



UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Seminario de investigación mención tecnología
Semestre primavera 2022

OPORTUNIDADES DE LA APLICACIÓN DE LA REALIDAD VIRTUAL CON FOTOGRAFÍA 360° Y MODELOS 3D

Caso del Hospital Clínico Veterinario de la Universidad de Chile

ESTUDIANTE

Andrea Provoste Candia

PROFESOR GUÍA

Mauricio Loyola Vergara



Escrito por:

Andrea Provoste Candia

Fecha de entrega:

Noviembre 2022

Imagen de portada:

Sala de consulta felina del Hospital Clínico

Veterinario de la Universidad de Chile.

Fuente: Gentileza de la Unidad de desarrollo
docente de la Facultad de Ciencias Veterinarias y
Pecuarias de la Universidad de Chile.



UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Seminario de investigación mención tecnología
Semestre primavera 2022

**OPORTUNIDADES DE LA APLICACIÓN DE LA REALIDAD VIRTUAL
CON FOTOGRAFÍA 360° Y MODELOS 3D**
Caso del Hospital Clínico Veterinario de la Universidad de Chile

ESTUDIANTE
Andrea Provoste Candia

PROFESOR GUÍA
Mauricio Loyola Vergara

A mi familia y amigos por su apoyo incondicional
A Carolina y María José por su constante motivación y cariño
A mi profesor guía por su ayuda durante todo este proceso
Y a todas las personas que me ayudaron, en especial a Alejandro que con
excelente disposición aportó con su conocimiento cuando ya no sabía
cómo seguir.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	9
	1.1. Planteamiento del problema	
	1.2. Preguntas de investigación	
	1.3. Objetivos	
	1.4. Métodos de investigación	
2.	MARCO TEÓRICO	13
	2.1. Alcances de esta tecnología	
	2.2. Limitaciones de esta tecnología	
	2.3. Casos referenciales	
3.	CASO DE ESTUDIO	20
	3.1. Presentación del caso	
	3.2. Procedimiento	
	3.2.1. Fotografía 360°	
	3.2.2. Incorporación de objetos	
	3.2.3. Elaboración del modelo final	
	3.2.4. Visualización en visores <i>Meta Quest 2</i>	
	3.3. Resultados	
	3.4. Análisis de la experiencia	
4.	CONCLUSIONES	33
5.	REFERENCIAS	35
6.	ANEXOS	38

01 INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La arquitectura es una disciplina que evoluciona en el tiempo, incorporando las diferentes herramientas que ofrecen las nuevas tecnologías para un mejor desarrollo y comprensión de esta, es en este sentido que herramientas como la fotografía 360° y programas de modelado 3D, pasan a cumplir un rol importante a la hora de representar la arquitectura. Ambos son métodos innovadores y cada vez más frecuentes en la reproducción de espacios de manera virtual; en el caso de la fotografía 360°, es usada ya que brinda una mayor cantidad de información en una menor cantidad de fotografías, además de permitir una mayor comprensión del objeto, lo que mejora aún más por la alta resolución de estas imágenes (Oña, 2019). Ahora bien, si este tipo de fotografía se ve complementada con modelos 3D, la información entregada es aún mayor, ya que se genera un espacio de realidad virtual más completo y con un mejor nivel de interacción.

Con lo mencionado anteriormente, el problema que se detecta es qué puede ofrecer la combinación de estas tecnologías, fotografía 360° y modelado 3D, en el sentido de cómo es que su aplicación puede generar un espacio que entregue una mayor cantidad de información y qué variables pueden afectar en este.

Se considera importante e interesante investigar el potencial que posee la aplicación de esta tecnología desde el ámbito de la arquitectura, analizando las múltiples oportunidades que brinda de acuerdo al objetivo y área que se quiera desarrollar, permitiendo la creación de representaciones virtuales del espacio que entreguen tanta información como sea posible y, construir un entorno virtual que brinde un recorrido virtual inmersivo que aproveche las herramientas que produce la combinación de fotografías 360° con modelos 3D en la realidad virtual, “otorgando la sensación de estar psicológicamente inmerso en un entorno virtual” (Huang et al., 2019, p. 106), es decir, generando la percepción de estar dentro o ser parte de este mundo virtual a la vez de conformar una

nueva herramienta para ampliar los conocimientos de los estudiantes de una manera más interactiva y cercana.

Se vuelve interesante utilizar como caso de estudio el Hospital Clínico Veterinario Virtual de la Universidad de Chile ya que son poseedores de fotografías 360° del centro, pero se plantea la interrogante de qué hacer con ellas y cómo aprovecharlas para lograr enriquecer la experiencia virtual que ya tienen, creando un espacio de realidad virtual mucho más interactivo y atractivo para los estudiantes. Frente a esto se propone la incorporación de objetos 3D con el fin de conformar un recorrido inmersivo en el cual se pueda interactuar con el entorno tanto en la manipulación de objetos como en la realización de una circulación dinámica, además de presentarse la idea de poder ofrecer una herramienta que le sirva a los usuarios para poder tener acceso a instrumentos tanto que posee el hospital como otros que no posee, abriendo la oportunidad de que los estudiantes puedan aprender sobre ellos, lo que les será útil en un futuro cuando se desarrollen como profesionales.

De esta manera, al hacer uso de ambos elementos tecnológicos, se conformará un espacio virtual en que el usuario podrá “interactuar completamente con el ambiente artificial utilizando sentidos del tacto, el oído y la vista mediante dispositivos especiales” (Magallanes et al., 2021, p.104).

1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo se puede enriquecer la inmersión de la experiencia virtual del Hospital Clínico Veterinario Virtual de la Universidad de Chile mediante la incorporación de un modelo 3D a las fotografías 360° que ya poseen?

1.3. OBJETIVOS

Objetivo general:

Identificar las oportunidades que ofrece la implementación de la tecnología de cámaras 360° junto con el modelado 3D para enriquecer un modelo de realidad virtual.

Objetivos específicos:

1. Identificar casos de estudio que en su trabajo se encarguen de integrar la fotografía 360° con modelado 3D.
2. Evaluar un método que integre fotografía 360° con modelado 3D para identificar las posibilidades de enriquecimiento que ofrece.

1.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Se propone un diseño metodológico centrado en la experimentación, en donde se buscará integrar la fotografía 360° con el modelado 3D evaluando un método que permita dicha integración para identificar las posibilidades de enriquecimiento que ofrece a la inmersión de la experiencia virtual. Dicho método se encuentra basado en los trabajos desarrollados por Sepúlveda (2021), Naranjo (2019), Walmsley y Kersten (2020), los cuales presentan casos de estudio en los que fue usado el programa en complemento de otros.

El método mencionado, consta de insertar una fotografía 360° en el programa *Unreal Engine* para luego incorporarle elementos 3D modelados en *SketchUp*, con el fin de poder generar objetos que puedan ser manipulados en el espacio virtual para que así los usuarios, en este caso del Hospital Veterinario, puedan visualizar y manipular las herramientas que allí se encuentran sin necesidad de estar necesariamente en el lugar.

El fin es poder determinar qué tan bueno es el resultado en relación a la facilidad y rapidez de uso y al nivel de interactividad que permite, refiriéndose a la manipulación de objetos y a la circulación dinámica dentro de un espacio, que en este caso sería una fotografía 360° interior del centro en una sala de consulta felina.

Objetivo general	Objetivos específicos	Técnicas de investigación e instrumentos	Fuentes de información
Identificar las oportunidades que ofrece la implementación de la tecnología de cámaras 360° junto con el modelado 3D para enriquecer un modelo de realidad virtual.	Identificar casos de estudio que en su trabajo se encarguen de integrar fotografía 360° con modelado 3D.	Documentación actual que presente casos de estudio.	Publicaciones académicas. Información de proyectos encontrados en internet. Revisión bibliográfica.
	Evaluar un método que integre fotografía 360° con modelado 3D para identificar las posibilidades de enriquecimiento que ofrece.	Experimentación de un programa propuesto en los documentos revisados.	Información de proyectos encontrados en internet. Tutoriales de YouTube sobre el uso del programa.

Figura 1: Planteamiento del problema de investigación. Fuente: Elaboración propia.

2.1. ALCANCES DE ESTA TECNOLOGÍA

“La reconstrucción 3D a partir de técnicas fotogramétricas ha presentado un desarrollo continuo en los últimos años” (Cortés et al., 2021, p.48). El uso de la fotografía 360° para un montaje más realista de estos modelos se ha incorporado debido a que permite capturar simultáneamente diferentes habitaciones que serán visibles en una sola imagen, reduciendo así la cantidad de imágenes necesarias (Cortés et al., 2021).

La realidad virtual es un instrumento empleable en muchas áreas, como medicina o arquitectura, en este último se puede usar para la construcción de espacios virtuales con diversos fines, como la exploración de nuevas técnicas de construcción, la representación de espacios para poder saber cómo se percibirá el espacio incluso antes de construirlo. Es en este sentido que inmobiliarias han ido paulatinamente adoptando este método de representación para poder mostrar su oferta de espacios. En el ámbito académico o de investigación, la realidad virtual puede ser usada para el estudio de espacios reales de manera virtual con el fin de no tener que ir necesariamente al lugar exacto ya sea por la lejanía o por el estado actual de estos, como por ejemplo poder visualizar monumentos o construcciones antiguas que actualmente se encuentren deterioradas.

En materias de medicina, la realidad virtual es usada para enseñar movimientos musculares, como caminar y sostener cosas, como también pequeños movimientos físicos, como señalar, con el objetivo de ayudar a sus pacientes a tener una mejoría con el uso de las herramientas que la tecnología tiene para ofrecer (Bennett, 2014).

La realidad virtual “ha mejorado a través de los años desde diferentes aspectos tales como: rendimiento, costo, ergonomía, resolución, entre otros, llegando a despertar el interés de los fabricantes y de los usuarios” (Lara et al., 2019, p. 115). Es por esto que la implementación de modelos 3D con fotografías 360° para poder crear entornos de realidad virtual se vuelve una herramienta con grandes oportunidades de aplicación, ya

que se pueden generar espacios con mayor realismo que a la vez posean un alto nivel de interactividad, donde se puedan trazar recorridos de manera libre a la vez de poder interactuar con el entorno que rodea al usuario.

2.2. LIMITACIONES DE ESTA TECNOLOGÍA

Si bien esta tecnología ha ido mejorando con el pasar de los años, aún posee ciertas limitantes que impiden su masificación, como por ejemplo el hecho de que los equipos de realidad virtual comercializados carecen de la resolución idónea o perfecta para mostrar los detalles visuales de los entornos virtuales creados, siendo dificultoso, por ejemplo, leer un texto dentro de la realidad virtual (Pei-Luen et al., 2018), ya que la capacidad humana para distinguir detalles supera a la capacidad de los dispositivos para mostrar estos mismos detalles lo que genera que la percepción de realidad no sea la óptima; esto podría mejorarse si se implementa la tecnología de resolución que poseen las pantallas, las cuales superan por creces a la de los dispositivos de realidad virtual aunque podría derivar en una alza del valor de estos.

