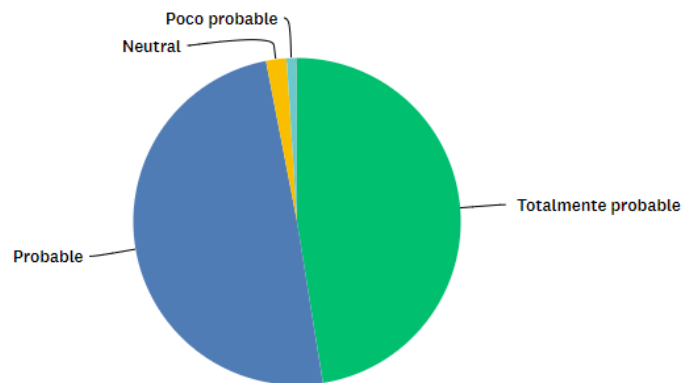
Answered: 97 Skipped: 3



ANSWER CHOICES	RESPONSES
Si	97.94%
No	2.06%
TOTAL	97

¿Qué tan probable es que recomiende productos de contenido histórico-nacional a un conocido?

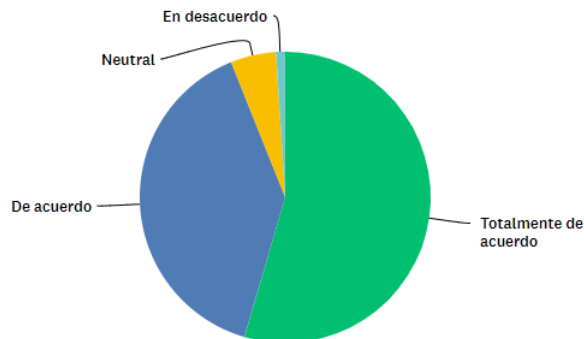
Answered: 99 Skipped: 1



ANSWER CHOICES	RESPONSES
Totalmente probable	47.47%
Probable	49.49%
Neutral	2.02%
Poco probable	1.01%
Totalmente improbable	0.00%
TOTAL	99

¿Que tan de acuerdo esta con la siguiente afirmación? "Los espacios digitales son el medio para dar acceso y difusión de conocimiento que los espacios físicos tradicionales están perdiendo"

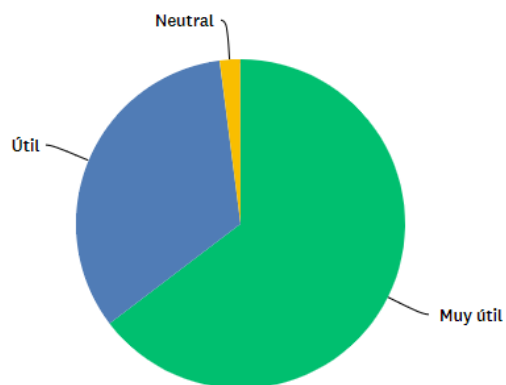
Answered: 99 Skipped: 1



ANSWER CHOICES	RESPONSES	
▼ Totalmente de acuerdo	54.55%	54
▼ De acuerdo	39.39%	39
▼ Neutral	5.05%	5
▼ En desacuerdo	1.01%	1
▼ Totalmente en desacuerdo	0.00%	0
TOTAL		99

Considerando el patrimonio histórico del Ecuador ¿Qué tan útil considera a un medio digital para conservar un patrimonio histórico?

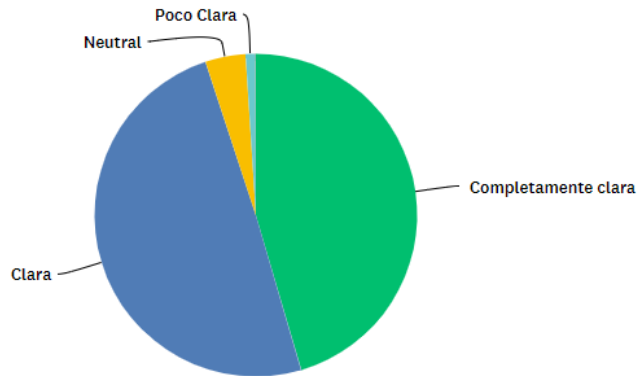
Answered: 99 Skipped: 1



ANSWER CHOICES	RESPONSES	
▼ Muy útil	64.65%	64
▼ Útil	33.33%	33
▼ Neutral	2.02%	2
▼ Poco útil	0.00%	0
▼ Nada útil	0.00%	0
TOTAL		99

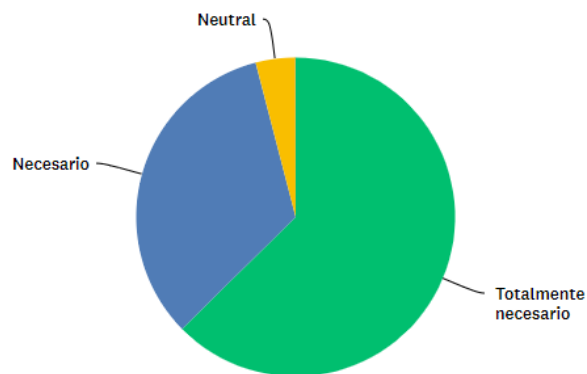
En base a su experiencia de museos de sitio tradicionales. ¿Cómo fue la claridad en que se guio el recorrido virtual acompañada de la información?

Answered: 99 Skipped: 1



¿En un mundo globalizado, que tan necesario considera impulsar la producción de marca e innovación nacional?

Answered: 99 Skipped: 1



ANEXO 6

Link drive de aplicación del Museo Virtual Andino y video de presentación realizado para encuestas.

Aplicación del museo virtual:

https://udlaec-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/carlos_trujillo_udla_edu_ec/Erjud51WBdZEhWN5XfSOH6oB4C9gFqB4B03y87rYBY1IsQ?e=BSM8QG

Video de presentación para encuestas:

https://www.youtube.com/watch?v=xgfv_Pz-DfI