En relación a lo anterior, otra limitante que se presenta es que “para poder ser parte de la realidad virtual con un buen nivel de inmersión, no es suficiente disponer de una herramienta de *software*, para ello es indispensable contar con un conjunto de dispositivos clave que permitan introducirse” (Lara et al., 2019, p. 115) en estos espacios virtuales. Dichos dispositivos no poseen un valor accesible para todo público; lo cual puede deberse a lo reciente que es esta tecnología y al continuo desarrollo que ha ido teniendo. Esto mismo sucede con las fotografías 360°, ya que la comercialización del producto es de un costo bastante elevado no todo el mundo puede permitirse la adquisición de uno de estos dispositivos.

Además, una limitación evidente es el aislamiento sensorial al que se somete el usuario, esto se refiere a la pérdida del sentido de orientación que sufre el portador de los dispositivos, lo que provoca torpeza de movimientos en el mundo real generando que se tropiece, que choque o que bote objetos, lo que podría terminar en un accidente (Sánchez et al., 2019).

Finalmente, están los problemas que guardan relación con los aspectos ergonómicos de los dispositivos, ya que los visores de realidad virtual, y los complementos que se usan para un mayor nivel de interacción con el mundo virtual, no son del todo cómodos o prácticos, esto debido a su peso y tamaño además de no estar aptos para todo tipo de usuario, por ejemplo, es difícil combinar el uso de estos visores con gafas y requieren de un ajuste perfecto para no mostrar distorsiones visuales en el usuario (Jones et al., 2015).

2.3. CASOS REFERENCIALES

La maqueta virtual: Análisis comparativo de métodos de integración de modelos 3D con tecnología de imágenes 360° (Sepúlveda, 2021)

Este seminario de investigación FAU tenía como objetivo principal realizar una comparación entre los métodos de integración de modelos 3D con imágenes y videos 360°. Su metodología está orientada a establecer esta comparación mediante la experimentación de programas. Dicha metodología consiste en la definición de los recorridos, en un espacio interior, un espacio intermedio y un espacio exterior, los cuales fueron construidos con una cámara 360° en formato de imagen y video, generando recorridos libres y premeditados.

Una vez obtenidas las capturas, estas fueron procesadas a través del software *Gear 360°* para poder unir las automáticamente, y de manera paralela se procesaron manualmente en *After Effects* además de estabilizar el horizonte con *Adobe Premier Pro*.

Las imágenes fueron procesadas en *Unreal Engine 4* a través de una extensión (*HDRI Backdrop*) y los videos a través de una textura programada, mientras que en *After Effects* se usó el *plugin Element 3D* para importar modelos 3D, y la extensión *VR Comp Editor* para las imágenes y videos.

Los resultados de esta investigación sugieren que es mejor unir las imágenes (*stitching*) manualmente en *After Effects* que de manera automática en *Gear 360°* ya que en este último los resultados no son siempre los deseados; a diferencia del *stitching* de videos ya que estos tuvieron mejores resultados en el segundo programa mencionado debido a que en el primero se hacía muy complicado por la alta cantidad de puntos de control que fueron necesarios.

La estabilización del horizonte por medio de *Adobe Premier Pro* resultó bien en la totalidad de imágenes y videos, destacando el hecho de que los videos requirieron una mayor cantidad de trabajo.

También se tiene en cuenta el hecho de que para obtener resultados más favorables se sugiere el uso de fotografías 360° estáticas debido a que el “*tracking* de los videos depende de la complejidad de los movimientos que realiza la cámara” (Sepúlveda, 2021, p. 14) por lo que se intuye que mientras menos movimientos se realicen, los resultados obtenidos serán de mayor calidad.

Tras analizar el procedimiento brevemente descrito y los resultados obtenidos se concluye que le programa más sencillo de usar para la unión de fotografías 360° y modelos 3D es *Unreal Engine*, aunque fue el más complejo para la importación de imágenes, en donde además, se obtienen mejores resultados debido a que son más realistas, con una mayor posibilidad de interactividad ya que “permitió la creación de un entorno de realidad virtual que funciona a tiempo real” (Sepúlveda, 2021, p. 11), y más exactos en cuanto a la espacialidad y la iluminación obtenidas.

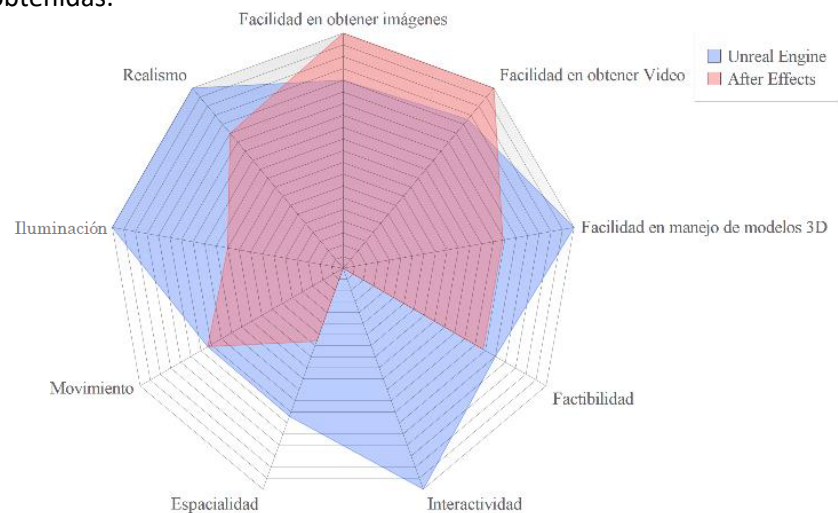


Figura 2: Esquema de atributos de *After Effects* vs *Unreal Engine*. Fuente: La maqueta virtual: Análisis comparativo de métodos de integración de modelos 3D con tecnología de imágenes 360°

The Imperial Cathedral in Königslutter (Germany) as an Immersive Experience in Virtual Reality with Integrated 360° Panoramic Photography (Walmsley y Kersten, 2020)

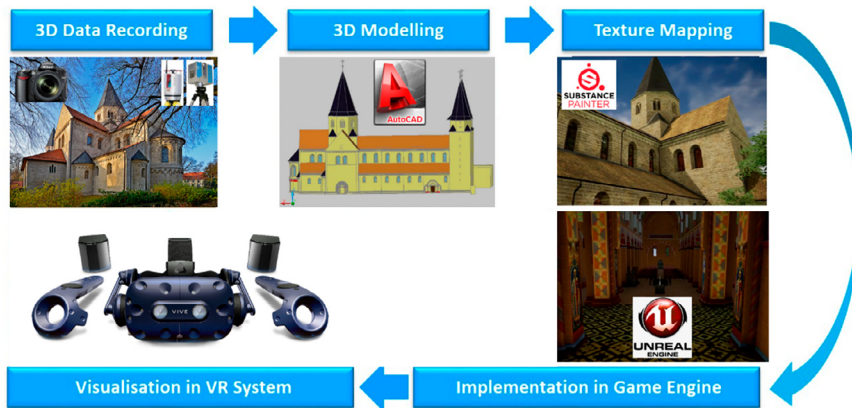


Figura 3: Flujo de trabajo establecido por Walmsley y Kersten. Fuente: The Imperial Cathedral in Königslutter (Germany) as an Immersive Experience in Virtual Reality with Integrated 360° Panoramic Photography.

Walmsley y Kersten dividen el proyecto en cinco etapas de trabajo, la primera consiste en la recolección de información tanto de la catedral como del terreno por medio de escáneres láser. En una segunda etapa se realizó el modelado 3D en el programa *AutoCAD* usando el *plugin PointCloud* ya que en la etapa anterior recopilamos *nubes de puntos (Point Clouds)* de los lugares donde se ubicaron las estaciones de escaneo; mientras que para los detalles más pequeños usaron un programa llamado *Geomagic*. La tercera etapa consistió en la toma de fotografías 360° en los mismos lugares donde se encontraban las estaciones de escaneo; mediante el *software PTGui* se generaron panoramas completos de manera automática para cada estación de fotografía, dichos panoramas fueron convertidos en seis imágenes. En la cuarta etapa se usó el programa *Unreal Engine 4* para crear el entorno de simulación. Y, por último, una quinta etapa que consistió en la visualización de todo el trabajo en un sistema de realidad virtual, se propuso el uso de lentes de realidad virtual junto con controles en las manos para poder interactuar con el espacio y dos *estaciones fero (Lighthouse)* para registrar el recorrido del usuario

en el espacio 3D.

En complemento a esto, se realizan algunas sugerencias relevantes para un trabajo más eficiente, como separar las *mallas (mesh)* en *Unreal Engine* para poder optimizar el proceso del render, utilizar un modelo de baja resolución del contexto para que el modelo sea menos pesado y tome menos tiempo en cargar, usar texturas de alta calidad y con alto nivel de detalle para que parezca más realista, entre otras opciones.

La realización de este trabajo se enfocó en conseguir una representación realista de la catedral. La dificultad en su procedimiento se encuentra en las herramientas que usaron ya que en su primera etapa utilizaron escáneres láser para la recolección de datos, complejizando el modelado del proyecto ya que antes de poder incorporar el modelo a *Unreal Engine* este debe pasar por *AutoCAD* y otros programas de *Autodesk* para su construcción, cuando realizarlo por *SketchUp* resulta más sencillo. El resultado obtenido tras este procedimiento se ve bastante realista en cuanto a las formas y texturas que presenta el modelo, además, permite al usuario teletransportarse a diferentes ubicaciones del modelo junto con la incorporación de puertas que se abren automáticamente para brindar una sensación de mayor realismo.



Figura 4: Resultados de Walmsley y Kersten. Fuente: The Imperial Cathedral in Königslutter (Germany) as an Immersive Experience in Virtual Reality with Integrated 360° Panoramic Photography.

El proyecto de la arquitectura mediante render 360° (Francés, 2016)

En este texto se utiliza como caso de estudio el Pabellón Alemán de Barcelona de Mies van der Rohe, en donde se divide el proceso en tres partes. La primera parte consiste en el modelo y renderizado del pabellón; se inició por la elaboración de un modelo 3D a partir de un diseño 2D (plantas, cortes y elevaciones) en *AutoCAD*, se señala el hecho de que se usa una capa o layer para cada material; luego se continúa con la aplicación de materiales y luces a la escena, para esto se optó por el uso de *V-Ray* aplicado en *3ds Max*, desde este último es que se importa el modelo preparado para la escena, la luz se basa en un mapa *HDRI (High Dynamic Range Image)* para integrar el modelo al entorno y así brindarle un mayor realismo, para los materiales se usan texturas reales con mapas de relieve y otras características acorde al material que se quiera lograr; una vez aplicados todos los materiales se sigue con el renderizado, en donde se fijan las cámaras en puntos estratégicos para mostrar el proyecto, se procede a ajustar los parámetros de *V-Ray* y así obtener las imágenes; por último, en caso de ser necesario se realizan trabajos de postproducción en *Adobe Photoshop* para ajustar o añadir elementos a la escena.

En la segunda parte, a partir de la escena producida anteriormente se crea la imagen 360°. Para lograr esto se accede desde el menú de propiedades del motor de renderizado a la pestaña de *V-Ray* y desde esta al submenú *Cámara (Camera)*, aquí se modifica el tipo de cámara a *esférica (Spherical)* y se selecciona *corregir FOV (Override FOV)* con un valor de 360°, y para que el programa *Pano2VR* pueda procesar correctamente las imágenes, se ajusta el tamaño de salida en una proporción de 2:1 (Francés, 2016). *Pano2VR* es usado para poder transformar las imágenes en elementos interactivos, se debe importar la imagen al programa y este automáticamente la aplicará a un espacio cúbico donde se puede modificar el punto inicial de previsualización y también insertar información visual y sonora, y para visualizar la imagen obtenida se utiliza *Adobe Flash Player Projector* ya que se trata de un

archivo *flash (.swf)*. Con este mismo programa (*Pano2VR*) se generan recorridos virtuales interactivos a partir de la unión de imágenes 360°.

En la tercera parte se genera una imagen 360° para aplicaciones de inmersión virtual, en la cual el grado de interactividad, a diferencia de la realidad virtual, queda limitado a la observación, pero el grado de inmersión puede ser completo a nivel visual y sonoro. Para la visualización de imágenes 360° se emplearon aplicaciones para dispositivos móviles para poder ver en gafas VR, mientras que para los videos 360° se usó el reproductor *YouTube*.



Figura 5: Captura del video 360°. Fuente: El proyecto de la arquitectura mediante render 360°.

El procedimiento seguido por este trabajo, junto con las herramientas digitales empleadas da la impresión de ser bastante sencillo y rápido, pero en cuanto a los resultados obtenidos, estos no cumplen con las expectativas ya que, si bien se obtiene una imagen realista, esta no permite un mayor nivel de interactividad ya que son solo imágenes unidas para formar un recorrido. El hecho de que el mecanismo de reproducción sea por medio de una aplicación para el celular y a través de *YouTube* es interesante debido a la facilidad de acceso que esto tendría para los posibles usuarios.

Desarrollo de un tour virtual utilizando fotografías 360°, del museo “Caracol de Piedra” del Distrito de Paucamarca (Chavarri, 2021)

Se realiza un tour virtual del museo utilizando fotografías 360° y códigos *JavaScript*. Las fotografías son almacenadas en una cuenta de *GitHub* y los objetos se cargan de forma gratuita en *Sketchfab*. Para la creación de escenas se usó la estructura de la librería *Pannellum*, en donde se configura la duración de las escenas, la posición de los botones de navegación y se enlaza la fotografía que se quiera mostrar. Se destaca el hecho de que las fotografías 360° obtenidas con un accesorio para el celular fueron procesadas por el programa *Adobe Photoshop* para optimizar su peso y que de esta manera el tour funcione de manera más eficiente.

Para la creación del modelo 3D se utilizó el programa *Agisoft Photoscan* en el cual mediante fotogrametría se ingresaron las fotos de lo que se quisiera construir (alrededor de 80 a 150 fotografías por elemento) y se realiza la alineación de las mismas. Se genera una nube de puntos donde ya se aprecia la forma del objeto y luego el *software* genera una malla en relación a estos puntos. A continuación, se crean las texturas, las que estarán basadas en el color original de las fotografías tomadas, y finalmente se exporta el modelo u objeto 3D. Una vez listo el modelo 3D, este es cargado en *Sketchfab* donde se obtendrá un enlace que servirá para incrustar en el tour virtual mediante el uso de un *iframe*.

El uso de códigos *JavaScript* que propone esta tesis hacen que el nivel de dificultad del procedimiento sea bastante alto debido al desconocimiento que se tiene sobre ese tema, además del uso de fotogrametría para la construcción del modelo 3D en vez de la construcción de uno con un programa de modelado donde luego se le pueden aplicar las texturas que se requieran o que se consideren necesarias. En cuanto al resultado obtenido este se asemeja al sistema de *Google Street View*, con la diferencia de que es un poco más interactivo ya que se pueden seleccionar objetos para tener una vista más detallada de él.

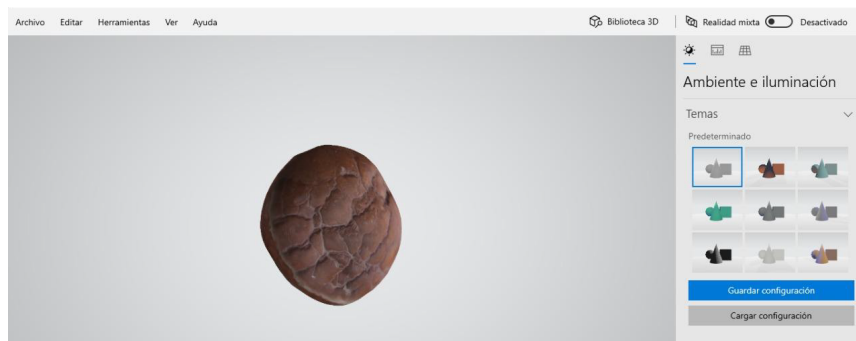


Figura 6: Visualización del objeto 3D. Fuente: Realización de un tour virtual utilizando fotografías 360° para el museo “Caracol de Piedra” del Distrito de Paucamarca.

Recorrido virtual 3D para promocionar el centro agrícola de Riobamba (Naranjo, 2019)

En este trabajo se quiere crear un recorrido virtual para un centro agrícola. Para la elaboración de este se inició recopilando información planimétrica para reconocer los sectores más importantes del lugar y luego realizar tomas fotográficas y medidas de la infraestructura. Para determinar qué programa usar para el modelado se realizó un diagrama de araña que compara diferentes parámetros, concluyendo que el que ofrecía mayores ventajas era *3Dmax*.

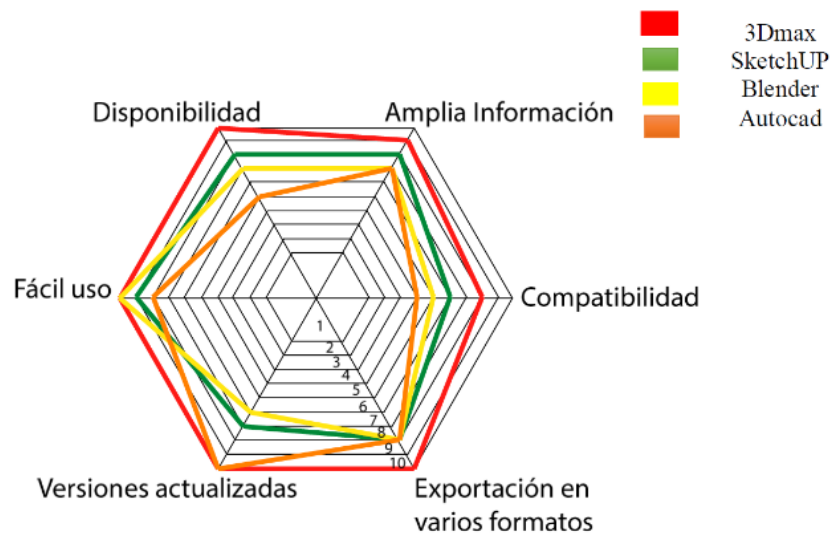


Figura 7: Diagrama de araña. Fuente: Recorrido virtual 3D para promocionar el centro agrícola de Riobamba.

En *3Dmax*, con la herramienta *Box*, se crean objetos con altura, ancho y profundidad, paredes a medidas reales y líneas de división interna para poder crear objetos que sobresalgan dentro del mismo. En complemento con otros comandos para la creación de objetos se logra modelar el recinto, el cual es exportado en formato “.obj”, ya que este tiene menor peso debido a que solo muestra la geometría 3D y la posición de los vértices.

En el programa *Unity* se crea el terreno donde luego se colocará el modelo creado, se opta por una luz direccional para reemplazar la luz del sol; las texturas son añadidas dentro del mismo programa. Se destaca el hecho de que existe una opción llamada *First person controller*, el cual consiste en poder controlar el juego en primera persona, pudiendo avanzar y visualizar lo creado.



Figura 8: Vista desde el *First person controller*. Fuente: Recorrido virtual 3D para promocionar el centro agrícola de Riobamba.

Mediante el uso de *Scripts* se pudieron implementar sonidos, música, un menú inicial y la opción de teletransportación del usuario a distintas posiciones.

El procedimiento de este trabajo aparenta no tener mayor dificultad, aunque no se señala con gran detalle cómo fue la importación del modelo al programa *Unity*; en cuanto a los resultados obtenidos, el nivel de interactividad al que se llega muestra una clara oportunidad gracias a la opción *First person controller* que podría permitirle al usuario sentirse más inmerso en esta realidad virtual.

3.1. PRESENTACIÓN DEL CASO

El Hospital Clínico Veterinario de la Universidad de Chile se encuentra ubicado en la comuna de La Pintana, en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la misma universidad. Es una edificación que cuenta con instalaciones separadas para perros y gatos, esto con el fin de velar por el cuidado del animal, teniendo un sector con salas de consulta felina y otro sector con salas de consulta canina junto con áreas para la toma de exámenes como también otros espacios para la estancia de los pacientes en caso de que lo requieran; ambos sectores se encuentran conectados por una sala principal que contiene a la recepción.

Actualmente, el Hospital Veterinario posee fotografías 360° de los espacios anteriormente mencionados ya que se encuentran desarrollando un proyecto llamado *Hospital Veterinario de Pequeños Animales de FAVET en 360°*, cuyo objetivo es incorporar recursos virtuales de apoyo al aprendizaje dentro de la planificación de las asignaturas (Unidad de desarrollo docente FAVET, 2022).

El recorrido desarrollado, si bien es un avance y un aporte al aprendizaje como recurso virtual, no permite una mayor interacción con los implementos que se quiere mostrar ya que solo consta de seleccionar los objetos para que se abra una pestaña con fotos o información de lo que es cada elemento o espacio que se está mostrando. Es por esto que se propone enriquecer esta experiencia mediante la incorporación de modelos 3D de las mismas herramientas con el fin de otorgar una mayor interactividad e integración del usuario en el recorrido.

Para esta investigación, se seleccionó como caso de estudio una sala de consulta felina del Hospital Veterinario, en donde la idea será incorporarle objetos 3D a la imagen 360° que ya poseen.

3.2. PROCEDIMIENTO

Debido a que en un comienzo no se tenía la fotografía 360° del espacio seleccionado se optó por iniciar creando modelos de prueba para explorar diferentes herramientas que podrían ser útiles en la elaboración del modelo final del Hospital Veterinario. Se optó por fragmentar el procedimiento en cuatro etapas: fotografía 360°, incorporación de objetos, elaboración del modelo final y visualización en los visores *Meta Quest 2*. Dichas etapas son para establecer un orden lógico con el fin de lograr una mayor comprensión del procedimiento que fue más bien un proceso iterativo.

3.2.1. FOTOGRAFÍA 360°

Para la exploración de fotografías 360° se usó una *Nikon KeyMission 360*. Se instaló la aplicación *SnapBridge* en el celular (*Samsung A51*) y el programa *KeyMission 360/170 Utility* en el computador (*OMEN Laptop 015*). Luego se vinculó la cámara a la aplicación en la cual se le configuró un temporizador de 10 segundos para dar tiempo de retirarse del campo de visión de los lentes.

Las primeras fotografías se realizaron en un recinto cerrado de 10,8m², en específico un dormitorio, pero debido a que era de noche la luz proveniente de los focos impidió obtener un mejor resultado, además de que se ve el trípode.



Figura 9: Primera fotografía, tomada de noche. Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una segunda prueba, esta vez de día para poder aprovechar la luz natural, y con un trípode con una base más pequeña que el anterior. Esta prueba arrojó resultados más satisfactorios debido a que la luz artificial no obstaculizó la toma y el trípode no se ve como en la primera imagen.



Figura 10: Segunda fotografía, tomada de día. Fuente: Elaboración propia.

El único problema que se le detectó fue que se veía un poco oscura, por lo que se decidió hacer otra toma en otro espacio que fuese mucho más iluminado.



Figura 11: Fotografía con mayor luz natural. Fuente: Elaboración propia.

En complemento, se realizaron fotografías en un espacio abierto para evaluar el efecto que podría tener en sol en ellas. Dichas fotografías fueron hechas en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile (FAU), y luego de revisarlas se comprobó que el sol no es un mayor problema para tomar fotografías exteriores además de que las personas que se encontraban circulando tampoco generaban mayor inconveniente ya que en la imagen no se ven corridas, es decir, parecen estáticas.



Figura 12: Fotografía de la FAU. Fuente: Elaboración propia.

No fue necesario realizarle *stitching* a las fotografías porque fueron unidas de manera automática y tampoco corregir el horizonte ya que se ve estable. La visualización de estas imágenes en 360° se realizó en el computador por medio de un visualizador llamado *PTGUIViewer*, y en el celular por medio de una opción que trae por defecto (*Ver imagen en 360°*) en unos lentes de realidad virtual de cartón.

Una vez hechas todas estas pruebas se siguió importando dos de ellas en el programa *Unreal Engine* (Figura 11 y Figura 12), cabe mencionar que para la importación las fotografías deben estar en formato *HDR*, para esto se hizo uso de la herramienta *HDRIBackdrop*, el cual, en caso de que no aparezca, se encuentra en los *plugins* del programa. En una primera instancia se dificultó bastante corregir el cómo se visualizaba la fotografía puesto que se veía muy distorsionada, se supone que para corregir dicha deformación se debe modificar el tamaño de la fotografía y la ubicación del centro de proyección pero de igual manera no se logró un buen resultado.

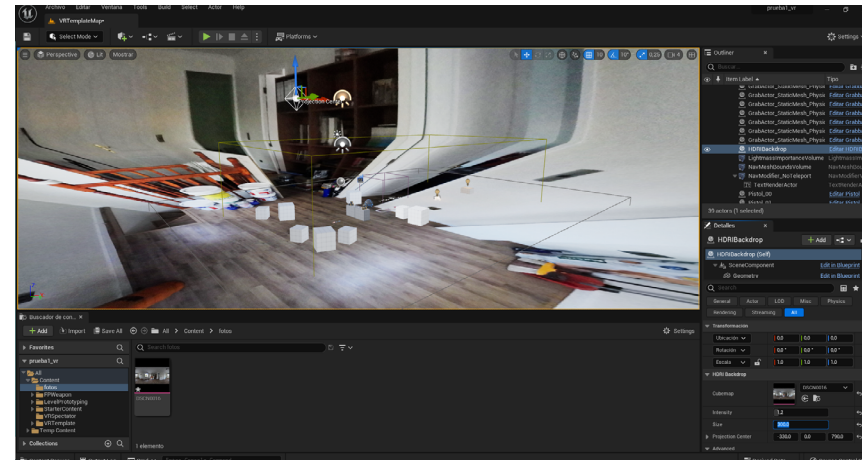


Figura 13: Visualización deformada. Fuente: Elaboración propia.

Luego de analizarlo, y tras haber realizado todo el experimento, se cree que se vió tan deformada debido a que la ubicación de la vista era muy lejana al centro de proyección.

La segunda fotografía importada a *Unreal Engine* presentó mayores complejidades que la anterior pues al momento de visualizarla una gran parte de esta se veía cubierta por un manto azul, además de tener problemas con el centro de proyección.

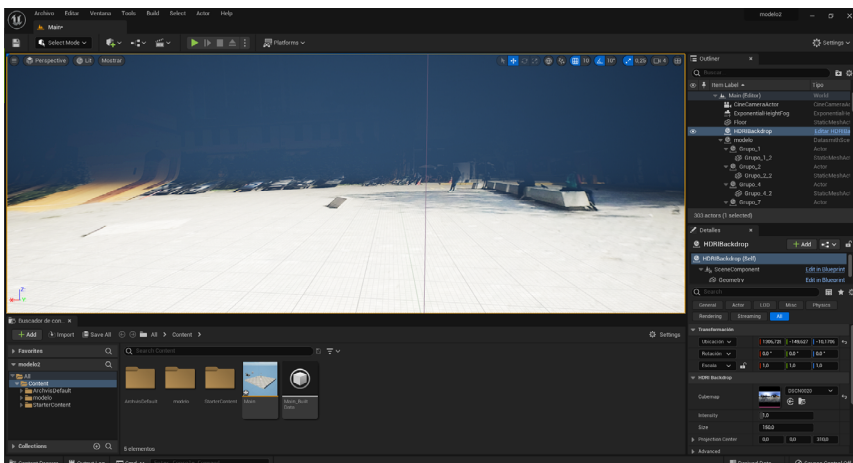


Figura 14: Manto azul cubriendo la fotografía. Fuente: Elaboración propia.

Tras revisar algunas configuraciones y opciones del programa se logró quitar este manto azul ocultando la opción *altura exponencial de la niebla (Exponential Height Fog)*, pero al hacer eso la imagen se iluminaba demasiado, esto se corrigió ocultando también la opción *cielo soleado (SunSky)*. A realizar esta acción, en un comienzo se ve todo oscuro pero lentamente empieza a aparecer la escena, y en complemento se modificó cuidadosamente el centro de proyección.

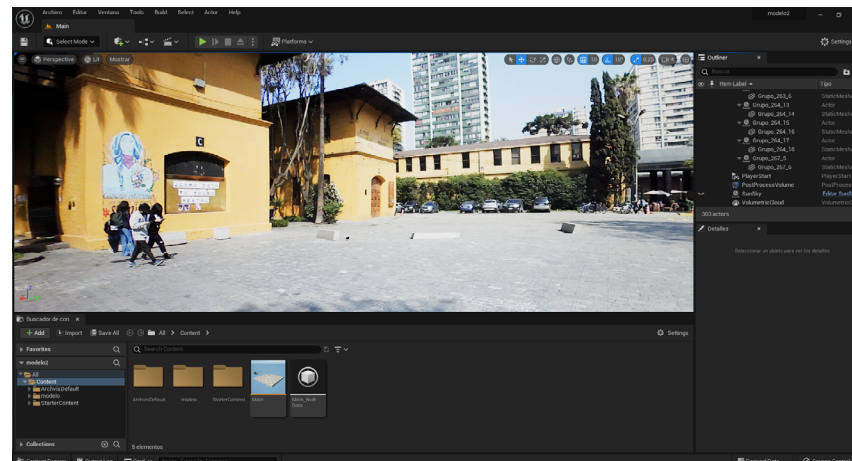


Figura 15: Resultado luego de ocultar *Exponential Height Fog* y *SunSky*. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto se obtuvo la fotografía 360° de la sala de consulta felina del Hospital Veterinario se procedió a realizar el *stitching* en el programa *Adobe After Effects*.



Figura 16: Fotografía 360° de la sala de consulta felina. Fuente: Unidad de desarrollo docente FAVET.

En el programa anteriormente mencionado se creó una nueva composición para empezar a editar la fotografía. Primero se ajustó el ancho para que quedase igual a la altura.

Luego se alineó a la izquierda (Composición A) y se duplicó (Composición B), alineando esta última a la derecha. Se prosiguió creando una nueva composición en base a la A, duplicándole el tamaño de la anchura a esta última (Composición final) para que vuelva a ser igual al original.

A continuación, en ajustes preestablecidos se buscó uno llamado *convertidor de VR*, el cual fue arrastrado hacia la imagen, luego se cambió el ajuste de entrada a *ojo de pez (FullDome)* en la composición final y B. Seguidamente se reorientó la vista de la cámara para modificar la *panorámica (Eje Y)* en 180° debido a que una parte de la fotografía estaba invertida.

En este punto se hizo evidente que había un problema con la fotografía, en un comienzo se pensó que era solo debido al trípode pero luego de analizarla con mayor detenimiento se notó que la imagen se encontraba desalineada además de cortada en los márgenes (ver figura 16).

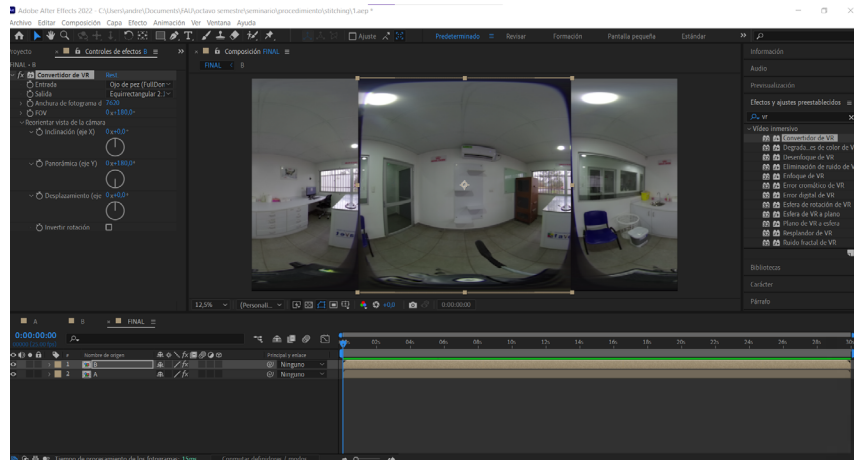


Figura 17: Problema con el proceso de *stitching*. Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. INCORPORACIÓN DE OBJETOS

Una vez abierto *Unreal Engine*, en la sección *juegos (games)* se seleccionó la plantilla de *realidad virtual (Virtual Reality)*. Primero se incorporó un objeto básico, esto se realizó dirigiéndose al apartado *añadir rápidamente al proyecto (quickly add to the project)* y en *formas (shapes)* se escogió un elemento, en este caso un cubo. Para modificar el tamaño del cubo se usó el comando *R (escalar objeto)*.

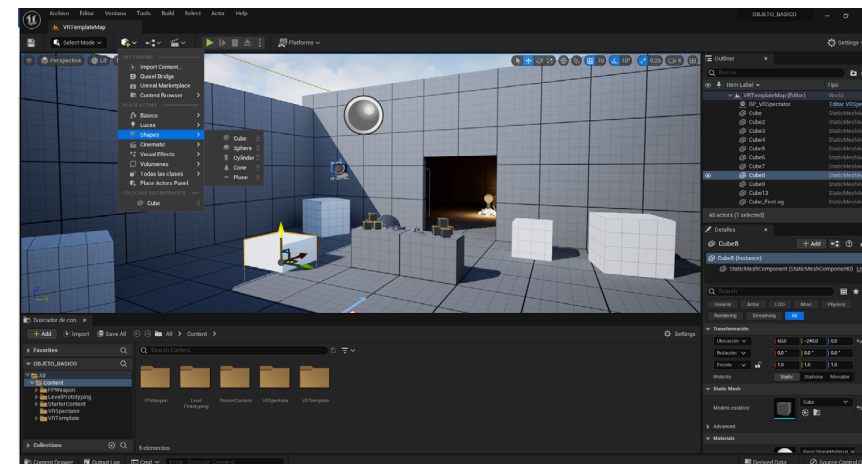


Figura 18: Incorporación de un objeto básico. Fuente: Elaboración propia.

Para añadirle materialidad al cubo se fue a la sección *materiales (materials)*, en donde se seleccionó un material que viene por defecto en el programa. Luego, para experimentar con otros materiales, se creó una nueva carpeta en la que se agregó una imagen de un nuevo material junto con su *mapa normal (normal map)* para que tenga relieve.

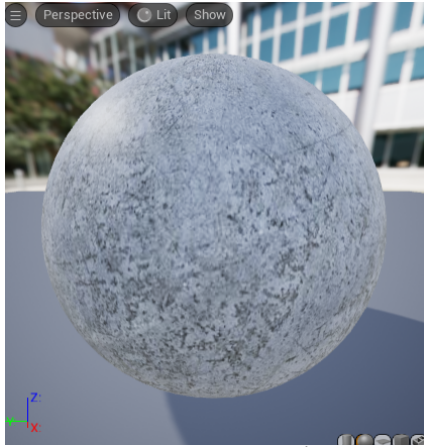


Figura 19: Textura sin mapa normal.
Fuente: Elaboración propia.

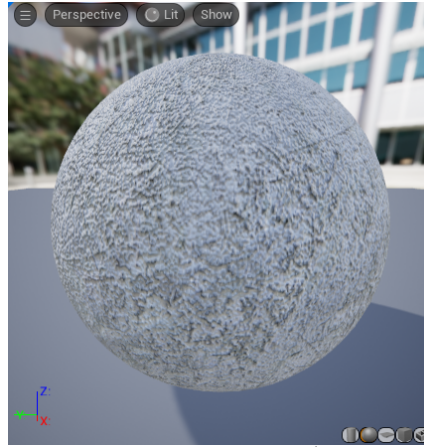


Figura 20: Textura con mapa normal.
Fuente: Elaboración propia.

Para configurar esta nueva textura se inició cambiando el ajuste de *compresión (compression)* del mapa normal que venía por *defecto (default)* a *mapa normal (normal map)*.

Se continuó generando otra carpeta en la cual se creó un material, en el panel de configuraciones de este se insertaron las texturas anteriormente incorporadas.

En el panel, se conectó el rgb del mapa normal al normal. Se continuó creando constantes que se convirtieron en parámetros para poder ajustar y modificar la textura, dichos parámetros fueron saturación, brillo, color y contraste, a los cuales se les asignó un valor predeterminado de 1.

En el caso de la saturación, se agregó un nodo de *desaturación (desaturation)* junto con uno llamado *menos uno (one minus)* para cambiarle el valor al parámetro, el nodo ya mencionado se conectó directamente al rgb de la textura mientras que en el espacio llamado *fracción (fraction)* de este se conectó el menos uno que se conectó a su vez a la saturación.

Para modificar el brillo se incorporó un nodo de *multiplicar (multiply)*, al cual se le conectó el de desaturación en el espacio A y el parámetro de brillo en el espacio B.

Para ajustar el color se agregó al panel una *constante de tres vectores* junto con otro nodo de *multiplicar*, a este nuevo nodo se le conectó la constante recién mencionada en el espacio A y el multiplicar anterior en el espacio B, además de dejar el valor de la constante en blanco.

Y, por último, para el parámetro de contraste se sumó un nuevo nodo llamado *poder (power)*, al cual se le vinculó el último nodo de *multiplicar* en el espacio llamado base y el parámetro de contraste en exponente.

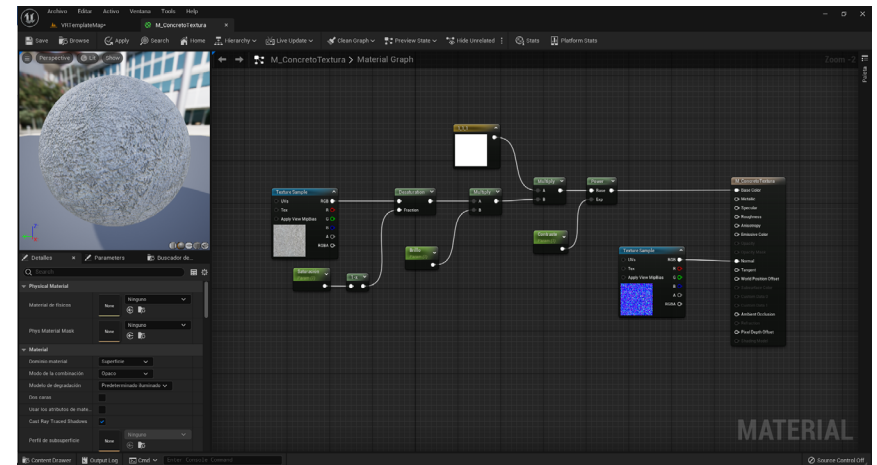


Figura 21: Panel de configuración de la textura. Fuente: Elaboración propia.

Una vez terminada esta parte se le aplicó dicho material a un cubo y luego, con el objetivo de poder realizarle modificaciones más rápido, se creó una *instancia de material* que se vinculó al material recientemente generado. En este punto se notó el hecho de que el color no era un valor modificable en la instancia del material, por lo que se volvió al panel del mismo y se transformó la *constante de tres vectores* en un parámetro para que sea posible ajustarlo desde la instancia del material.

Además, se decidió crear un parámetro para modificar el tamaño de la textura. Para lograrlo se creó un nuevo nodo de *multiplicar* para conectarlo con la textura y el mapa normal, junto con esto se incorporó un nodo llamado *coordenada de textura (texture coordinate)* en conjunto de una constante para brindarle un valor numérico.

Para finalizar con las configuraciones del material se agregó un parámetro para ajustar la profundidad de la textura, es decir, que tenga más o menos relieve o intensidad. Dicho parámetro se creó con un nodo llamado *flatten normal* y otra constante que fueron conectados entre el rgb del mapa normal y el normal del resultado final.

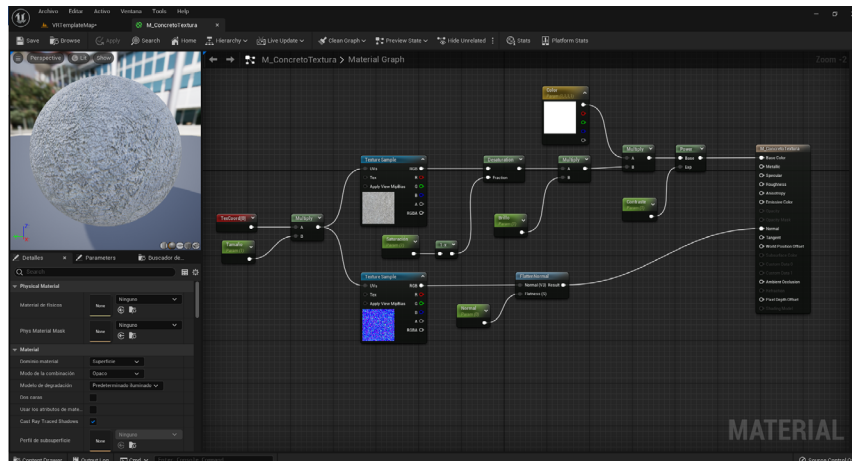


Figura 22: Panel de configuración final de la textura. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto se concluyeron las modificaciones al material se prosigió incorporando objetos más complejos. Para conseguir esto se detectaron dos maneras, la primera es desde la biblioteca de *Unreal Engine*, dicha biblioteca se llama *Quixel Bridge* pero el inconveniente que se presentó fue que para poder acceder a los elementos se necesita tener *Unreal Engine Unlimited*.

La segunda manera de incorporar objetos más complejos es mediante la importación de los mismos desde otros programas de modelado 3D, en este caso se optó por el uso de *SketchUp*. Para importar objetos se distinguieron dos caminos, mediante la instalación de un *plugin* llamado "*Datasmith*" o importando el modelo u objeto en formato *“.fbx”*.

El primer camino consta de exportar en formato *Datasmith* el objeto desde *SketchUp* con la opción *exportar a archivo de Datasmith* y luego importarlo en *Unreal Engine*. Este caso fue revisado con un modelo de los recintos a los cuales se les tomaron fotografías 360° (figura 9, 10 y 11). Se realizó una primera prueba en la cual se le incorporaron texturas al modelo desde *SketchUp*, pero los resultados no fueron los mejores puesto que la textura se veía demasiado plana o no se importaba bien.

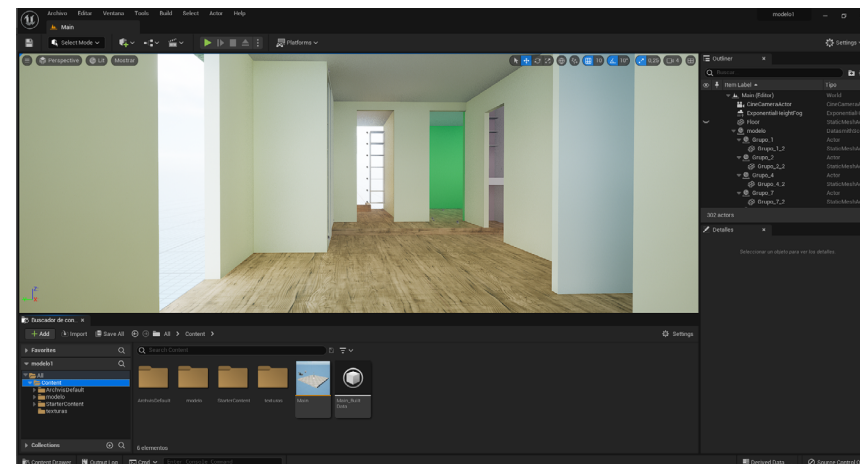


Figura 23: Importación de texturas desde *SketchUp*. Fuente: Elaboración propia.

En una segunda prueba se importó un modelo sin texturas para que estas sean añadidas desde *Unreal Engine* a través de *blueprints*. Al realizar las modificaciones a los materiales, mediante el proceso descrito con anterioridad, se observó que estas no se aplicaban de igual manera a todos los elementos del modelo, es decir, el tamaño de la textura parecía variar en relación al tamaño del objeto, por lo que aplicar exactamente la misma textura a elementos diferentes puede dar bajos resultados.

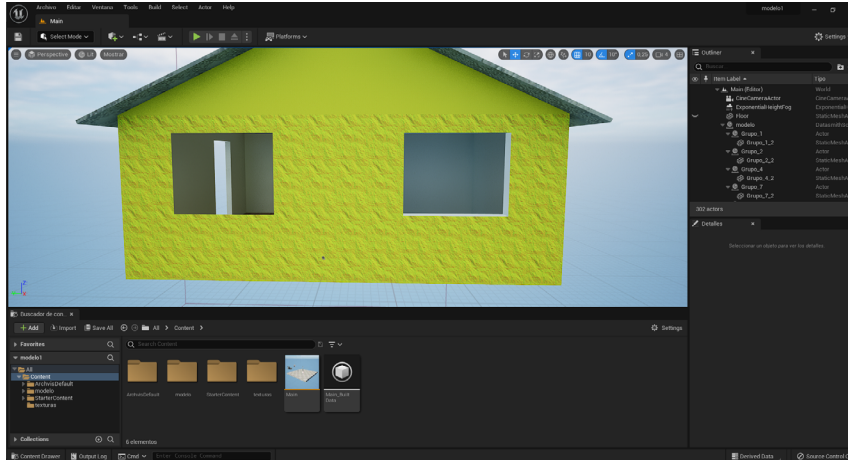


Figura 24: Aplicación de la misma textura a más de un objeto. Fuente: Elaboración propia.

El segundo camino consiste en la importación en formato “.fbx”. Para este caso se continuó usando el modelo en el cual se incorporaron cubos con diferentes texturas. Se creó una carpeta en la cual se importó el modelo y en las opciones de importación se decidió no crear material para poder incorporárselo directo desde *Unreal Engine*. Para finalizar, se añadió el objeto a la escena simplemente arrastrándolo a ella, donde luego se le incorporó un material predeterminado del programa.

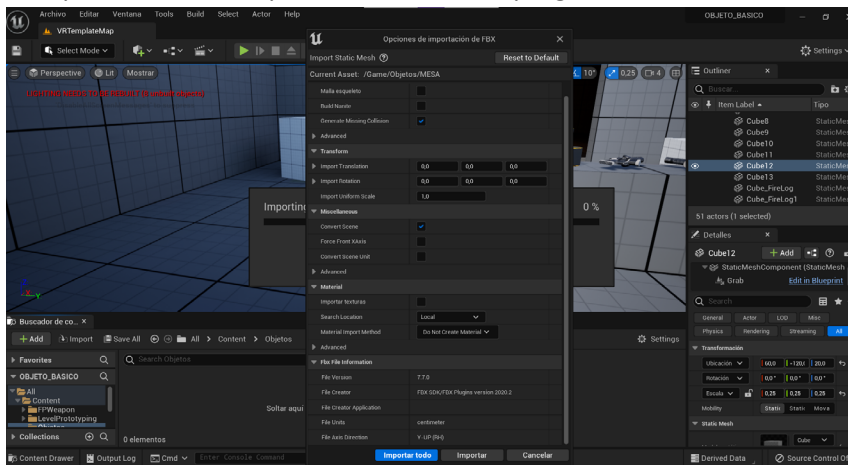


Figura 25: Opciones de importación del modelo. Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se incorporaron tanto objetos básicos como objetos más complejos y se les aplicaron diferentes texturas se continuó por configurarlos con el fin de mejorar la experiencia virtual, esto hace referencia al hecho de que pasen de ser objetos sin posibilidad de interacción, como una fotografía, a objetos interactivos que puedan manipularse para poder tener una mayor comprensión de ellos o simplemente poder observarlos con mayor detenimiento.

La primera configuración que se les aplicó fue convertirlos en objetos “agarrables” o manipulables mediante la realidad virtual. Esto se logró seleccionando el objeto que se quería editar e incorporándole un *plano (blueprint)* llamado *agarrar componente (grab component)* en los detalles del objeto seleccionado.

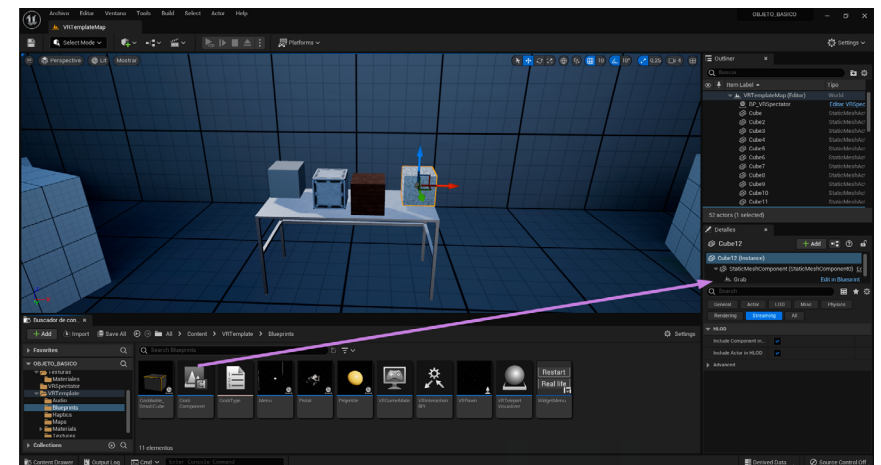


Figura 26: Transformar el objeto en uno “agarrable”. Fuente: Elaboración propia.

La segunda configuración que se les aplicó fue transformar los objetos en volúmenes de colisión, es decir, objetos que no se pueden atravesar en el mundo virtual. Para conseguirlo se seleccionó el elemento a modificar y se le añadió una *caja de colisión simple (add box simplified collision)* en la sección de *colisión (collision)* en *mall estática (static mesh)*.

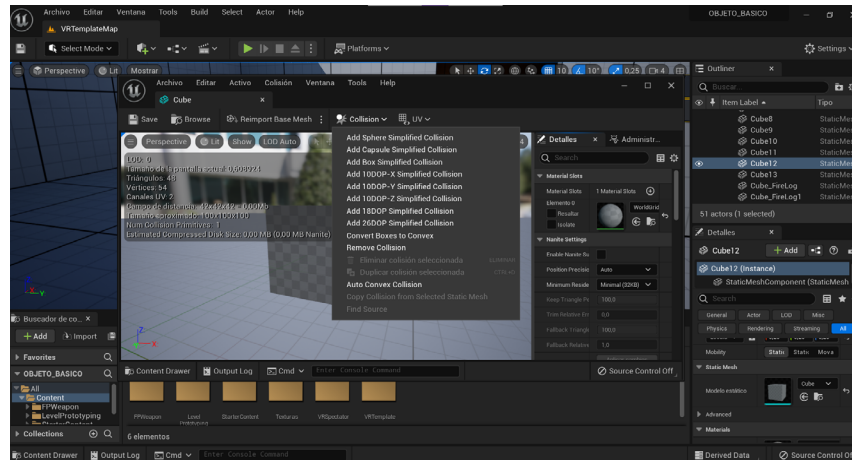


Figura 27: Transformar el objeto en un volumen de colisión. Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. ELABORACIÓN DEL MODELO FINAL

Una vez que se obtuvo la fotografía 360° de la sala de consulta felina del Hospital Clínico Veterinario Virtual de la Universidad de Chile, y tras realizar todas las pruebas anteriores, se comenzó con la construcción del modelo final. Se inició limpiando el área de trabajo, es decir, quitando los elementos que vienen predeterminados en el modelo de realidad virtual (*VR Template*), y luego se incorporó un *HDRIBackdrop*.



Figura 28: Fotografía 360° de la sala de consulta felina. Fuente: Unidad de desarrollo docente FAVET.

Se añadió la fotografía 360° en formato *HDR (High Dynamic Range)* en la sección *cube map* y después se fue ajustando el *tamaño (size)* y el punto de proyección para lograr que la fotografía se vea lo más parecida a la realidad posible.

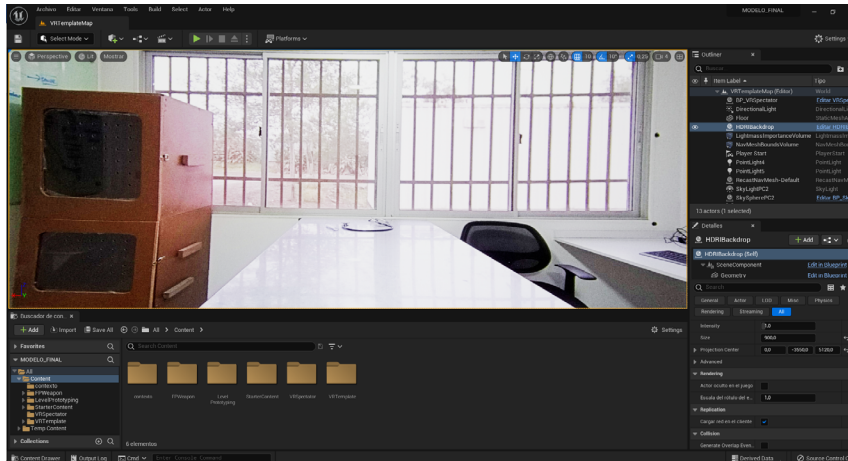


Figura 29: Ajuste de tamaño y punto de proyección de la fotografía 360°. Fuente: Elaboración propia.

A continuación se importaron los objetos en formato “.fbx” en una carpeta para ser añadidos a la escena y con el comando *R* (*escalar objetos*) se modificó el tamaño de cada uno para que tuvieran concordancia con la escala de la imagen. Los siguientes pasos fueron incorporarle textura a cada uno de los objetos incorporados, los cuales fueron una jeringa, un bisturí y una pesa, y luego transformar todos los elementos en objetos “agarrables” y en volúmenes de colisión.

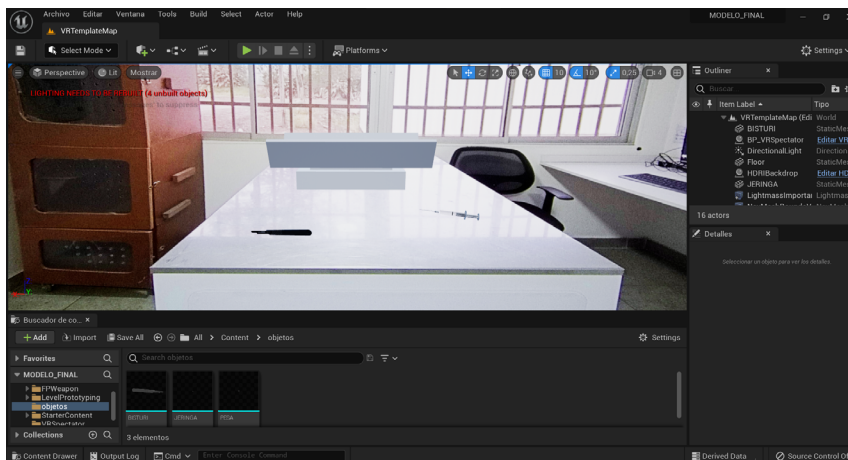


Figura 30: Incorporación de modelos 3D en una fotografía 360°. Fuente: Elaboración propia.

3.2.4. VISUALIZACIÓN EN VISORES *META QUEST 2*

En cuanto estuvo listo el modelo final se procedió a testarlo en los visores *Meta Quest 2*. Se presentaron complicaciones a la hora de visualizarlo en la opción de *previsualización de realidad virtual (VRPreview)* que posee *Unreal Engine*, de hecho, para que el programa reconociera que el computador portátil tenía un visor conectado se tuvo que vincular este mismo por medio de conexión inalámbrica (*Air Link*) y por medio de conexión por cable (*Oculus link*). Sin embargo, al conectar los *Meta Quest 2* a un computador de escritorio estos lograron conectarse bien por cable para lograr la previsualización del modelo.

Debido a estas complicaciones con la previsualización se procedió a convertir el modelo en un archivo *apk* (*Android Application Package*) o *Paquete de Aplicación Android*. Primero se procuró que el modelo tuviera el *plugin* que permite visualizarlo en los *Meta Quest 2* (*Oculus VR*), luego se procedió a instalar el programa *Android Studio* para poder instalar *Android SDK* y *Android NDK*. Además, se verificó tener instalado *JAVA*.

Para visualizar el archivo *apk* en los visores primero se verificó que estos estuviesen en el modo desarrollador, luego se descargó el programa *Sidequest* en el computador para poder instalar el *apk*. En un comienzo, esta instalación resultó fallida debido a que los *Meta Quest 2* no se encontraban vinculados a esta, una vez que se vincularon correctamente el archivo *apk* se instaló enseguida.

Luego, en los visores se buscó la aplicación en la *librería de aplicaciones*, en el menú desplegable de la esquina superior derecha en la sección de *origen desconocido* (*unknown sources*), y una vez que se seleccionó el proyecto este se abrió inmediatamente.

3.3. RESULTADOS

Tras visualizar el modelo en los *Meta Quest 2* se hizo evidente que el punto de proyección y el tamaño y ubicación de los objetos estaban incorrectos (Anexo 1), además del hecho que el punto de partida del usuario en el modelo hacía aún más evidente los problemas que había ya que pareciese como si el sujeto se encontrara prácticamente dentro de la mesa.



Figura 31: Primera previsualización del modelo. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se procedió a ajustar el punto de proyección para que quede a la altura del ojo, esto se logró dejando el eje Z en 160 debido a que *Unreal Engine* funciona en centímetros. Junto al ajuste del punto de proyección se modificó la ubicación, dejando los valores X, Y y Z en 0,0.

En complemento a lo anterior, se reubicaron los objetos para que quedasen sobre la mesa existente en la fotografía 360°, ajustando a la vez sus tamaños para que tuvieran concordancia con la nueva ubicación del observador y del punto de proyección, pero al observarlos en los visores se comprobó que si bien cuando la persona se encuentra mirando de frente a la mesa con los objetos estos se ven bien, una vez que se gira para mirar el resto del entorno los objetos parecieran flotar en el espacio debido a que no poseen una superficie real de apoyo ya que en realidad

solo están superpuestos en la fotografía 360° en una ubicación que dé la sensación y percepción de que se encuentran sobre la mesa; por lo que se incorporó un objeto rectangular que simulara la mesa para que estos pudiesen reposar sobre una superficie.



Figura 32: Objetos sobre una superficie. Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, al momento de intentar agarrar los objetos esto no se pudo por lo que se revisaron las configuraciones de ellos se verificó que en la sección de *movilidad (movility)* los objetos estaban en modo *estático (static)* en vez de modo *movible (movible)* por lo que se cambió y en complemento se incorporó la opción de *simular física (simulate physics)* para que ahora también tengan gravedad, es decir, que al agarrar los objetos y luego soltarlos estos caerán al suelo en vez de quedar flotando en el espacio.

Finalmente, se experimentó qué sucedía si el usuario se mueve del centro de proyección, lo que llevó a observar una clara deformación en el entorno conformado por la fotografía 360° además de que los objetos no seguían la deformación del espacio por lo que se evidenciaba que se encontraban sobrepuestos en la escena (Anexo 2).

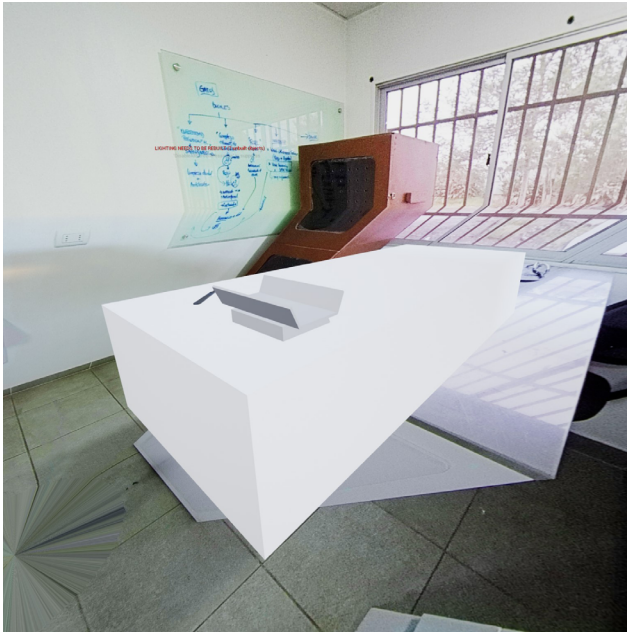


Figura 33: Cambio de ubicación del usuario en relación al centro de proyección.
Fuente: Elaboración propia.

3.4. ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA

Tras evaluar los resultados obtenidos en esta investigación es posible comprobar que la implementación de fotografías 360° con el modelado 3D es un método factible a la hora de enriquecer un modelo de realidad virtual, y además, se presenta como una herramienta que ofrece nuevas oportunidades en una gran diversidad de ámbitos.

La tecnología es una herramienta en desarrollo que puede ofrecer demasiadas oportunidades y beneficios a las personas, tanto para su formación cognitiva como para momentos de distensión y ocio. Esta investigación se enfocó en la realidad virtual y en las oportunidades que esta puede ofrecer si se implementan fotografías 360° con modelado 3D a ella, dando como resultado una experiencia virtual inmersiva en la que el usuario puede interactuar con elementos que componen la escena y no solo mirarlos.

Es esta interacción que se logra la que otorga beneficios y es un potencial punto de desarrollo para generar una herramienta que sirva en más áreas, no solo en la medicina veterinaria como fue el caso de estudio sino en áreas como la misma arquitectura.

La arquitectura, presenta diferentes ámbitos de especialización, como por ejemplo el patrimonio, donde se podría crear una fotografía 360° de un espacio en ruinas a la cual se le incorporan elementos 3D para lograr una mejor comprensión del mismo; o incluso se podría evaluar la opción de modelar el edificio en su estado original para realizar una comparación del antes y después, identificando posibles puntos que fallaron en la estructura.

Lo anteriormente mencionado lleva a pensar esta tecnología como una herramienta de desarrollo en materias de construcción, tanto si lo que se quiere es poder visualizar el espacio que se está diseñando para tener una percepción de cómo se sentiría el ambiente, como también

para poder realizar capacitaciones para el personal que va a trabajar con elementos que no conocían con antelación, como por ejemplo alguna máquina que pueda presentarse como un potencial riesgo si se usa de manera incorrecta o inadecuada.

Ahora bien, si se ve como una herramienta para el ámbito académico, esta puede ser usada en la enseñanza de la arquitectura en materias de historia para que los estudiantes puedan conocer los lugares de los cuales hablan los profesores sin tener la necesidad de viajar para tener una mejor comprensión de lo que les dicen ya que al observar un entorno el nivel de entendimiento de este es mayor a que si se lee solo en un libro.

Esto mismo puede ser empleado en otras áreas de enseñanza como por ejemplo la geografía, donde los estudiantes deben realizar salidas a terreno para ver la topografía que lo compone como también los elementos que allí se encuentran que pueden afectar o generar cambios en el lugar, pero que en ocasiones puede que no se lleven a cabo tanto por factores climáticos como por temas económicos.

Retomando la enseñanza de la arquitectura, el hecho de que los estudiantes trabajen con herramientas de construcción muchas veces puede representar un riesgo para su integridad física, riesgo que podría verse disminuido si en una primera instancia se realizan cursos de capacitación para el uso de estos elementos de manera virtual para que ellos puedan sostener los objetos, analizar cómo se componen y dimensionar también el tamaño que tienen y cómo será la manipulación de estos en relación a lo ya mencionado.

Analizándolo desde ese punto, esta herramienta puede ser bastante útil para estudiantes del área de medicina, ya que se pueden crear espacios virtuales de simulación clínica para que puedan visualizar cómo se siente estar realmente en un quirófano por o en una sala de consulta, tal como lo fue en el caso de estudio, cuáles son los instrumentos con los que cuentan, el orden y las dimensiones de estos, y poder practicar cómo

es su uso disminuyendo así el porcentaje de error cuando tengan uno real en sus manos. El objetivo es que tengan la oportunidad de conocer estos lugares antes para poder conseguir un poco más de confianza y experiencia con el fin de que en un futuro se puedan enfrentar a una situación real con mayores herramientas a nivel intelectual a su disposición.

Desde el diseño interior esta herramienta puede ser usada para analizar cuál es la mejor disposición de los muebles o elementos que compondrán el espacio, utilizando una fotografía 360° de este mismo e incorporándole por ejemplo sillas para ver cuál es la mejor ubicación para ellas con el fin de que el ambiente que se cree sea el adecuado y el que se tiene la intención de lograr.

Otro punto importante en el cuál esta herramienta puede ser útil es comprender el espacio desde otra perspectiva, como por ejemplo desde el punto de vista de personas en situación de discapacidad para saber cómo perciben el mundo tal como si se encontrasen en una silla de ruedas, ya que la percepción de las dimensiones de los lugares y objetos cambian en relación al punto desde el cual se le mire, lo que puede llevar a repensar un diseño arquitectónico teniendo en mayor consideración y comprensión de lo que realmente significa la accesibilidad universal puesto que no es solo incorporar rampas o ascensores.

Se espera que en un futuro esta herramienta pueda ser usada e implementada tanto para el mundo académico como para el mundo laboral, ya que las oportunidades que ofrece son varias, como por ejemplo la visualización de espacios para tener una mejor percepción de estos, la enseñanza y capacitación en base a elementos que podrían presentar un riesgo para la salud de las personas, o incluso para ampliar la imagen que se tiene del mundo ya que se suele ver desde el punto de vista personal, invisibilizando o ignorando muchas veces el cómo ve el mundo la persona que se tiene al lado.

04 CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación era poder identificar las oportunidades que ofrece la implementación de la tecnología de cámaras 360° junto con el modelado 3D para enriquecer un modelo de realidad virtual. Con esta premisa, y escogiendo como caso de estudio el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad de Chile que precisamente se encontraba desarrollando un recorrido virtual por medio de fotografías 360° de diferentes espacios, se decidió realizar una investigación de carácter exploratorio para averiguar cuáles serían los resultados si se utiliza la fotografía 360° como el entorno directo o cercano al cual se le incorporarían modelos 3D que tuvieran la posibilidad de ser manipulados por el usuario para así poder enriquecer la experiencia virtual de las fotografías 360°.

Luego de desarrollar un modelo de una sala de consulta felina en el cual se usó una fotografía 360° proporcionada por el equipo del Hospital Clínico Veterinario Virtual a la que se le agregaron elementos propios de una veterinaria, como por ejemplo una jeringa, una aguja y una pesa, para luego ser visualizada a través de unos visores de realidad virtual, en específico los *Meta Quest 2*, se concluyeron varios puntos tanto en relación al proceso de fabricación del modelo como al resultado final del mismo.

En cuanto al proceso de fabricación se destaca el hecho de que el programa escogido, *Unreal Engine*, resulta ser bastante sencillo de usar en el sentido de que las herramientas y comandos que posee son bastante fáciles de encontrar y de aprender para una persona que ya maneja cierto nivel de conocimiento en programas de modelado 3D, como es el caso de la mayoría de estudiantes de arquitectura, además de poseer una gran variedad de plantillas para poder iniciar un diseño, desde plantillas destinadas para la creación de juegos como plantillas dedicadas exclusivamente para el diseño arquitectónico. En complemento a esto se suma la alta cantidad de tutoriales y foros de consulta que es posible encontrar sobre el uso de este mismo programa.

En relación al resultado obtenido, se concluye que la incorporación de

modelos 3D a una fotografía 360° aumenta el nivel de interactividad que el usuario puede tener con el entorno virtual creado, ya que se pasa de un espacio bidimensional a uno tridimensional en el cual el sujeto puede interactuar con algunas de las cosas que lo rodean, como por ejemplo la posibilidad de poder agarrar objetos y acercárselos para poder tener una vista más detallada del mismo además de poder tener una mejor percepción del tamaño de ellos.

Sin embargo, el hecho de haber usado una fotografía 360° como el entorno directo o cercano genera ciertas limitaciones para la realización de algunas actividades, como por ejemplo el hecho de que el usuario no puede moverse o alejarse mucho del punto de proyección o punto de inicio debido a que la percepción y proyección misma del espacio se ve distorsionada de manera muy evidente, ya que al ser una fotografía no se le puede ajustar el punto de proyección para que cambie a medida que la persona se desplace por el espacio virtual.

Respecto al Hospital Clínico Veterinario, los resultados finales muestran un aporte y un avance en relación a la idea de lograr que los estudiantes puedan conocer y aprender de manera virtual los elementos que pueden haber en el lugar, en este caso una sala de consulta felina, ya que al poder interactuar con ellos, en el sentido de poder manipular los objetos, el estudiante se siente más inmerso en el espacio, otorgando una mayor comprensión de lo que allí se encuentra y a lo que se enfrentará una vez que vaya de manera presencial a una consulta veterinaria.

Si bien este método de integración de fotografías 360° con objetos 3D para la conformación de un modelo de realidad virtual posee ciertas limitantes, abre la posibilidad de poder generar espacios virtuales de enseñanza y aprendizaje no solo en el ámbito de la veterinaria, sino que también se puede proyectar a otros rubros académicos en los que el estudiante pueda por medio de la realidad virtual conocer instalaciones y objetos que en un futuro vaya a usar realmente ya que extiende los conocimientos impartidos desde un nivel teórico a un nivel práctico

también, lo que potencia su aprender llevándolo a desarrollar habilidades que de manera teórica se ven disminuidas.

Esta investigación deja en evidencia una de las maneras en que la realidad virtual puede ser usada como una herramienta en la enseñanza y formación de diferentes personas debido a que brinda una gran variedad de posibilidades de aplicación, como lo fue en este caso la conformación de un entorno virtual por medio de fotografías 360° y modelos 3D con el fin de otorgar un mayor nivel de inmersión en un espacio que busca ser de aprendizaje.

05 REFERENCIAS

- Alamirah, H., Schweiker, M., & Azar, E. (2022). Immersive virtual environments for occupant comfort and adaptive behavior research-A comprehensive review of tools and applications. *Building and Environment*, 207, 108396. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108396>
- Bennett, W. (2014). Ventajas y desventajas de la realidad virtual. *Saber más. Revista de Divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*. 12. <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/tecnologia/93-numero-1250/186-ventajas-y-desventajas-de-la-realidad-virtual.html#:~:text=Las%20desventajas%20de%20la%20realidad,nuevo%2C%20alrededor%20de%20%2420%2C000%20d%C3%B3lares>.
- Campanela, E. (2018). Periodismo y realidad virtual: el caso del New York Times VR. https://www.academia.edu/44660845/REALIDAD_VIRTUAL_Y_PERIODISMO?auto=citations&from=cover_page
- Carrillo, J., & Cortés, J. (2016). Secuencias didácticas con realidad virtual: En el área de geometría en educación básica. *Revista teórica del Departamento de Ciencias de la Comunicación*, 1(23), 279-304. <http://www.revistafaro.cl/index.php/Faro/article/view/471/444>
- Chavarri, E. W. (2021). Desarrollo de un tour virtual utilizando realidad virtual, del museo “Caracol de Piedra” del distrito de Paucamarca - San Marcos, Cajamarca 2020. [Tesis para optar a título profesional, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo]. <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/1543>
- Clarke, E. (2021). Virtual reality simulation — the future of orthopaedic training? A systematic review and narrative analysis. *Advances in Simulation*, 6(1), 1-11. <https://link.springer.com/article/10.1186/s41077-020-00153-x>

- Cortes, Y. H., Hernández, J. S., González, C. M., & Upegui, E. S. (2021). Reutilización de fotos adquiridas con cámaras 360° de Google Street View para la reconstrucción 3D en un enfoque de promoción turística: estudio de caso Bogotá Colombia. *Revista Educación en Ingeniería*, 16(32), 48-54. <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/1169>
- Elias, C. M., Vargas, S. I., & Castillo, K. V. B. (2021). La realidad virtual en la experiencia educativa de pregrado. *Delectus*, 4(1), 139-145. <https://doi.org/10.36996/delectus.v4i1.72>
- Francés, A. (2016). El proyecto de la arquitectura mediante render 360. [Disertación Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]. <http://hdl.handle.net/10251/71198>
- Huang, K., Ball, C., Francis, J., Ratan, R., Boumis, J., & Fordham, J. (2019). Augmented Versus Virtual Reality in Education: An Exploratory Study Examining Science Knowledge Retention When Using Augmented Reality/Virtual Reality Mobile Applications. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(2), 105-110. <http://doi.org/10.1089/cyber.2018.0150>
- Jara, A. (2019). Proyecto de producción artística "Ciudad de La Plata en 360°". *Actas de trabajos extensos del XVI Congreso Nacional de profesores de expresión gráfica en ingeniería, arquitectura y carreras afines: la representación gráfica de naturaleza técnica*. Repositorio institucional de la UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/129738>
- Jones, J. A., Dukes, L. C., Krum, D., M., Bolas, M. T., & Hodges, L., F. (2015). Correction of geometric distortions and the impact of eye position in virtual reality displays. [2015 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)]. <https://doi.org/10.1109/CTS.2015.7210403>
- Lara, G., Santana, A., Lira, A., & Peña, A. (2019). El Desarrollo del Hardware para la Realidad Virtual. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información*, 31, 106-117. <https://scielo.pt/pdf/rist/n31/n31a09.pdf>
- López San Martín, L. (2019). *Estudio y recreación de la estación de ferrocarril de San Bernardo. Situación original en modelo tridimensional*. [Trabajo Fin de Grado Inédito, Universidad de Sevilla]. <https://hdl.handle.net/11441/92936>
- Magallanes, J. S., Rodríguez, Q. J., Carpio, Á. M., & López, M. R. (2021). Simulación y realidad virtual aplicada a la educación. *RECIAMUC*, 5(2), 101-110. <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/651>
- Marín-Díaz, V., Requena, B. E. S., & Gea, E. V. (2022). La realidad virtual y aumentada en el aula de secundaria. *Campus Virtuales*, 11(1), 225-236. <http://dx.doi.org/10.54988/cv.2022.1.1030>
- Naranjo, S. A. (2019). *Recorrido virtual 3D para promocionar el Centro Agrícola de Riobamba*. [Tesis de Licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11496>
- Nicolalde, J. E. (2020). Recorrido Virtual como impulso turístico utilizando frameworks de WebGL. [Archivo PDF]. https://www.academia.edu/43894517/Recorrido_Virtual_como_impulso_turistico_utilizando_frameworks_de_WebGL
- Oña, M. B. (2019). *Desarrollo de un prototipo de escáner óptico 3D montado en un UAV con cámara 360 utilizando fotogrametría*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/19999>

Pei-Luen, P.R., Jian, Z., Zhi, G., & Jiaqi, L. (2018). Speed reading on virtual reality and augmented reality. *Computers & Education*, 125, 240-245. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.016>

Sánchez-Cabrero, R., Novillo-López, M., Arigita-García, A., Costa-Román, Ó., Barrientos-Fernández, A., & Pericacho-Gómez, F. (2019). Carencias y limitaciones que afectan al asentamiento de la realidad virtual como tecnología de referencia en la sociedad actual. *Revista Espacios*, 40(10), 11-17. <http://www.revistaespacios.com/a19v40n10/a19v40n10p11.pdf>

Sousa-Ferreira, R., Campanari-Xavier, R. A., & Rodrigues-Ancioto, A. S. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(33), 223-241. <https://doi.org/10.21830/19006586.728>

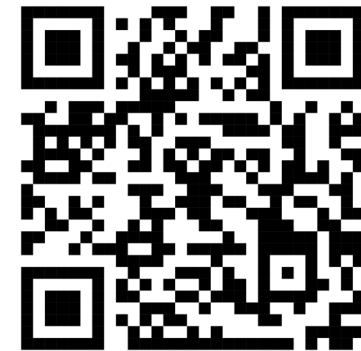
Unidad de Desarrollo Docente. (2022). Ficha Técnico Educativa - Recurso Educativo: Experiencia Virtual en 360° Hospital Veterinario de Pequeños Animales de FAVET en 360. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

Walmsley, A., & Kersten, P. (2020). The Imperial Cathedral in Königsutter (Germany) as an Immersive Experience in Virtual Reality with Integrated 360° Panoramic Photography. *Applied Sciences*, 10(4), 1517. <https://doi.org/10.3390/app10041517>

Anexo 1: Video de la primera prueba en visores *Meta Quest 2*. https://drive.google.com/file/d/1LOfsKZSGklxxUqxPvm8-XnnUliqAhYe/view?usp=share_link



Anexo 2: Video del resultado final en visores *Meta Quest 2*. https://drive.google.com/file/d/1BAsjZO2tEQkvfiQZ7vpghFd8fh9dyCvY/view?usp=share_link



Anexo 3: Modelo final en *Unreal Engine* y *apk* para su visualización en los visores de realidad virtual. https://drive.google.com/drive/folders/1415t9DxVSzZ8dumqQnf2QDv4YA6mDmss?usp=share_link



Fuente: Gentileza de la Unidad de desarrollo docente de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile.