



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de la FCQS y
Administración Central de la UTMACH**

**PORRAS VALAREZO LUIS ENRIQUE
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**ESPINOZA BETANCOURT PAUL ALEXANDER
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de la FCQS y
Administración Central de la UTMACH**

**PORRAS VALAREZO LUIS ENRIQUE
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**ESPINOZA BETANCOURT PAUL ALEXANDER
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

PROPUESTAS TECNOLÓGICAS

**Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de la FCQS y
Administración Central de la UTMACH**

**PORRAS VALAREZO LUIS ENRIQUE
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**ESPINOZA BETANCOURT PAUL ALEXANDER
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

NOVILLO VICUÑA JOHNNY PAUL

COTUTOR: ARMIJOS CARRION JORGE LUIS

**MACHALA
2024**



TRABAJO CURRICULAR METAVERSO-PORRAS LUIS – ESPINOZA PAUL

1%
Textos
sospechosos



1% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
< 1% entre las fuentes mencionadas
2% Idiomas no reconocidos (ignorado)

Nombre del documento: TRABAJO CURRICULAR METAVERSO-PORRAS LUIS- ESPINOZA PAUL.docx
ID del documento: d2a88d58fcb8a36f24b8eba7a41dc5fdc7b988
Tamaño del documento original: 33,46 MB
Autores: []

Depositante: NOVILLO VICUÑA JOHNNY PAÚL
Fecha de depósito: 5/2/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 5/2/2025

Número de palabras: 13.539
Número de caracteres: 89.841

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	riull.ull.es Laboratorio de química gamificado en realidad virtual http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/27837	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
2	repositorio.utmachala.edu.ec Repositorio Digital de la UTMACH: Página de inicio http://repositorio.utmachala.edu.ec/ 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	sedici.unlp.edu.ar http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/90803	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
2	ciencialatina.org Vista de Telepresencia como Herramienta Didáctica para el Desar... https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/9200/13716	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)
3	digitallearning.ucf.edu https://digitalllearning.ucf.edu/ilab/wp-content/uploads/2021/07/Production-and-Evaluation-of-a-...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
4	ruc.udc.es Retos del metaverso: una revisión sistemática de la bibliografía desde la... https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/32772	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (16 palabras)
5	dspace.udla.edu.ec Repositorio Digital Universidad De Las Américas: Adaptación d... http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/11333	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (16 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- https://proasets.planetadelibros.com/usuaris/libros_contenido/arxius/52/51304_El_Metaverso.pdf
- <https://oa.upm.es/72658/>
- <https://boundingboxsoftware.com/materialize/>
- <https://code.visualstudio.com/docs>
- <https://www.adobe.com/ec/products/photoshop.html>

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, PORRAS VALAREZO LUIS ENRIQUE y ESPINOZA BETANCOURT PAUL ALEXANDER, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de la FCQS y Administración Central de la UTMACH, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



PORRAS VALAREZO LUIS ENRIQUE

0706343811



ESPINOZA BETANCOURT PAUL ALEXANDER

0750205908

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, quienes con su amor incondicional y su guía han sido el faro que me ha permitido avanzar en este camino. Su ejemplo de esfuerzo, perseverancia y valores me ha inspirado a superar los obstáculos y a perseguir mis sueños con determinación. Gracias por cada palabra de ánimo, por cada sacrificio y por enseñarme que la verdadera riqueza está en la familia y en el amor que compartimos.

A mis dos grandes amigos, a quienes considero como mis hermanos, por ser mi refugio en los momentos difíciles y mi mayor apoyo en las etapas más desafiantes de esta travesía. Su amistad, lealtad y comprensión han sido un regalo invaluable. Con ustedes he aprendido el verdadero significado de la camaradería y la hermandad, y sus palabras de aliento han sido una fuente constante de fortaleza y motivación.

Este logro no habría sido posible sin el respaldo de quienes siempre han creído en mí, incluso en los momentos en los que yo mismo dudaba. A cada uno de ustedes, les dedico no solo este trabajo, sino también mi gratitud eterna, porque este triunfo no es solo mío, sino también de ustedes, que me han acompañado en cada paso de esta aventura.

Paul Alexander Espinoza Betancourt

Dedico este trabajo, en primer lugar, a mis padres, cuyo amor incondicional y dedicación han sido el motor que me impulsó a alcanzar esta meta. Su ejemplo de esfuerzo, perseverancia y valores ha sido una guía constante en cada paso de este camino, dándome la fortaleza para superar cualquier desafío.

A mis hermanas, por su apoyo constante y sus palabras de aliento, que siempre fueron una fuente invaluable de motivación. Su presencia y confianza en mis capacidades me inspiraron a mantenerme firme en mis objetivos.

A mis abuelos maternos, quienes dejaron una huella imborrable en mi vida con sus enseñanzas y principios. En especial, a mi abuela Luz María, cuyo amor, sabiduría y respaldo incondicional fueron un faro que iluminó mi trayecto hacia este logro.

De manera especial, dedico este proyecto a mi pareja, por su amor incondicional, su infinita paciencia y su comprensión. Por estar a mi lado en los momentos más difíciles, celebrar conmigo cada pequeño avance, y brindarme consejos y opiniones que contribuyeron significativamente a la calidad y presentación final de este trabajo. Gracias por confiar en mí, por ser mi refugio y mi constante motivación para seguir adelante.

Este trabajo es, en esencia, el reflejo del esfuerzo compartido, la confianza y el amor que cada uno de ustedes ha depositado en mí. Su apoyo incondicional ha sido la base sobre la que he construido este logro, que también les pertenece.

Luis Enrique Porras Valarezo

AGRADECIMIENTO

En este trabajo, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que, de una forma u otra, contribuyeron a que este proyecto se convirtiera en una realidad. Su apoyo y compromiso han sido fundamentales para alcanzar este logro, que no hubiera sido posible sin su presencia en cada paso del camino.

A mis padres, por ser mi guía y fortaleza, y por brindarme no solo los recursos necesarios, sino también los valores y principios que han sido la base de mi desarrollo personal y académico. Su ejemplo de esfuerzo, amor y perseverancia me ha inspirado a superar cada desafío, incluso en los momentos más difíciles, y su apoyo incondicional ha sido el pilar que me sostuvo.

A mis dos grandes amigos, a quienes considero como mis hermanos, por estar siempre a mi lado, ofreciendo su ánimo constante y compartiendo conmigo tanto las alegrías como las dificultades. Su amistad ha sido un refugio en los momentos de incertidumbre y un motor que me ha impulsado a seguir adelante.

A los compañeros, docentes y guías que, con su dedicación y conocimiento, enriquecieron mi camino académico. Su paciencia y sus aportes me ayudaron a perfeccionar este trabajo y a crecer como persona. Su disposición para compartir ideas y resolver dudas fue invaluable en este proceso, y por ello les estaré eternamente agradecido.

Finalmente, a todas las personas que, de manera directa o indirecta, dejaron una huella en este proyecto y en mi vida. Este logro no solo es el resultado de mi esfuerzo, sino también de la generosidad y el apoyo de quienes han creído en mí. A todos ustedes, mi gratitud eterna.

Paul Alexander Espinoza Betancourt

En primer lugar, expreso mi más profundo agradecimiento a Dios por haberme otorgado la fortaleza y sabiduría necesarias para culminar este proyecto. Su guía ha sido fundamental en cada paso de este proceso.

A mis padres, por ser mi mayor fuente de fortaleza y por enseñarme, a través de su ejemplo, el valor del esfuerzo y la dedicación. Su respaldo moral, emocional e incondicional ha sido un pilar esencial para superar los desafíos de este camino.

A mis hermanas, por sus valiosos consejos, que resultaron imprescindibles para mantenerme enfocado en mis metas, y por su constante ánimo y motivación, los cuales alimentaron mi determinación en los momentos más exigentes.

A mis abuelos maternos, quienes, aunque ya no están físicamente entre nosotros, desempeñaron un papel crucial en mi crianza y me inculcaron valores fundamentales para la vida. A mi abuela paterna Luz María, por su apoyo incondicional y sus sabios consejos, que iluminaron mi camino y me ayudaron a alcanzar esta meta.

A mi pareja, por su infinita paciencia y comprensión durante todo este proceso. Su apoyo emocional y su constante disposición para motivarme y acompañarme en los momentos más desafiantes desempeñaron un rol crucial en la culminación de este proyecto.

A mi tutor de tesis, el ingeniero Johnny Novillo por su orientación experta y su invaluable paciencia. Su dedicación y experiencia fueron determinantes para estructurar y desarrollar este trabajo, marcando una diferencia significativa en cada etapa.

A mi cotutor de tesis, el ingeniero Jorge Armijos, quien estuvo presente a lo largo de todo el proceso. Su amplia experiencia y constante disposición para apoyar contribuyeron enormemente a la concreción de este proyecto.

Finalmente, a mi equipo de trabajo en el Metaverso, por compartir conmigo experiencias, aprendizajes y desafíos. Su colaboración y apoyo no solo enriquecieron este proyecto, sino que también dejaron huellas imborrables de compañerismo y amistad que llevaré siempre conmigo.

Luis Enrique Porras Valarezo

RESUMEN

El metaverso se refiere a un mundo virtual accesible a través de avatares, fue acuñado por Neal Stephenson en 1992. Actualmente, se utiliza en educación para crear aulas virtuales y simulaciones académicas, especialmente en países como Estados Unidos y algunos paises de Latinoamérica como Argentina, Brasil, Chile y México que han comenzado a implementar esta tecnología. El presente proyecto tiene como objetivo principal el desarrollo de un metaverso para la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), enfocado específicamente en la Facultad de Química y la Administración Central que permitirá a la comunidad universitaria explorar estas instalaciones de manera inmersiva, superando las limitaciones físicas y geográficas actuales. La metodología usada para el proyecto fue SCRUM, que permite el trabajo colaborativo y la entrega incremental de funcionalidades. Para el desarrollo se utilizó tecnologías avanzadas como Blender y Unity3D que buscan crear una réplica detallada y tridimensional de los edificios y sus áreas internas. Para evaluar el prototipo se realizaron pruebas de usabilidad y funcionalidad a miembros de la comunidad universitaria mediante el uso de encuestas. Los resultados recopilados de dicha encuesta señalan que hay un alto nivel de aceptación y satisfacción por parte de los participantes, quienes también resaltaron la facilidad de uso y el nivel de detalle en los modelos 3D. Se comprobó que existe un impacto positivo en la accesibilidad y en la percepción del campus universitario, afianzando el metaverso como una herramienta innovadora para la exploración de dicho entorno. El proyecto metaverso en el ámbito educativo Este proyecto no solo representa una innovación significativa para UTMACH, sino que también se alinea con las tendencias globales en el ámbito educativo. La creación de este metaverso tiene el potencial de servir como modelo para otras instituciones, promoviendo una educación más accesible y moderna.

PALABRAS CLAVE

inmersión, blender, unity, daz, SCRUM, VR, educación

ABSTRACT

The metaverse refers to a virtual world accessible through avatars, it was coined by Neal Stephenson in 1992. Currently, it is used in education to create virtual classrooms and academic simulations, especially in countries such as the United States and some Latin American countries such as Argentina, Brazil, Chile and Mexico that have begun to implement this technology. The main objective of this project is the development of a metaverse for the Technical University of Machala (UTMACH), focused specifically on the Faculty of Chemistry and the Central Administration that will allow the university community to explore these facilities in an immersive way, overcoming current physical and geographical limitations. The methodology used for the project was SCRUM, which allows collaborative work and incremental delivery of functionalities. For the development, advanced technologies such as Blender and Unity3D were used that seek to create a detailed and three-dimensional replica of the buildings and their internal areas. To evaluate the prototype, usability and functionality tests were carried out on members of the university community through the use of surveys. The results collected from this survey indicate that there is a high level of acceptance and satisfaction on the part of the participants, who also highlighted the ease of use and the level of detail in the 3D models. It was found that there is a positive impact on the accessibility and perception of the university campus, consolidating the metaverse as an innovative tool for the exploration of said environment. This project not only represents a significant innovation for UTMACH, but also aligns with global trends in the educational field. The creation of this metaverse has the potential to serve as a model for other institutions, promoting a more accessible and modern education.

KEYWORDS

immersion, blender, unity, daz, SCRUM, VR, education

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	11
ÍNDICE DE FIGURAS	12
GLOSARIO.....	14
INTRODUCCIÓN	15
i. Declaración y formulación del problema.....	16
ii. Objeto de estudio y Campo de acción	18
ii. Objetivos.....	19
iv. Hipótesis y variables	20
v. Justificación	21
vi. Organización del documento	22
1. CAPITULO I. MARCO TEÓRICO	22
1.1 Antecedentes de la Investigación.....	22
1.2 Antecedentes históricos	26
1.3 Antecedentes teóricos	27
1.3.1. Metaverso	28
1.3.1.1. Entornos Virtuales.....	29
1.3.1.2. Experiencia Inmersiva	29
1.3.1.3. Telepresencia	29
1.3.2. Herramientas	30
1.3.2.1. Blender.....	30
1.3.2.1.1. Blender Kit	30
1.3.2.2. Modelado 3D	30
1.3.2.3. Materialize.....	30
1.3.2.4. Unity 3D.....	31
1.3.2.5. Visual Studio Code	31
1.3.2.6. Mixamo	31
1.3.2.7. Daz 3D.....	31
1.3.2.8. Adobe Photoshop	32
1.3.2.9. Adobe Illustrator	32
1.3.2.10. After Effects	32
1.3.3. Metodología SCRUM	32

1.3.3.1.	Fases de la metodología SCRUM	32
1.4.	Antecedentes contextuales	34
1.4.1.	Ámbito de aplicación	35
1.4.2.	Establecimiento de Requerimientos.....	36
2.	CAPITULO II. DESRROLLO DEL PROTOTIPO.....	37
2.1.	Definición de prototipo.....	37
2.2.	Metodología de desarrollo del prototipo.....	39
2.2.1.	Enfoque, alcance y diseño de investigación	39
2.2.2.	Unidades de análisis	40
2.2.3.	Técnicas e instrumentos de recopilación de datos	41
2.2.4.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos para la obtención de resultados	41
2.2.5.	Metodología o métodos específicos.....	41
2.2.6.	Herramientas y/o Materiales	42
2.3.	Desarrollo del prototipo	43
2.4.	Ejecución del prototipo	67
3.	CAPITULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO	76
3.1	Plan de evaluación	76
3.2	Resultados de la evaluación	76
4.	CONCLUSIONES.....	89
5.	RECOMENDACIONES.....	90
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
7.	ANEXOS	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables y dimensiones	20
Tabla 2. Preguntas de investigación	23
Tabla 3 Tabla de Requerimientos	36
Tabla 4 Estimación de la población.....	40
Tabla 5. Herramientas y/o materiales	43
Tabla 6 Definición de Tareas	44
Tabla 7 Características del Sprint.....	45
Tabla 8 Equipo SCRUM.....	47
Tabla 9 Estructura del Proceso de Revisión	66
Tabla 10 Componentes e indicadores a evaluar.....	76
Tabla 11 Horario de reuniones con el tutor y cotutor	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de Espinas del pescado: Formulación de Problema	17
Figura 2. Diagrama de procesos de búsqueda de la primera cadena	24
Figura 3. Diagrama de procesos de búsqueda de la segunda cadena	25
Figura 4. Cantidad de trabajos realizados por años (2019- 2024) de la primera cadena de búsqueda	25
Figura 5. Cantidad de trabajos realizados por años (2019- 2024) de la segunda cadena de búsqueda	25
Figura 6. Línea de tiempo de los Antecedentes Históricos	27
Figura 7. Esquema de Antecedentes Teóricos	28
Figura 8. Proceso de las fases de la metodología SCRUM.....	33
Figura 9. Ubicación de la Facultad de Ciencias Químicas de la UTMACH.....	34
Figura 10. Ubicación del Edificio de Administración Central de la UTMACH	35
Figura 11 Arquitectura del Prototipo.....	38
Figura 12 Tablero SCRUM en Trello.....	46
Figura 13 Tablero de tareas	46
Figura 14 Toma de Fotografías de las infraestructuras de la FCQ y Administración Central.....	47
Figura 15 Esquema detallado del Dataset de imágenes	48
Figura 16 Imagen de Referencia	48
Figura 17 Proceso creación de un cubo en Blender	49
Figura 18 Insertar imagen de referencia.....	50
Figura 19 Proceso de cortes al objeto	50
Figura 20 Borrar Caras.....	51
Figura 21 Modelado 3D finalizado	51
Figura 22 Creación de materiales para texturas	52
Figura 23 Visualizar materiales aplicados al modelado 3D	52
Figura 24 Modelado 3D Edificio Administración Central	53
Figura 25 Modelado 3D Facultad de Ciencias Químicas.....	53
Figura 26 Proceso de elaboración y aplicación de texturas.....	54
Figura 27 Proceso Avatar DAZ 3D	55
Figura 28 Proceso de Exportación Avatar DAZ 3D.....	55
Figura 29 Proceso MIXAMO de nuestro AVATAR	56
Figura 30 Creación de proyecto en UNITY	57
Figura 31 Exportación de objetos 3D.....	57
Figura 32 Creación de un terreno en Unity	58
Figura 33 Importación del modelo 3D en Unity	58
Figura 34 Proceso para la movilidad del AVATAR	59
Figura 35 Movilidad al avatar	60
Figura 36 Diseños Interfaz de Usuario.....	60
Figura 37 Paso 1: Proceso Interfaz de Usuario en Unity	61
Figura 38 Paso 2: Proceso Interfaz de Usuario en Unity	61
Figura 39 Paso 3: Proceso Interfaz de Usuario en Unity	62

Figura 40	Proceso para agregar imágenes al menú	62
Figura 41	Ubicar la imagen en SOURCE IMAGE	63
Figura 42	Paso 4: Proceso Interfaz de Usuario en Unity	63
Figura 43	Paso 5: Proceso Interfaz de Usuario en Unity	64
Figura 44	Evidencia fotográfica de la reunión de revisión del Sprint (Virtual).	65
Figura 45	Evidencia fotográfica de la reunión de revisión del Sprint (Presencial).	65
Figura 46	Pantalla de carga Metaverso UTMACH	67
Figura 47	Menú Principal Metaverso UTMACH	68
Figura 48	Teclas a usar en el Metaverso	68
Figura 49	Instrucciones para la navegación dentro del Metaverso	69
Figura 50	Combinación de tecla para correr	69
Figura 51	Combinación de tecla para saltar	70
Figura 52	Entrada principal a la UTMACH en el Metaverso	70
Figura 53	Edificio Administración Central en el Metaverso UTMACH	71
Figura 54	Plazoleta universitaria en el Metaverso	71
Figura 55	Monumento Universitario en el Metaverso UTMACH	72
Figura 56	Centro Médico Universitario en el Metaverso UTMACH	72
Figura 57	Áreas verdes de FCQ y de la salud en el Metaverso UTMACH	73
Figura 58	Bares de la Facultad de Química	73
Figura 59	Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud en el Metaverso UTMACH	74
Figura 60	Pasillo de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud en el Metaverso UTMACH.	74
Figura 61	Bloques de aulas de la FCQ en el Metaverso UTMACH	75
Figura 62	Patio de la FCQ y de la salud en el Metaverso	75
Figura 63	Cronograma de actividades de la evaluación del prototipo	79
Figura 64	Resultados de la pregunta 1	80
Figura 65	Resultado de la pregunta 2	81
Figura 66	Resultados de la pregunta 3	82
Figura 67	Resultados de la pregunta 4	83
Figura 68	Resultados de la pregunta 5	83
Figura 69	Resultados de la pregunta 6	84
Figura 70	Resultados de la pregunta 7	85
Figura 71	Resultados de la pregunta 8	86
Figura 72	Resultados de la pregunta 9	86
Figura 73	Resultados de la pregunta 10	87
Figura 74	Resultados de la pregunta 11	88
Figura 75	Resultados de la pregunta 12	89

GLOSARIO

A

Avatares: Representaciones gráficas de usuarios en entornos virtuales.

D

Dataset: Conjuntos de datos que se utiliza para analizar patrones.

M

Modelado: Proceso de crear representaciones digitales tridimensionales de objetos.

P

Prototipo: Versión preliminar de un producto creada para probar y validar ideas de diseño.

R

Realidad virtual inmersiva: Tecnología que sumerge al usuario en un entorno digital tridimensional interactivo.

S

Scripts: Secuencias de instrucciones escritas para ser ejecutadas por un programa.

SCRUM: Marco ágil de gestión de proyectos que organiza y gestiona el trabajo mediante valores, principios y prácticas, facilitando la colaboración y la entrega incremental de productos.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la definición de metaverso ha ido cambiando, esto debido a que dejó de ser una fantasía científica para ser una realidad palpable con aplicaciones prácticas en diversos sectores. El término metaverso se originó en 1992 por Neal Stephenson, en el cual él describía al metaverso como un mundo virtual constante, el cual podría ser explorado mediante avatares que permiten ser un personaje dentro de este entorno virtual. [1]

En la actualidad, el metaverso se aplica en diversas áreas, como la educación, creando aulas virtuales, simulaciones de recursos académicos y exposiciones virtuales, entre otros. En algunos países, como Estados Unidos, se utiliza principalmente en universidades e institutos superiores, empleando plataformas de metaverso como Second Life para ofrecer cursos y programas de formación en línea. En el continente Latinoamericano, aunque su aceptación varía, países como Argentina, Brasil, Chile y México han implementado programas de formación con herramientas del metaverso. A pesar de su limitada adopción en la región, es probable que el uso del metaverso en la educación se expanda a medida que esta tecnología evolucione y sea más accesible. [2]

Muchos estudiantes, al seleccionar una institución de educación superior, desean conocer su infraestructura, ya que será su lugar de estudio. Pocas instituciones ofrecen una experiencia satisfactoria en este aspecto, presentando solo fotografías estáticas. El desarrollo de un prototipo de metaverso para estudiantes, profesores y el público en general busca resolver la falta de accesibilidad y conocimiento detallado de la infraestructura universitaria, lo que limita la interacción con los recursos académicos de la Facultad de Química y la Administración Central de la UTMACH.

Este proyecto universitario se implementará en diferentes etapas. La primera etapa se enfoca en la accesibilidad, desarrollando un prototipo interactivo del metaverso que permita recorrer y conocer la infraestructura de la Facultad de Química y la Administración Central de la UTMACH, utilizando herramientas tecnológicas como Unity 3D y Blender. Esto transformará el entorno en un espacio realista e inmersivo, aumentando el interés por la universidad.

i. Declaración y formulación del problema

Se define como metaverso a un entorno virtual en línea en el que diferentes personas de cualquier parte del mundo pueden comunicarse, interactuar, realizar actividades recreativas y trabajar de forma que simule la realidad. Internacionalmente el metaverso se sintetizó gracias al presidente de la empresa “Facebook”, Marck Zuckerberg, el cual dio a conocer mediante los medios de comunicación que todo su equipo de trabajo y recursos materiales estarían dedicados al metaverso, cambiando incluso el nombre de su empresa a “META”. En dicho anuncio presentó prototipos en el que se indicaba que mediante estos entornos se podría realizar reuniones de trabajo y así interactuar con todo el mundo en un entorno virtual interactivo e inmersivo.[3]

En América Latina el desarrollo de ambientes virtuales no se ha logrado consolidar en gran parte, esto no supone que en el futuro no tenga impacto en los diferentes sistemas educativos. Universidades como la UNAM de México cuentan con campus virtuales utilizados para el desarrollo de actividades culturales y científicas, por su parte en la UADE, la Universidad San Martín de Porres de Perú, el tecnológico de Monterrey, la Universidad Virtual de FATLA y escuelas en Argentina, ya han obtenido resultados positivos al emplear plataformas educativas como es el metaverso.[4]

Ecuador cuenta con más de 200.000 registros de trabajos de investigación y tesis de grados en repositorios y base de datos recaudados de las bibliotecas, de los cuales solo el 5% de estos son relacionados con el metaverso [3]. A pesar de tener pocas participaciones sobre el metaverso, se ha hecho uso de esta tendencia tecnológica en diferentes áreas como en la Educación y Marketing. En el contexto educativo, la universidad de Loja UTPPL cuenta con un mundo virtual en el cual estudiantes y profesores interactúan en el mismo. Por su parte, la Universidad Técnica de Ambato ha utilizado el metaverso para promover el turismo en el cantón de Baños de Agua Santa.

A pesar de los avances tecnológicos, muchas universidades todavía dependen de métodos tradicionales que limitan la participación estudiantil, especialmente en situaciones donde la presencia física no es posible, como durante crisis sanitarias o para estudiantes de áreas remotas.

La UTMACH no es ajena a estos desafíos, aunque ha incorporado tecnologías de información en su sistema educativo, aún enfrenta limitaciones en términos de ofrecer una experiencia inmersiva y accesible a distancia para la exploración de la infraestructura universitaria.

En la **Figura 1** se muestra gráficamente se presenta el problema, sus causas y efectos identificados.

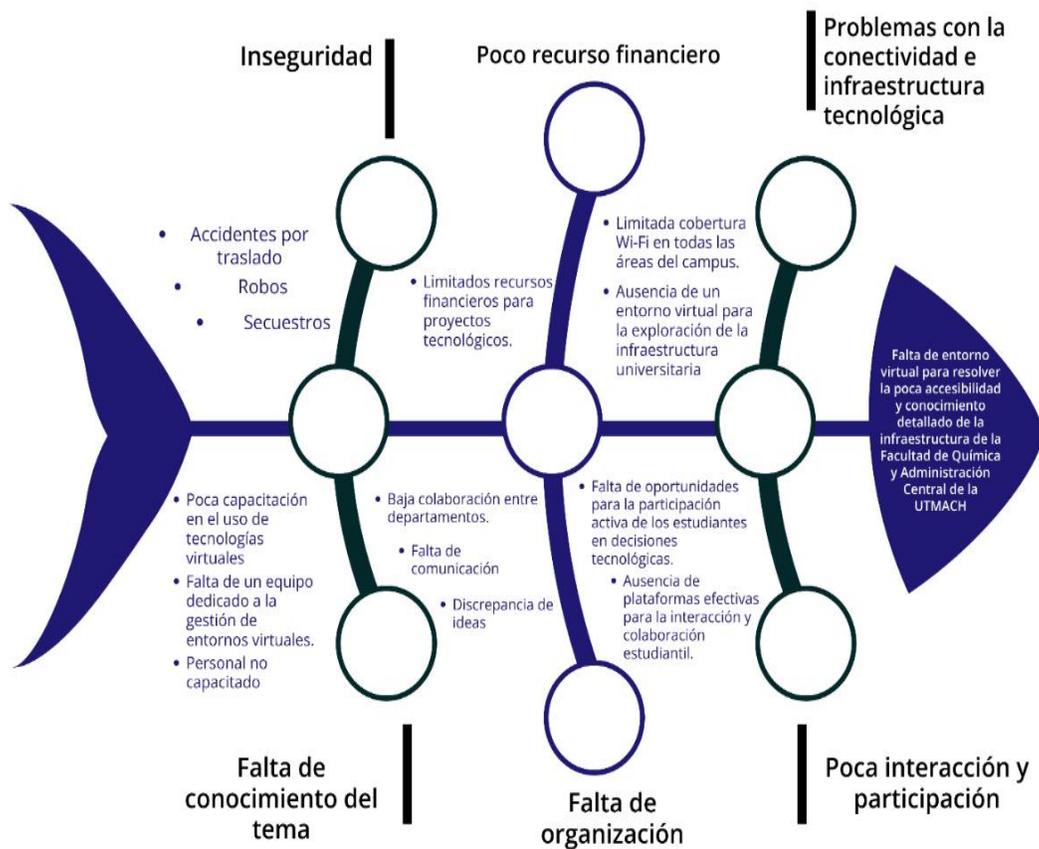


Figura 1 Esquema de Espinas del pescado: Formulación de Problema

Formulación del problema

Problema principal

¿Cómo puede la comunidad universitaria conocer de forma detallada e innovadora la infraestructura de la Facultad de Química y la Administración Central de la UTMACH?

Problemas específicos

- ¿Qué tecnologías y plataformas de realidad virtual son más adecuadas para implementar un metaverso en UTMACH?
- ¿Cómo puede el metaverso mejorar la experiencia del público con la accesibilidad a la infraestructura de la institución?
- ¿Cómo puede el metaverso ayudar a superar las limitaciones físicas de acceso y exploración en la Facultad de Química y la Administración Central?
- ¿Cómo puede la creación del Metaverso UTMACH aumentar el interés y la participación del público general en conocer las instalaciones de la Facultad de Química y la Administración Central?
- ¿Cuáles son los beneficios específicos que la comunidad universitaria de la UTMACH podría obtener al utilizar un metaverso para explorar las instalaciones de la Facultad de Química y la Administración Central?
- ¿De qué manera se puede dar uso al metaverso con la finalidad de realizar exploraciones virtuales dentro de la Facultad de Química y la Administración Central?

ii. Objeto de estudio y Campo de acción

Objeto de estudio

- Desarrollo de un metaverso para la Facultad de Química y la Administración Central que simule entornos reales mediante el uso VR.

Campo de acción

- Integración de un metaverso aplicado en la exploración de la infraestructura de la UTMACH.

ii. Objetivos

Objetivo general

- Desarrollar un metaverso para la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), que permita la exploración virtual de la Facultad de Química y Administración Central, mediante el uso de técnicas de modelado 3D e integración en Unity 3D, con el fin de mejorar el acceso y la interacción de la comunidad universitaria con estas instalaciones.

Objetivos específicos

- Identificar las herramientas tecnológicas adecuadas que permitan el desarrollo de un Metaverso de la Facultad de Química y Administración Central mediante revisión bibliográfica.
- Desarrollar herramientas interactivas que permitan a los usuarios exploraciones de forma virtual, obteniendo información detallada sobre cada área de la Facultad de Química y la Administración Central.
- Realizar un mapeo detallado de la Facultad de Química y la Administración Central para su representación precisa en el metaverso.
- Implementar una infraestructura virtual tridimensional detallada que replique las instalaciones de la Facultad de Química y la Administración Central.
- Evaluar la satisfacción de la comunidad universitaria respecto al prototipo del metaverso a través de encuestas, con el propósito de medir la calidad de la interacción con los recursos académicos y el grado de familiarización con las instalaciones virtuales.

iv. Hipótesis y variables

Hipótesis principal (o preguntas de investigación)

El desarrollo de un prototipo de metaverso para la exploración de la infraestructura de la Facultad de Química y la Administración Central ayudará a los usuarios a familiarizarse con dicha área de la UTMACH sin necesidad de visitarla físicamente.

Variables y dimensionamiento

El esquema de investigación que relaciona una variable independiente y una dependiente, clasificada en categorías, indicadores y técnicas de medición se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1 Variables y dimensiones

Variables	Categorías	Indicadores	Técnicas
Variable Independiente: Metaverso	Plataformas de Realidad Virtual	<ul style="list-style-type: none">• Tipos de tecnología utilizada• Usabilidad	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de herramientas digitales• Entrevistas con expertos
	Funcionalidades del Metaverso	<ul style="list-style-type: none">• Herramientas disponibles• Interactividad	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de uso• Grupos focales
	Capacitación y Soporte	<ul style="list-style-type: none">• Programas de capacitación• Soporte técnico	<ul style="list-style-type: none">• Encuestas de satisfacción• Entrevistas
Variable Dependiente: Familiarización con la infraestructura	Exploración virtual	<ul style="list-style-type: none">• Satisfacción del usuario con la exploración	<ul style="list-style-type: none">• Encuestas de satisfacción• Entrevistas
	Evaluación del prototipo	<ul style="list-style-type: none">• Pruebas para evaluar el funcionamiento del metaverso.	<ul style="list-style-type: none">• Realizar pruebas de renderización de las escenas y avatares.

v. Justificación

La creación del metaverso en la Universidad Técnica de Machala, específicamente para la Facultad de Química y la Administración Central, representa una propuesta innovadora y estratégica que busca transformar la experiencia de exploración en dichas áreas a través de tecnología virtual avanzada. Este proyecto se justifica plenamente por su potencial para hacer que la infraestructura universitaria sea más accesible, superando barreras físicas y geográficas, permitiendo que los usuarios interactúen con un entorno virtual inmersivo que replique con exactitud las instalaciones reales.

Al integrar las tecnologías de realidad virtual, el metaverso no solo mejora la interacción y la experiencia de exploración de las instalaciones, sino que también ofrece nuevas formas innovadoras de interacción y navegación dentro de los espacios virtuales [2]. Esto brinda a los usuarios una visión detallada y envolvente de la infraestructura universitaria, contribuyendo a la familiarización con los diferentes ambientes y áreas de la Facultad de química y la Administración Central.

La adopción del metaverso en la UTMACH se ajusta a las tendencias globales de la digitalización y proporciona a la institución académica una ventaja competitiva en el entorno educativo regional. Además, la estabilidad del metaverso permite a futuro expansiones que se podrían agregar a otras áreas de la universidad, lo cual contribuirá al crecimiento y la diversificación de su oferta.

Este proyecto apoyado por la administración universitaria y la colaboración de expertos en tecnologías de la información, promete ser un modelo de innovación que podría replicarse en otras instituciones del país y de la región, contribuyendo así a mejorar la accesibilidad y la experiencia de exploración de la infraestructura universitaria en todo el país y la región.

vi. Organización del documento

El presente escrito se encuentra dividido en tres capítulos donde se detallan las tareas desarrolladas en el transcurso del proceso de titulación, a continuación, se describe brevemente el contenido de cada capítulo.

Capítulo I: En este capítulo se presenta la fundamentación teórica del trabajo, abordando las tecnologías utilizadas y la información relevante para el proyecto Metaverso UTMACH. Se incluyen los antecedentes de la investigación, así como aspectos históricos, teóricos y contextuales que sustentan el desarrollo del proyecto.

Capítulo II: Este capítulo se describe el desarrollo del prototipo y contiene la definición, metodologías de desarrollo, elaboración y la ejecución prototipo.

Capítulo III: Para finalizar, este capítulo se dedica a la fase de pruebas del prototipo, incluyendo un detallado plan de evaluación y un análisis exhaustivo de los resultados alcanzados durante este proceso.

1. CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de la Investigación

La metodología a utilizar es la revisión sistemática de la literatura (SRL) la cual sirve para explorar y comprender la literatura existente relacionada con la creación del metaverso UTMACH, enfocándose en la infraestructura de la Facultad de Química y Administración Central.

a. Preguntas de la investigación

En la Tabla 2 se presenta las preguntas de investigación que se plantearon para realizar la búsqueda de información sobre la creación de un metaverso.

Tabla 2. Preguntas de investigación

Pregunta de investigación	Descripción
RQ1: ¿Cuáles son las herramientas tecnológicas y mejoras de la implementación del metaverso en el ámbito exploratorio virtual de la infraestructura universitaria?	El propósito de esta pregunta es determinar y analizar los diferentes puntos de vista y estudios previos en la creación y uso de metaversos para la exploración virtual de la instalación universitaria.
RQ2: ¿Cuáles son las ventajas y retos relacionados con la aplicación de un metaverso en la exploración de la infraestructura universitaria?	La finalidad de esta pregunta es encontrar cuales serían las posibles ventajas y los retos que enfrentaría la institución al emplear un metaverso para la exploración de sus instalaciones.
RQ3: ¿Cuál es el impacto económico y de recursos asociado a la gestión de un metaverso dentro de una institución educativa?	El objetivo de esta pregunta es analizar las estadísticas financieras y los recursos que sean necesarios para la ejecución de un metaverso en la UTMACH, teniendo en cuenta factores como inversión inicial, capacitaciones y mantenimiento.
RQ4: ¿Cuáles son las investigaciones que han logrado completarse con éxito al adoptar metaversos para la exploración de infraestructura universitaria?	El fin de esta pregunta es determinar casos específicos en donde la implementación de metaversos en una institución educativa se ha llevado con éxito.
RQ5: ¿Qué consecuencias traería el implementar un metaverso en una institución educativa con respecto a la interacción de los usuarios con la infraestructura universitaria?	El propósito de esta pregunta es conocer que cambios habrá en la conducta y la experiencia de los usuarios al interactuar de manera virtual con la infraestructura universitaria a través del metaverso.
RQ6: ¿Cómo se ha desarrollado la implementación de metaversos con el transcurso del tiempo?	El objetivo de esta pregunta es conocer todos los avances tecnológicos que han surgido a través de los años para el desarrollo óptimo de metaversos.

b. Palabras claves y Cadena(s) de búsqueda

Para la selección de información acorde a la investigación se utilizaron herramientas de búsqueda sistemática y base de datos que contengan artículos, libros o revistas de validez científica. Entre estos recursos investigados se encuentran Scopus, IEEE Xplore, ScienceDirect y Web of Science.

Las palabras claves asignadas son: "metaverso", "realidad virtual", "infraestructura universitaria", "administración universitaria", "experiencia inmersiva".

Las cadenas de búsqueda se establecieron conforme a los términos relevantes dentro de la investigación. Se realizaron diferentes búsquedas con el fin de perfeccionar dicha cadena. Como consecuencia, se definió cadenas de búsquedas que permiten indagar en títulos, resúmenes, palabras claves, así como en el texto completo de diferentes publicaciones.

- (“Metaverso” OR “Realidad Virtual”)
- (“Beneficios del metaverso” OR “ventajas del metaverso”)

c. Criterios de inclusión y exclusión

Como criterios de inclusión se examinó estudios y documentos académicos publicados en los últimos cinco años, que aborden específicamente la implementación y uso de metaversos en instituciones educativas.

Como criterios de exclusión se tomó artículos científicos con poca información que no sean en el contexto universitario, artículos que no estén en el rango de años que determinamos y todos aquellos trabajos investigativos que no se relacionen con los temas y palabras claves para la creación de metaverso.

d. Proceso y resultado de la búsqueda

En la Figura 2 y Figura 3 se muestra en detalle el proceso y los resultados de la búsqueda bibliográfica realizada para el presente proyecto de investigación. Se utilizaron varias bases bibliográficas, entre las que se destacan Scopus, Web Of Science, Science Direct y IEEE Digital Library. A través de una revisión exhaustiva, clasificación y aplicación de filtros, se obtuvo un total de 37 artículos relevantes en la primera cadena de búsqueda y en la segunda cadena se obtuvo 11 artículos que cumplieron con los requisitos.

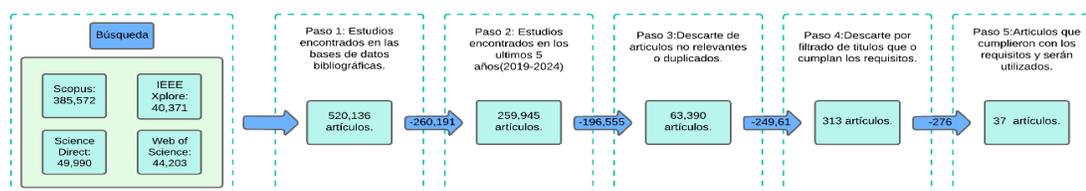


Figura 2. Diagrama de procesos de búsqueda de la primera cadena

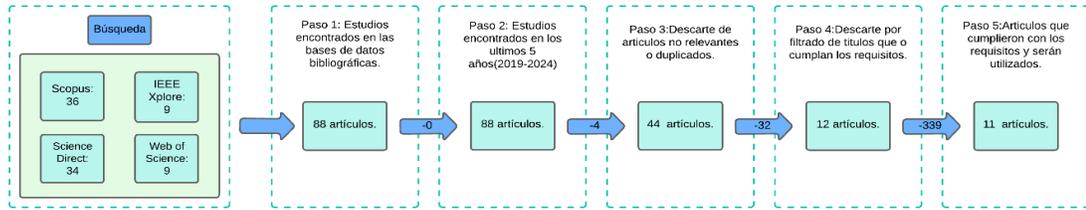


Figura 3. Diagrama de procesos de búsqueda de la segunda cadena

En la Figura 4 y Figura 5 se evidencia la cantidad de trabajos publicados por un rango específico de años, para ser examinados y analizados para el proyecto de investigación. La recolección se basó en el rango de 2019 a 2024 dentro las diferentes bases electrónicas.



Figura 4. Cantidad de trabajos realizados por años (2019- 2024) de la primera cadena de búsqueda

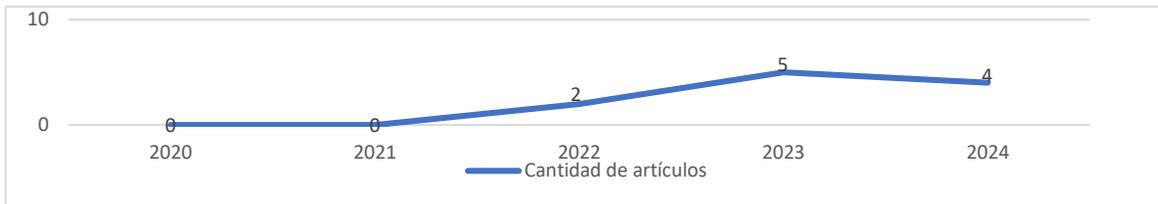


Figura 5. Cantidad de trabajos realizados por años (2019- 2024) de la segunda cadena de búsqueda

1.2 Antecedentes históricos

En la revisión minuciosa realizada se ha encontrado varios documentos, artículos y revistas sobre el concepto del metaverso y la realidad virtual (VR) en el área de la educación, usando herramientas de modelado 3D.

Estos trabajos recaudados tratan del tema desde varios puntos de vistas, lo cual ofrece un desarrollo sólido del proyecto actual.

En el trabajo [5] se menciona que los primeros artefactos de la realidad virtual aparecen desde el siglo XX, siendo entre 1910 y 1929 la llegada del primer simulador de vuelos que permitía replicar el funcionamiento y movimiento de un avión, en 1962 se dio la aparición de una máquina de inmersión sensorial, en 1968 surgió el proyecto del primer casco virtual, en 1977 comenzaron los intentos de desarrollar dispositivos de simulación táctiles, desde los años 1990 hasta la actualidad la web ha evolucionado llegando así a incorporar la inteligencia artificial y tecnología de aprendizaje automático. Desde el siglo XXI, se ha ido implementando plataformas que permiten crear entornos virtuales como en 2011 cuando surgió Second Life, en 2012 Zuckerberg, dueño de Facebook, lanzó al mercado cascos de realidad virtual “Oculus VR”, en 2019 el videojuego Fornite creó un entorno virtual en el que se ofreció un concierto junto con el rapero Travis Scott, por último, en 2021 Mark Zuckerberg formaliza la transición al metaverso con el nombre “META” que propone un entorno virtual unificado.

En el contexto educativo el metaverso a significado un gran aporte para el aprendizaje, permitiendo crear entornos educativos que simulen laboratorios, aulas virtuales y recursos académicos. Como se menciona en el trabajo [6] en 2019 se realizó un estudio donde se evaluó la actitud científica de los estudiantes al implementar un laboratorio de química en un entorno virtual. Así mismo en el trabajo [7], en 2020 se realizó un proyecto innovador el cual simula un laboratorio de química orgánica de realidad virtual inmersiva, usando un espectrómetro infrarrojo que permite a los estudiantes con discapacidades o problemas de asistencia incluirse a estas prácticas desde sus hogares. En 2021 en la investigación [8], se creó un prototipo de una aplicación móvil utilizando tecnología de realidad virtual, que

permite a los estudiantes observar procesos de enlaces químicos mejorando así la comprensión e interés por el tema.

En 2022 en la investigación [9] se reconstruyó un laboratorio de química digital en la que se utilizó Unity 3D para ofrecer a los estudiantes y personas trabajar desde casa y brindarle una experiencia inmersiva e interactiva. De igual manera en 2024 se describe en el trabajo [10], la creación de un aula de química virtual para enlaces químicos que permite el aprendizaje de enlaces químicos y formulas a través de dos juegos, el primero, reconstruye la estructura de las moléculas, el segundo, componen formulas química de un compuesto determinado.

En la **Figura 6** se muestra de orden cronológico un breve resumen de los antecedentes históricos del metaverso

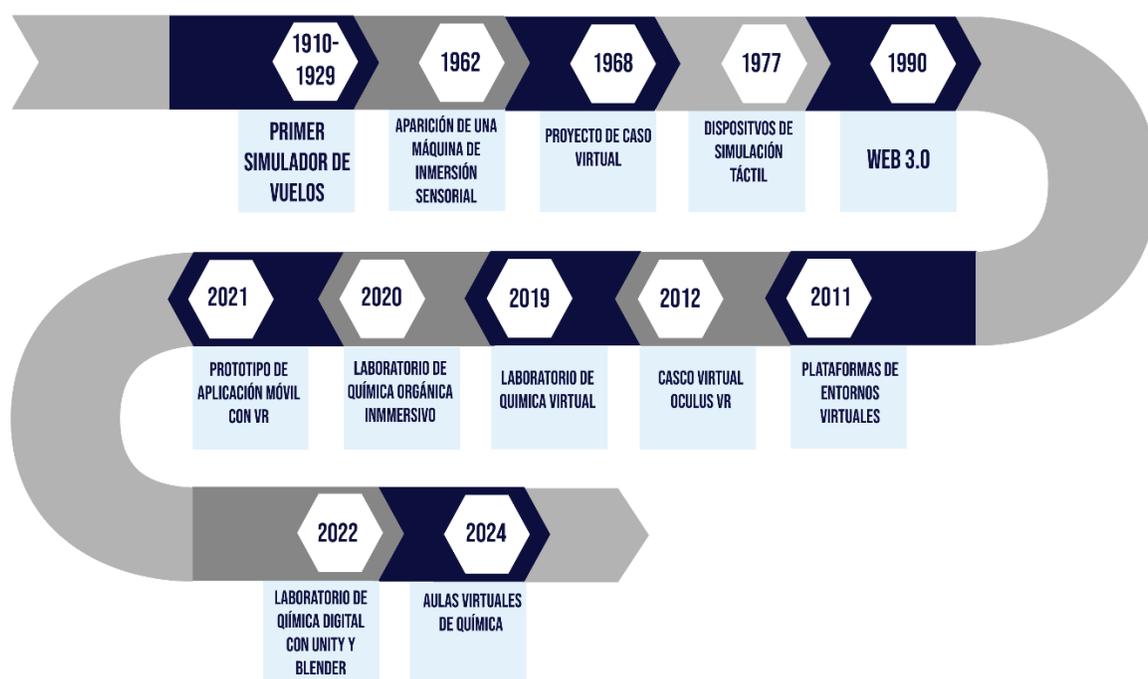


Figura 6. Línea de tiempo de los Antecedentes Históricos

1.3 Antecedentes teóricos

Se realizó un esquema temático, como se muestra en la Figura 7, para reconocer los temas referentes a este proyecto de grado y así lograr una comprensión lectora clara del antecedente teórico.

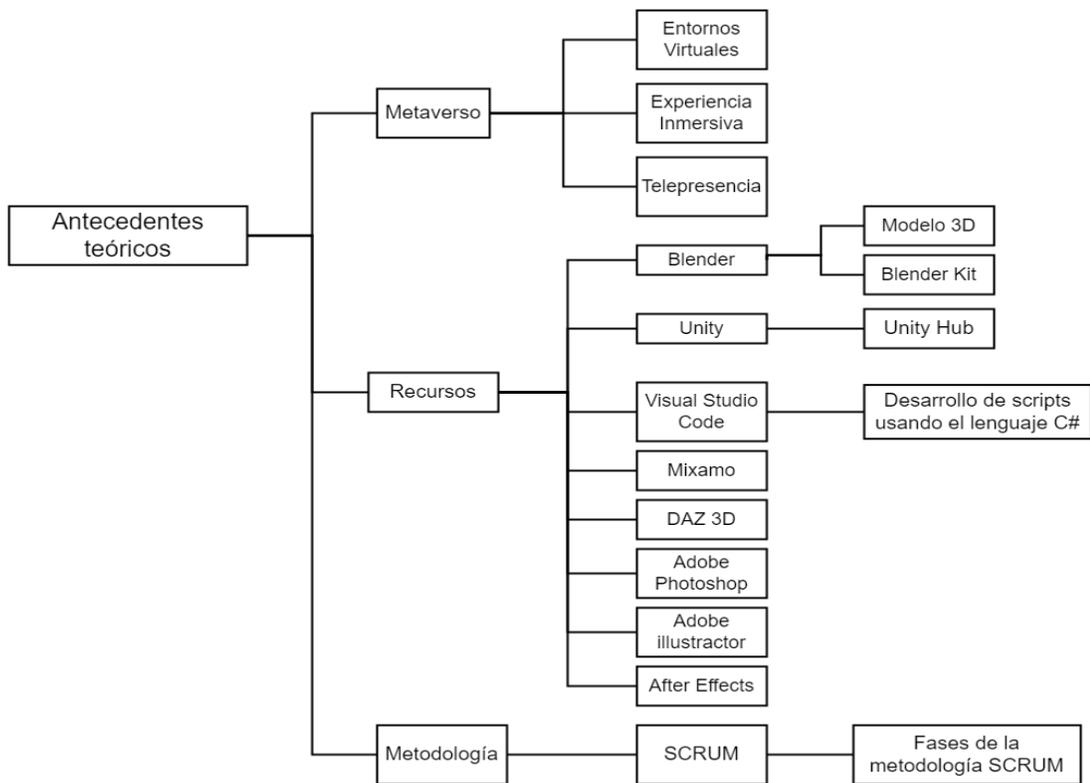


Figura 7. Esquema de Antecedentes Teóricos

1.3.1. Metaverso

Se define como metaverso un universo paralelo que emplea múltiples tecnologías y consta de 3 elementos: hardware, software y contenido[11]. Por otra parte en el artículo [12] definen al metaverso como un entorno tridimensional, donde la realidad virtual e inteligencia artificial sirven como proveedores visuales básicos donde las personas mediante avatares digitales personalizados pueden imitar experiencias de la vida real como tener interacciones sociales, financieras y de otros tipos.

El objetivo principal de crear metaverso es proporcionar al usuario una simulación del mundo real con ayuda de dispositivos portátiles especiales que permiten la interacción de más personas dentro de él [13].

El metaverso debe ser visto como un recurso adicional en la educación, sin reemplazar el sistema educativo convencional ni las relaciones humanas esenciales en la comunidad educativa[14].

1.3.1.1. Entornos Virtuales

Los entornos virtuales se definen como un software o aplicación informática que tiene fines pedagógicos estableciendo comunicación e interacción entre usuarios, alumnos y docentes. Por otro lado, esta herramienta complementa la gestión y labor del docente, lo cual lo vincula estrechamente con un entorno educativo. Por último, el término de entorno virtual también se identifica como un sitio que motiva el aprendizaje y permite la accesibilidad al conocimiento e información de forma continua[13].

Dentro de las características de los entornos virtuales se puede encontrar que la participación es igualitaria a comparación de la interacción cara a cara, existe la posibilidad de adaptar el aprendizaje a las necesidades y expectativas individuales y permite el desarrollo del lenguaje más complejo y en mayor cantidad que las interacciones físicas[15].

1.3.1.2.Experiencia Inmersiva

La inmersión significa el dinamismo realista que presenta el entorno del usuario, el cual ofrece una experiencia que se acerca a la realidad y disminuye las barreras físicas existentes promoviendo así el intercambio de información, la cooperación y la interacción social entre usuarios [16].

1.3.1.3.Telepresencia

Se define como telepresencia a la percepción de encontrarse en un entorno real. Marvin Minsky relacionó el concepto de telepresencia para describir el evento en el que un operador humano se siente físicamente en un lugar [17].

La telepresencia en el contexto educativo permite desarrollar procesos metacognitivos y sin importar el lugar en donde se encuentre el estudiante éste pueda acceder a su proceso educativo sin perder la calidad del mismo[18].

1.3.1.4. Avatar Digital

Un avatar digital es una representación de un individuo real dentro del metaverso, la misma que actúa como imagen virtual de la persona que se relaciona con una identidad digital, que abarca datos personales e información de apoyo. El avatar facilita la interacción en el metaverso mediante la identidad digital y tiene la capacidad de ser manejado por el usuario[19].

1.3.2. Herramientas

1.3.2.1. Blender

Blender es un software de código abierto, que permite usar sus herramientas para diseñar, crear y animar modelados detallados de una imagen digital u objetos ya creados los cuales pueden ser en 2D o 3D. Una de las características importantes de Blender es que a comparación de otros programas de modelado 3D su aprendizaje es más factible. Su aparición se dio en 1988 en Países Bajos por Ton Roosendaal en un estudio de animación llamado NeoGeo [20].

1.3.2.1.1. Blender Kit

Esta herramienta es un add-on que contribuye al software Blender ofreciendo utilizar de forma gratuita bibliotecas de texturas, HDRs, escenas y objetos editables ya creados por usuarios.[21].

1.3.2.2.Modelado 3D

El modelado 3D es una técnica disciplinaria en la que integra distintas áreas de la ciencia como son las matemáticas, dibujo técnico e informática, solucionando problemas mediante la elaboración de objetos reales. [22].

1.3.2.3.Materialize

Es una herramienta autónoma diseñada para crear materiales para juegos a partir de imágenes. Permite generar un material completo utilizando una sola imagen o importar texturas existentes y producir las que se necesiten[23].

1.3.2.4.Unity 3D

Unity 3D es un software que hace posible la creación de juegos en ordenadores, teléfonos móviles y consolas. El funcionamiento de esta herramienta es interactiva, consta de pasos sencillos y se encuentra disponible para diferentes plataformas de desarrollo como Microsoft Windows, Mac OS y Linux, [24].

1.3.2.4.1. Unity Hub

Es una herramienta complementaria de Unity 3D la cual ofrece descargar distintas versiones de la misma con sus módulos. Además, cuenta con almacenamiento en la nube para los proyectos que se trabajen en esta aplicación[25].

1.3.2.5.Lenguaje C#

C# es un lenguaje de programación multiplataforma creado por Microsoft, el cual proviene del lenguaje C y demuestra una sintaxis parecida, aunque se centra en la POO (Programación Orientada a Objetos). Se emplea en varios campos, como el desarrollo de videojuegos, robótica y desarrollo de aplicaciones web [26].

1.3.2.6.Visual Studio Code

Visual Studio Code es un editor de código fuente disponibles en varios sistemas operativos como Windows, macOS y Linux, cuenta con extensiones para otros lenguajes de programación y tiempo de ejecución[27].

1.3.2.7.Mixamo

Es una aplicación gratuita asociada a Adobe en la cual ofrece el servicio de crear animaciones de personajes 3D basados en la web, también se puede subir animaciones creadas por autoría propia la cual beneficia a la comunidad en general[28] .

1.3.2.8.Daz 3D

Daz 3D es un software que desde el año 2000, cuenta con herramientas completas para crear renders y animaciones de alta calidad con contenido personalizable que se puede exportar a diferente software. Además cuenta con un complemento llamado “Face Transfer” que permite transferir la cara de una persona a partir de una fotografía al avatar [29].

1.3.2.9. Adobe Photoshop

Es un software que permite crear, editar y retocar imágenes o elementos visuales compleja. Además su interfaz cuenta con IA que ofrece al usuario un aprendizaje rápido[30].

1.3.2.10. Adobe Illustrator

Esta herramienta se enfoca en crear gráficos vectoriales el cual están formados por líneas compuestas matemáticamente, lo que permite que se escalen en cualquier tamaño sin perder la calidad del mismo al momento de exportarlo[31].

1.3.2.11. After Effects

Es un software que con su interfaz de herramientas permite a los usuarios crear animaciones con efectos especiales, ya sea con el fin de crear escenas cinematográficas o televisivas[32].

1.3.3. Metodología SCRUM

La metodología SCRUM es una herramienta adaptable que permite ser utilizada en proyectos donde su objetivo es controlar las tareas que se asigna a cada integrante del equipo, para así presentar un producto final flexible y de calidad, además la ventaja de esta herramienta es que al momento de realizar un entregable se auto organiza. En esta metodología la comunicación es importante, es así que se realizan reuniones diarias en la cual se dialoga sobre el estado del , la cual permite detectar problemas o también proponer nuevas ideas para el mejorar el producto final [33].

1.3.3.1. Fases de la metodología SCRUM

Tal como se menciona en el trabajo [34] ,la metodología SCRUM cuenta con 5 fases que se describen a continuación:

Product Backlog: En esta fase se categoriza las historias de los usuarios tomando en cuenta su importancia, es decir, los elementos esenciales deben ser identificados primero, luego siguen los que tienen menos prioridad, y por último aquellos que no cumplen el plazo establecido.

Sprint Plannig: En esta fase las historias del usuario que se han acordado para una próxima entrega es realizada por el equipo de trabajo, el cual mediante una reunión de planificación seleccionan las historias del backlog respetando su prioridad y tiempo que tomará cada una.

El tiempo estimado para los sprints, que es entre dos a cuatro semanas, se usa para completar, probar y preparar nuevas características para su entrega.

Sprint: En esta fase se etiqueta las tareas asignadas anteriormente en tres secciones: Primero se encuentra el nombre, después se enlista la acción a realizar de acuerdo a la tarea asignada, y finalmente los participantes que deben entregar dichas tareas

Review: En esta fase se planifica una reunión después del sprint para evaluar que las tareas ejecutadas hayan funcionado de manera positiva. Este proceso es fundamental para los futuros sprints.

Repeat: En esta fase, si se cumplen todas las funcionalidades planteadas anteriormente, se considera exitoso el ciclo de vida de la metodología. De lo contrario, el ciclo se repite varias veces con el objetivo de mejorar los procesos y alcanzar un producto de alta calidad.

En la **Figura 8** se observa el ciclo de la metodología SCRUM.

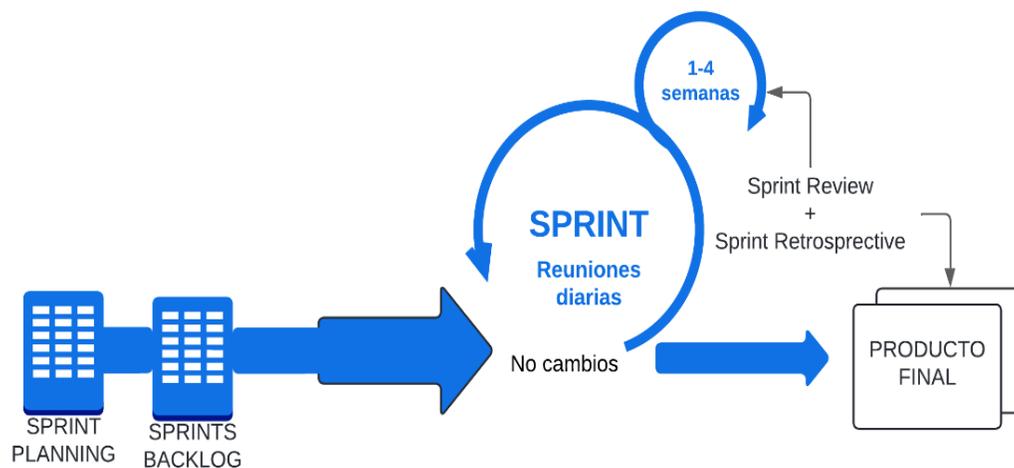


Figura 8. Proceso de las fases de la metodología SCRUM

Datos Informativos de Administración Central

Ubicación de Administración Central

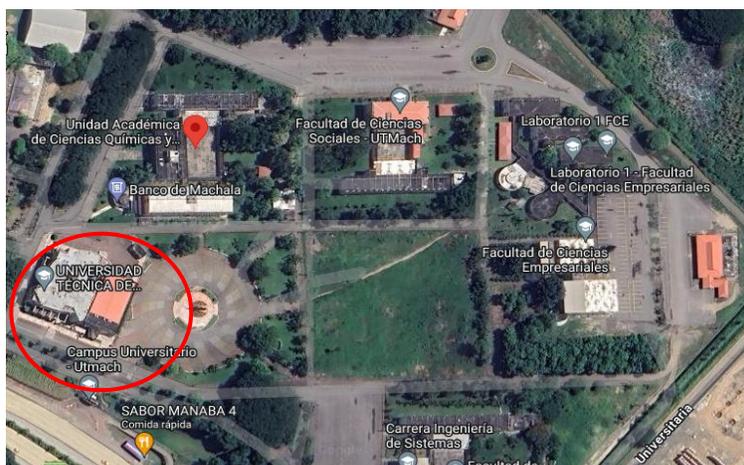


Figura 10. Ubicación del Edificio de Administración Central de la UTMACH

Por su parte, el edificio de Administración Central de la Universidad Técnica de Machala cuenta con un equipo administrativo compuesto por 86 miembros, y 179 servidores públicos.

1.4.1. Ámbito de aplicación

El proyecto Metaverso UTMACH se presenta como una herramienta educativa innovadora destinada a mejorar la accesibilidad y la familiarización de los estudiantes con sus entornos académicos. Inicialmente, este proyecto se aplicará a los estudiantes matriculados en las diversas carreras de las facultades de Química y Administración Central. A través de un entorno digital inmersivo, desarrollado con tecnologías avanzadas como Unity3D y Blender, los estudiantes tendrán la oportunidad de explorar virtualmente las instalaciones de la universidad.

Para la validación del Metaverso UTMACH, se seleccionarán grupos específicos de estudiantes que participarán en evaluaciones diseñadas para medir su experiencia y satisfacción con esta herramienta. Las evaluaciones se realizarán mediante encuestas detalladas y análisis estadísticos, proporcionando datos esenciales para ajustar y optimizar el entorno virtual.

La implementación de esta tecnología tiene el potencial de revolucionar la forma en que los estudiantes interactúan con su entorno universitario. Al ofrecer un acceso más intuitivo y

detallado a las instalaciones, se espera que mejore la integración y adaptación de los estudiantes al entorno académico.

1.4.2. Establecimiento de Requerimientos

En la Tabla 3 se menciona los requerimientos y las funcionalidades del Metaverso.

Tabla 3 Tabla de Requerimientos

Prioridad	Funcionalidad
Alta	Creación de objetos tridimensionales detallados de las infraestructuras de la Facultad de Química y Administración Central.
Alta	Implementación de puntos interactivos de información, como puertas, carteles, señaléticas y un área de consulta.
Media	Elaborar avatares con capacidad de moverse fluidamente por las infraestructuras mencionadas, incluyendo también gestos y controles intuitivos.
Media	Integración de animaciones realistas para los avatares y efectos visuales que mejoren la experiencia de inmersión.
Media	Implementación de un mapa interactivo que permita a los usuarios teletransportarse a diferentes ubicaciones de la infraestructura.
Baja	Diseño de interfaces accesibles e intuitivas de usar para la comunidad universitaria.

2. CAPITULO II. DESRROLLO DEL PROTOTIPO

2.1. Definición de prototipo

El prototipo del metaverso UTMACH fue desarrollado utilizando tecnologías avanzadas como Unity3D y Blender, fundamentales para la creación de un entorno virtual inmersivo y altamente interactivo. La **Figura 11** muestra la estructura del diseño Metaverso UTMACH.

El prototipo permitirá a los estudiantes explorar digitalmente las instalaciones de las Facultades de Química y Administración Central. El desarrollo del prototipo comenzará con la creación del logotipo, lo cual proporcionará una identidad distintiva al proyecto del Metaverso UTMACH.

RECOLECCIÓN DE DATOS DE REFERENCIA

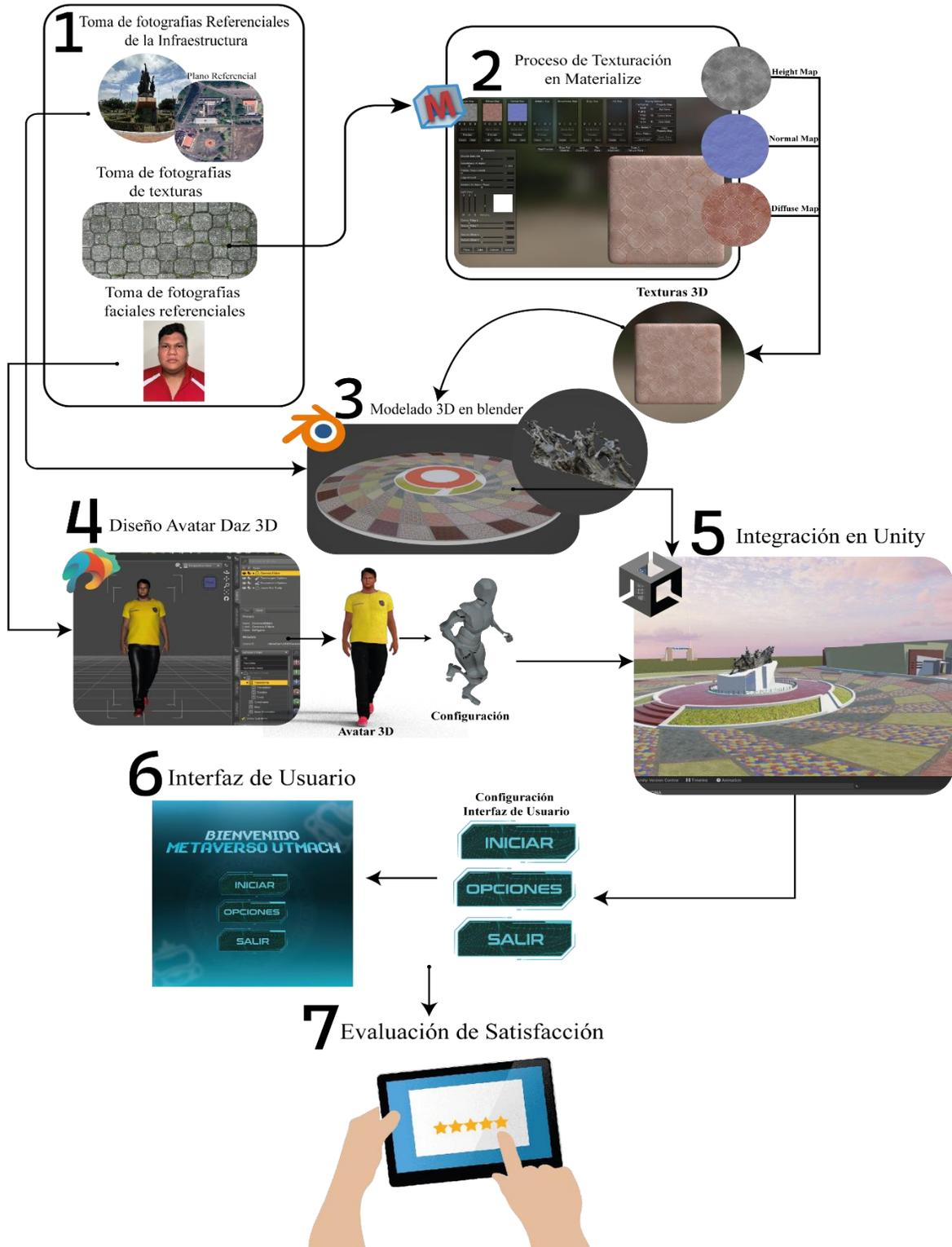


Figura 11 Arquitectura del Prototipo

La primera etapa consistirá en la recolección de datos fotográficos de la infraestructura y texturas de las Facultades de Química y Administración Central, que servirán como referencia para el modelado 3D. Además, recopilaremos datos faciales de los participantes para la creación de avatares en Daz 3D. Una vez completado el modelado de las instalaciones y los avatares, los importaremos a Unity para configurar y dimensionar el entorno en el metaverso. Este ciclo de fotografía, modelado e importación se repetirá hasta que todas las estructuras y objetos de las instalaciones estén representados digitalmente.

Posteriormente, desarrollaremos la interfaz de usuario para que la comunidad universitaria pueda acceder al prototipo. Finalmente, realizaremos una encuesta de satisfacción para evaluar la efectividad y calidad del prototipo, con el fin de obtener retroalimentación valiosa que nos permita realizar futuras mejoras.

2.2. Metodología de desarrollo del prototipo

2.2.1. Enfoque, alcance y diseño de investigación

Para evaluar la experiencia inmersiva de la comunidad universitaria dentro del metaverso, este estudio adoptará un enfoque cuantitativo, utilizando encuestas para recoger datos sobre dicha experiencia. Los resultados se presentarán mediante gráficos, lo cual es esencial para determinar la efectividad de nuestro proyecto.

En relación al alcance, este estudio se ha optado por iniciar como exploratorio y luego se convertiría en descriptivo. Para comprender el estado actual de esta tecnología y sus aplicaciones educativas, se llevará a cabo una revisión bibliográfica sobre el metaverso y el desarrollo de entornos virtuales. Después, la investigación utilizará un enfoque descriptivo para explorar nuevas maneras de aplicar esta tecnología en un entorno educativo, con la expectativa de que el metaverso pueda contribuir a la innovación tecnológica en la Universidad y sirva como base para proporcionar funcionalidades más innovadoras.

El diseño de investigación para este estudio es cuasiexperimental, ya que se desarrollará un prototipo del metaverso y se medirán los efectos antes y después de la exploración por parte de la comunidad universitaria en la infraestructura de la Facultad de Química y la Administración Central.

2.2.2. Unidades de análisis

Población

Para realizar este proyecto del metaverso, se tomó como población a la Facultad de Química y de la Administración Central de la Universidad Técnica de Machala. En la población se tomará en cuenta a estudiantes matriculados y al personal administrativo registrado durante el periodo. En la Tabla 4 se muestra la cantidad de estudiantes y del personal administrativo en el período 2024-E1.

Tabla 4 Estimación de la población

Estimación de la población en el período 2024-E1	
Estudiantes que iniciaron oficialmente clases	Cantidad
Facultad de Ciencias Químicas	2139
Personal administrativo	
Edificio Central	265
Total	2404

Muestra

Para evaluar la usabilidad del prototipo del metaverso, se acordado trabajar con un grupo de 80 participantes, estudiantes y personal administrativo de la Facultad de Ciencias Químicas y Administración Central, siguiendo el método de Jakob Nielsen [35]. De acuerdo con su estudio, nos dice que un grupo de entre 5 y 20 usuarios es suficiente para poder detectar entre el 80% y el 95% de las dificultades de usabilidad, dado que la mayoría de fallos se repiten entre los usuarios.

Desde el ámbito estadístico, un mayor número de participante podría aumentar la exactitud de los resultados; no obstante, el aumento en la cantidad de participantes provoca un gasto de recursos considerable sin ningún beneficio equivalente en la identificación de problemas. Como lo indica Nielsen, a medida que aumenta el número de usuarios, la cantidad de nueva información disminuye considerablemente.

2.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Para el presente trabajo se utilizarán varias técnicas como son el modelado 3D, retoque de imágenes y animación de objetos, además para la simulación detallada del bloque de Administración Central y Facultad de Química se realizarán varias fotografías de cada área para capturar detalles característicos de las mismas. Estas imágenes servirían como guía para el levantamiento del metaverso UTMACH.

2.2.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos para la obtención de resultados

En este proyecto, las técnicas de procesamiento y análisis de datos incluirán la recolección de encuestas y la realización de entrevistas a estudiantes y personal administrativo de la Facultad de Química y de la Administración Central. Una vez recolectadas las encuestas, se procederá a transformar los datos cualitativos en cuantitativos para facilitar su análisis. Posteriormente, se llevarán a cabo pruebas del prototipo del metaverso UTMACH con el objetivo de evaluar la experiencia del usuario. Finalmente, los resultados se presentarán mediante gráficos estadísticos en diapositivas para comunicar los hallazgos de manera clara y efectiva.

2.2.5. Metodología o métodos específicos

Se acordó utilizar la metodología SCRUM, que consta de las siguientes fases para el desarrollo del metaverso:

Product Backlog

En esta primera fase, se han identificado funciones y características, priorizando las más importantes que tendrá el prototipo del metaverso. Esto incluye la selección de las herramientas necesarias para su desarrollo, así como la definición de los objetivos claros que guiarán su creación. Esta fase es importante, ya que sienta las bases para el éxito del proyecto y asegura que todos los esfuerzos futuros estén alineados con los objetivos establecidos.

Sprint Planning

En la segunda fase, se realizarán fotografías de la infraestructura de la Facultad de Química y la Administración Central. Estas fotos servirán para la creación de los modelos 3D de las instalaciones de las facultades utilizando la aplicación Blender. Para la texturización, se empleará software de retoque de imágenes, y para la exportación de las texturas se utilizará Materialize.

Sprint

En esta etapa, se organizarán reuniones semanales para supervisar el progreso en los modelados 3D y los scripts del prototipo. Estas reuniones serán un espacio para discutir los desafíos que surjan en el proceso de desarrollo y encontrar formas de trabajar juntos para resolverlos. Además, se utilizarán para evaluar la alineación del trabajo con los objetivos del proyecto y para realizar ajustes en la planificación según sea necesario.

Review

En esta etapa del proceso, se llevará a cabo una reunión de revisión, donde se presentarán los avances logrados en el desarrollo del prototipo y se recibirán sugerencias y comentarios sobre posibles correcciones o mejoras necesarias. Este encuentro será crucial para obtener una retroalimentación valiosa que permita refinar y perfeccionar el prototipo antes de avanzar a las siguientes etapas del proyecto.

Repeat

Se repiten las fases de la metodología según sea necesario para aplicar las correcciones sugeridas en la fase anterior y garantizar el funcionamiento correcto de nuestro prototipo permitiendo optimizar continuamente el rendimiento y la usabilidad del prototipo, asegurando que cumpla con los estándares y requisitos establecidos.

2.2.6. Herramientas y/o Materiales

Como se puede observar en la **Tabla 5** enlista las herramientas y/o materiales utilizados para el levantamiento del metaverso

Tabla 5. Herramientas y/o materiales

Clasificación	Herramientas y/o materiales
Software	<ul style="list-style-type: none"> • Visual Studio Code • Blender • DAZ 3D • Unity 3D • Adobe Photoshop • Adobe Illustrator • After Effects • Mixamo • Addons de blender • Addons de Unity 3D • Materialize
Hardware	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenador de mesa • Ordenador Portátil • Gafas de realidad Virtual • Celular con cámara de alta calidad
Datos	<ul style="list-style-type: none"> • Dataset de imágenes de los distintos bloques que existen en Administración Central y Facultad de Química de la UTMACH.

2.3. Desarrollo del prototipo

Metodología SCRUM

FASE 1: Product backlog

En esta fase, se llevó a cabo diversas actividades colaborativas para definir con precisión los requisitos del proyecto y formular un plan de acción estructurado y manejable.

Identificación de Funcionalidad y Características:

Con la ayuda de los representantes del proyecto, se realizaron sesiones de reuniones tanto virtuales como presenciales, conforme al calendario planificado, para determinar las funcionalidades del metaverso. Se consideraron características como la accesibilidad, interactividad, exactitud en la representación de las instalaciones y la facilidad de uso del entorno virtual.

Funcionalidades identificadas:

- Creación de objetos tridimensionales detallados de las infraestructuras de la Facultad de Química y Administración Central.
- Implementación de puntos interactivos de información, como puertas, carteles, señaléticas y un área de consulta.
- Elaborar avatares con capacidad de moverse fluidamente por las infraestructuras mencionadas, incluyendo también gestos y controles intuitivos.
- Integración de animaciones realistas para los avatares y efectos visuales que mejoren la experiencia de inmersión.
- Implementación de un mapa interactivo que permita a los usuarios teletransportarse a diferentes ubicaciones de la infraestructura.
- Diseño de interfaces accesibles e intuitivas de usar para todos los estudiantes.

FASE 2: Sprint Planning

En esta fase se definieron las tareas específicas que cada miembro del equipo debía llevar a cabo para el desarrollo del prototipo del metaverso UTMACH, en la **Tabla 6** se muestra las asignaciones de dichas tareas. Esta planificación meticulosa es esencial para asegurar un avance organizado y eficiente hacia el objetivo planteado del proyecto. A continuación, se detallan los pasos y asignaciones realizadas durante esta fase:

Tabla 6 Definición de Tareas

DEFINICIÓN DE TAREAS		
CATEGORÍA	RESPONSABLE	ACTIVIDADES
Modelado 3D	Equipo de Modelado	Se utilizó la herramienta Blender para la creación de objetos tridimensionales detallados de la infraestructura de la Facultad de Química y Administración Central. Además, se realizó la captura de imágenes para nuestro dataset fotográfico de las instalaciones reales para garantizar una recreación digital precisa.
Modelado	Equipo de Programación	Se desarrollaron scripts en C# para la animación y funcionalidad de los avatares en Unity3D. Además, se incluyó la programación de movimientos, interacciones y comportamientos de los avatares dentro del metaverso.

CATEGORÍA	RESPONSABLE	ACTIVIDADES
Utilización de Blender para crear modelos tridimensionales	Equipo de Diseño Gráfico	Uso de herramienta como Materialize y Photoshop para crear y aplicar texturas que se asemejen a la realidad a los modelos 3D, mejorando la inmersión visual del metaverso.
Integración y Testing	Equipo de Integración y Testing	Integración de todos los elementos (modelos 3D, scripts, texturas) en Unity3D. Realización de pruebas para identificar y solucionar errores o inconsistencias en el funcionamiento del prototipo.

En la **Tabla 7** se presentan las características importantes que se socializaron durante los sprints de desarrollo.

Tabla 7 Características del Sprint

CARACTERÍSTICAS DEL SPRINT	
Duración del Sprint	Se estableció que cada sprint tendría una duración de dos semanas, con reuniones semanales para evaluar los avances.
Objetivos Semanales	Durante cada semana se estableció objetivos específicos que debían de cumplirse, como lograr un porcentaje determinado en los modelos 3D o programar movimientos básicos para los avatares.
Reuniones Semanales	Se programaron reuniones semanales para evaluar el avance de cada equipo, analizar los obstáculos encontrados y ajustar las tareas según fuera necesario.
Herramientas de Comunicación	Se emplearon herramientas de comunicación y colaboración en línea para mantener un flujo de trabajo entre todos los miembros del equipo.
Documentación y Seguimiento	Se utilizó un tablero SCRUM en la herramienta Trello, el cual se muestra en la Figura 12 . Además, en la Figura 13 se puede observar una hoja de cálculo (Excel) que utilizamos conjuntamente como tablero para revisar el progreso junto con los demás grupos.

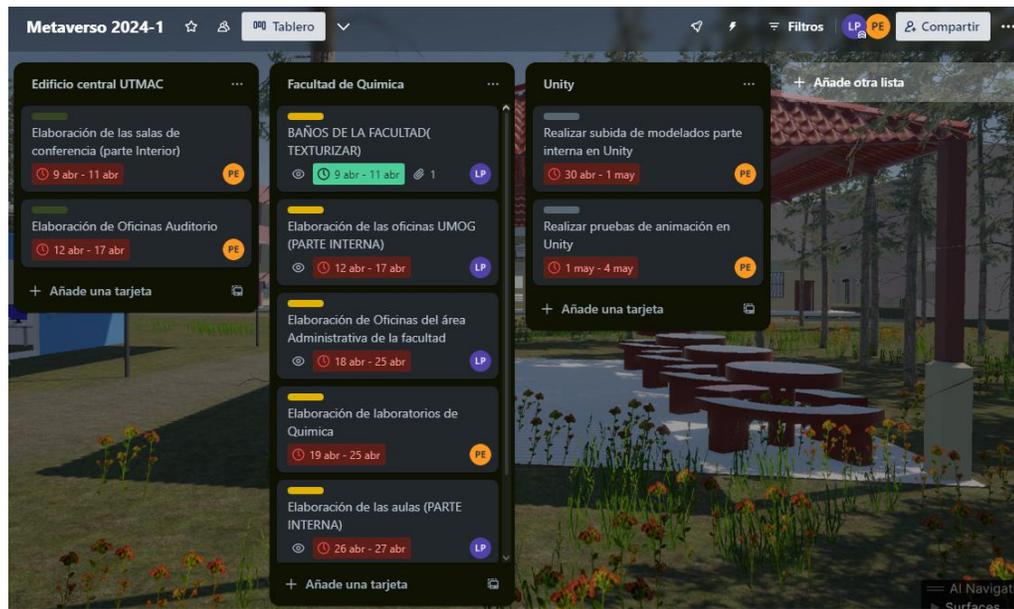


Figura 12 Tablero SCRUM en Trello

The image shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'FICHA DE CONTROL AVANCE METAVERSO'. The spreadsheet contains a table with the following columns: TAREA ASIGNADA, DURACIÓN, FECHA INICIO, FECHA FINAL, RESPONSABLE, PORCENTAJE DE AVANCE, and OBSERVACIÓN. The data rows list various tasks with their respective durations, start and end dates, responsible persons, and progress percentages.

TAREA ASIGNADA	DURACIÓN	FECHA INICIO	FECHA FINAL	RESPONSABLE	PROCENTAJE DE AVANCE	OBSERVACIÓN
2 Diseño de la moneda PAKI COINS	1 día	27-Jun	27-Jun	Luis Porras	100%	
3 Multipligador	5 días	4-Jul	7-Jul	Paul	60%	
4 Exterior (detalles, arboles, etc)	5 días	8-Jul	12-Jul	Paul	70%	
5 Interior Administrativa auditorio	7 días	13-Jul	20-Jul	Paul	15%	
6 Objetos Laboratorio Quimica	4 días	21-Jul	24-Jul	Luis Porras	15%	
7 Interior Laboratorios Quimica	7 días	21-Jul	28-Jul	Paul	0%	
8 UMOG	5 días	21-Jul	25-Jul	Luis Porras	0%	
9 Biblioteca FCQ	4 días	21-Jul	25-Jul	Luis Porras	0%	

Figura 13 Tablero de tareas

Como se detalla en la **Tabla 8**, el equipo SCRUM estará conformado por los siguientes roles.

Tabla 8 Equipo SCRUM

CONFORMACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO	
PRODUCT OWNER	
Nombre: Ing. Jorge Luis Armijos Carrión	
EQUIPO SCRUM	
ORD	NOMBRES
1	Espinoza Betancourt Paul Alexander
2	Porras Valarezo Luis Enrique

FASE 3: SPRINT

En esta fase, llevamos a cabo las actividades planificadas para avanzar en la creación del metaverso. Cada sprint se programó con una duración de dos semanas, lo que facilitó la realización de iteraciones rápidas. A continuación, se detalla el desarrollo de esta fase:

- **Captura de Imágenes:** Recorrimos la infraestructura y las áreas de la Facultad de Química y Administración Central, capturando fotografías detalladas de las instalaciones para garantizar la precisión en el modelado 3D, como se muestra en la **Figura 14**. En la **Figura 15** presentamos un esquema que ilustra la estructura del conjunto de datos de imágenes que recopilamos, facilitando una mejor organización de las mismas.



Figura 14 Toma de Fotografías de las infraestructuras de la FCQ y Administración Central

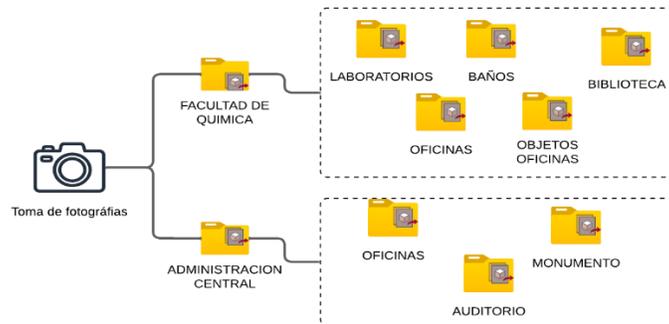


Figura 15 Esquema detallado del Dataset de imágenes

- **Modelado 3D:** Una vez que tuvimos las imágenes fotográficas necesarias, comenzamos a crear los modelos 3D en Blender, tomando como referencia por ejemplo la **Figura 16** se visualiza la creación de objetos y estructuras tridimensionales de los edificios, oficinas y áreas verdes de la facultad de Química y Administración Central.



Figura 16 Imagen de Referencia

Para la creación de los objetos 3D realizaremos el siguiente proceso: Primero creamos un archivo nuevo en Blender, luego crearemos un cubo con la ayuda del comando **SHIFT + A**, para escalar el cubo usaremos la tecla **S** conjuntamente deslizando el mouse procedemos aumentar su anchura o altura proporcionalmente, para escalar solo de un eje usaremos el comando **S+X** (es el eje el cual queremos escalar puede ser X Y Z) y con la ayuda del mouse procedemos escalar el cubo en dicho eje como se muestra en la **Figura 17**.

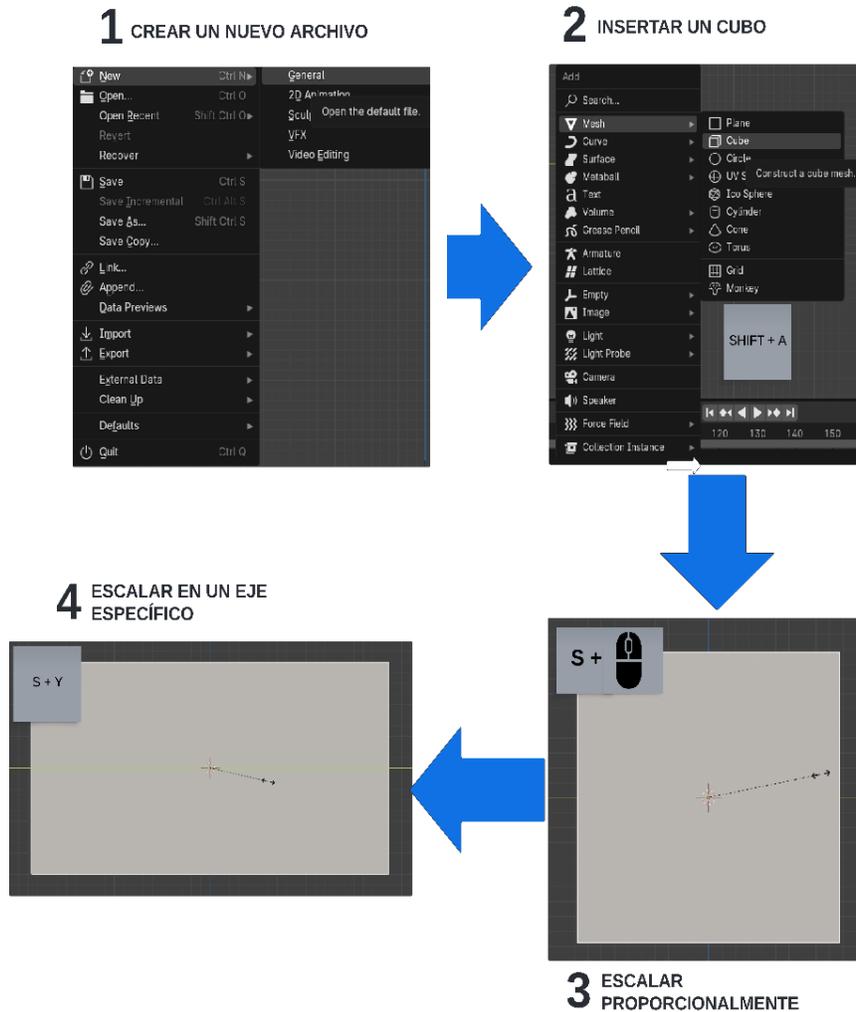


Figura 17 Proceso creación de un cubo en Blender

A continuación, procedemos a editar el plano tomando como referencia la imagen anteriormente seleccionada para ubicarla en el programa, para ello seguimos el siguiente paso: con la ayuda del comando **SHIFT + A** procedemos a usar la herramienta de imagen para ubicar nuestra foto de referencia para poder realizar el modelado lo más exacto posible, seleccionamos el cubo anteriormente presionamos **ALT + Z** para cambiar de vista y hacer que nuestro cubo sea un poco transparente para poder visualizar la imagen de referencia tomarla como guía para nuestro modelado como se muestra en la **Figura 18**.

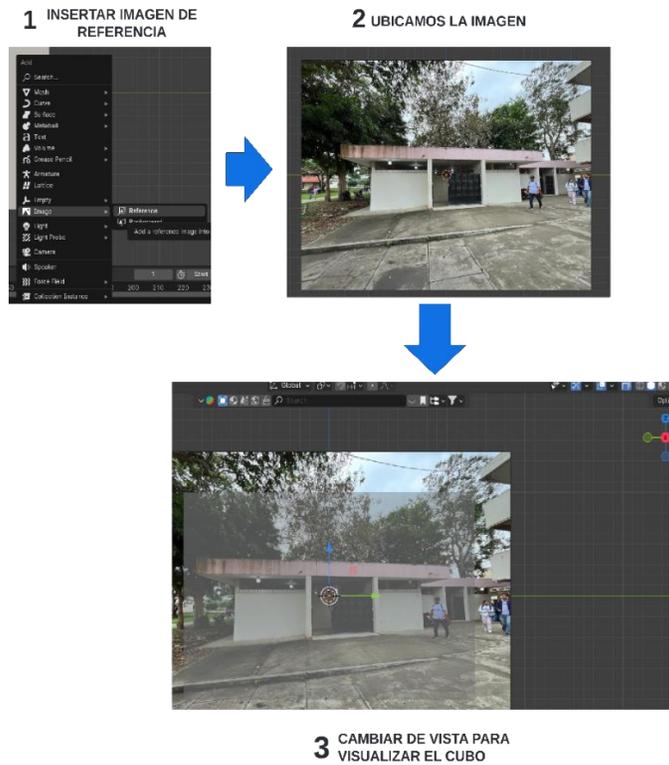


Figura 18 Insertar imagen de referencia

Procedemos a editar el cubo para que se asemeje a la imagen de referencia, para ello seleccionamos el cubo y con la ayuda de la tecla **TAB** procedemos a cambiar al modo de edición. Procedemos a escoger la herramienta **LOOP CUT** como se muestra en la **Figura 19** o presionando el comando **SHIFT + R** para crear cortes de las paredes del objeto.

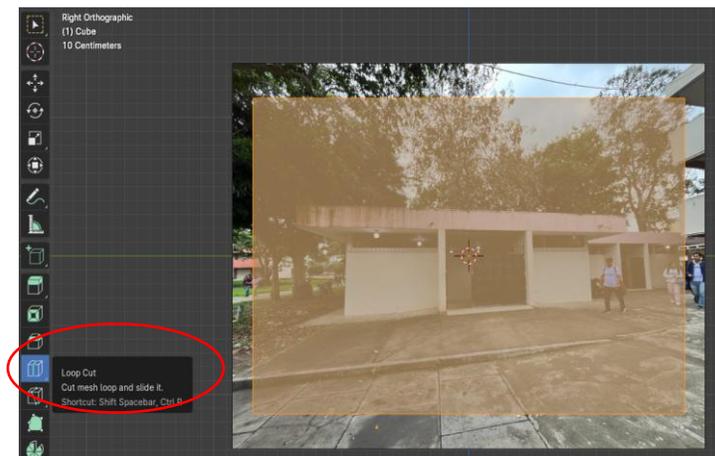


Figura 19 Proceso de cortes al objeto

Luego procedemos a seleccionar las nuevas caras que se crearon después de aplicar la herramienta **LOOP CUT**, se cambia la perspectiva de la pantalla con el botón del mouse del en medio y girando a que eje queremos ir, si no usamos alguna cara podemos eliminarla seleccionándola y presionando la tecla **X** y luego presionamos la opción **FACES** como se muestra en la **Figura 20**.

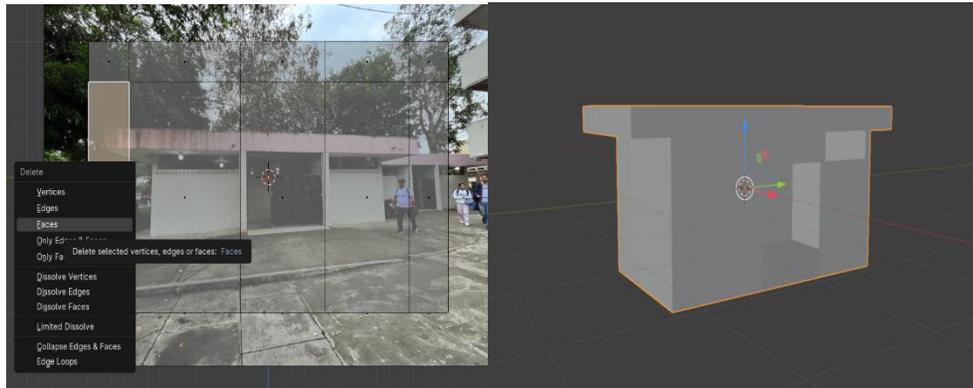


Figura 20 Borrar Caras

Una vez terminado este proceso de editar la estructura del cubo principal, se empieza a crear los demás objetos como ventanas, puertas, escaleras, piso y otros. En la **Figura 21** se muestra cómo quedaría el modelado 3D de la **Figura 16** que se tomó como referencia, este proceso lo repetimos las veces que sea necesario hasta que los objetos se asemejen a la realidad.

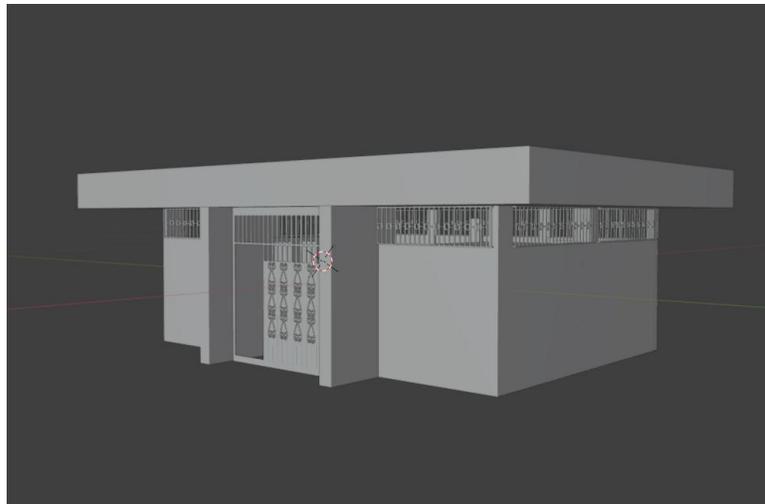


Figura 21 Modelado 3D finalizado

Para la asignación de los recursos de texturas o colores para nuestro modelado realizamos el siguiente proceso: Nos ubicamos en la parte derecha como se muestra en la **Figura 22** , Escogemos la penúltima opción que se titula **MATERIAL PROPERTIES**, en el cual podemos crear materiales para nuestros modelados, estos materiales pueden ser texturas como también colores.

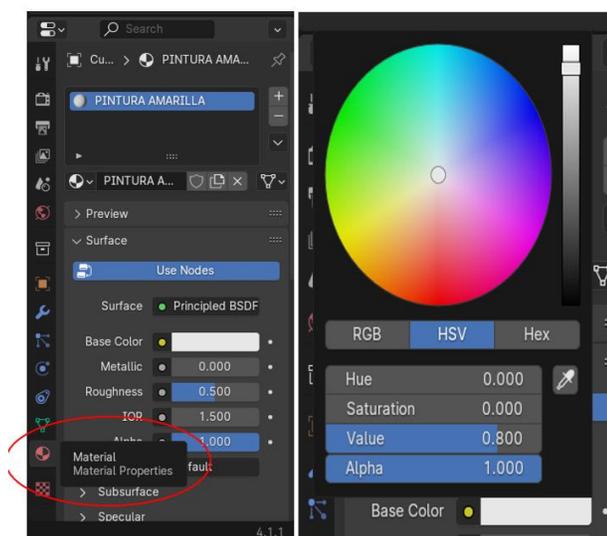


Figura 22 Creación de materiales para texturas

Para poder visualizar los materiales aplicados en el modelado 3D, nos ubicamos en la parte superior y escogemos la opción “VIEW SHADING”, como se muestra en la **Figura 23** .

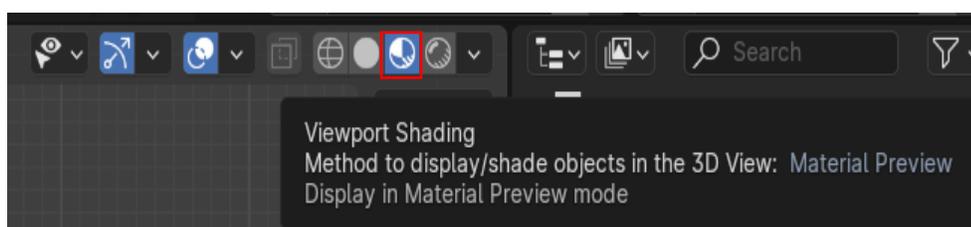


Figura 23 Visualizar materiales aplicados al modelado 3D

Así mismo realizamos el proceso anteriormente explicado con los demás objetos con las demás infraestructuras de la facultad de Química y Administración Central. En las **Figura 24, Figura 25** se puede observar el progreso de este proceso aplicado en varias infraestructuras.



Figura 24 Modelado 3D Edificio Administración Central

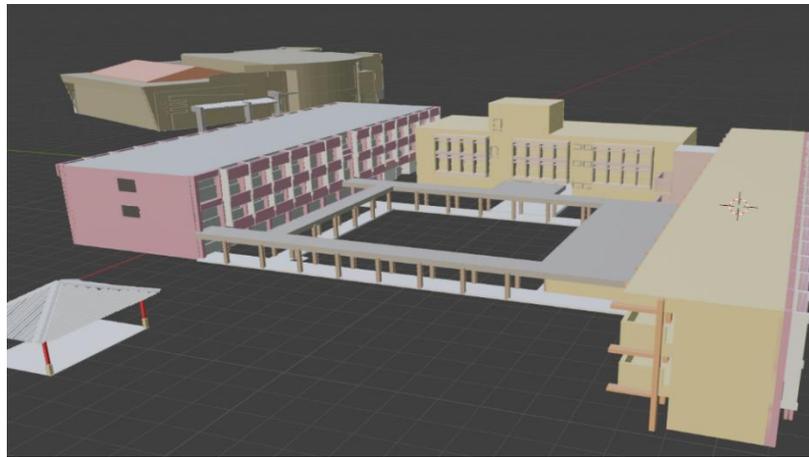


Figura 25 Modelado 3D Facultad de Ciencias Químicas

- **Texturizado de Objetos:** Para tener un resultado de modelos 3D realistas se debe realizar un proceso de texturizado, utilizando programas de retoque de imágenes (Photoshop) también Materialize para la conversión de estas imágenes a texturas compatibles para Blender.

En la **Figura 26**, se muestra el proceso de elaboración de texturas para lograr el mayor realismo posible. Primero realizamos ajustes en la imagen si es necesario utilizando el programa Photoshop, para corregir defectos como colores o patrones. Luego, exportamos la imagen retocada para trabajarla en el programa Materialize, el cual nos permite añadir características como rigurosidad, relieve y sombra. Aquí, se exporta en diferentes imágenes la textura con sus respectivas características, por ejemplo: Height map (define la variación de altura de una superficie), Diffuse Map (define el

color y apariencia), Normal Map (simula detalles de la superficie), Metallic Map (simula rasgos metálicos, Smoothness Map (define la suavidad de la superficie), Edge Map (define o resalta los contornos de la superficie). Por último, en el programa Blender se emplean nodos para aplicar la textura a los objetos respectivos.

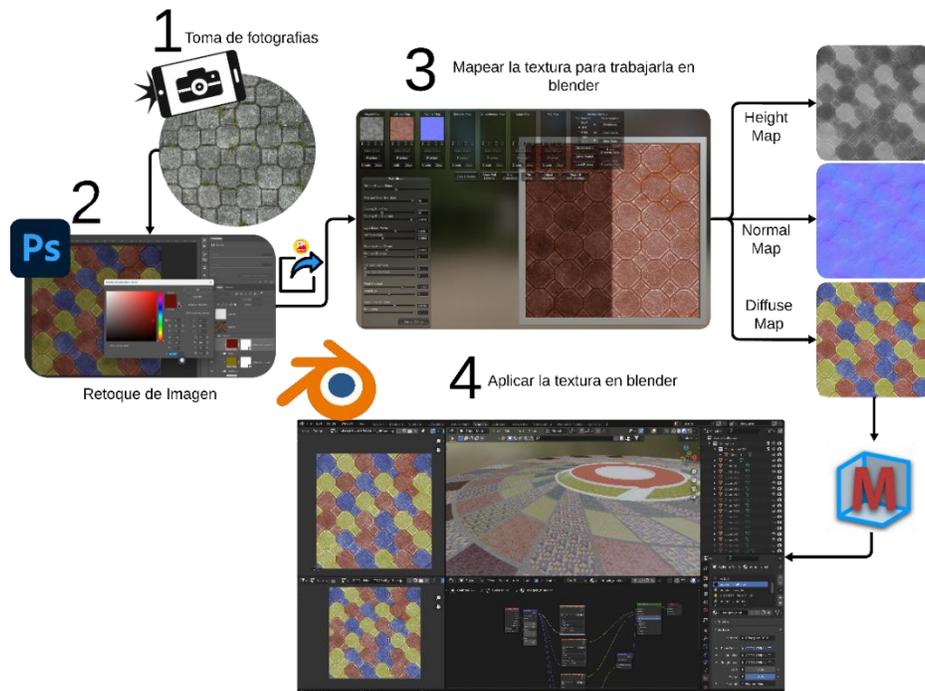


Figura 26 Proceso de elaboración y aplicación de texturas

- **Avatar:** Para tener un resultado inmersivo y cercano a la realidad se desarrolló nuestros avatares en DAZ 3D, para ello seguimos los pasos que se muestran resumidos en la **Figura 27**.

Primero usaremos “FACE TRANSFER” que es un complemento de DAZ 3D, aquí procedemos a importar nuestra foto facial, luego elegimos la base del cuerpo que es “GENESIS 8”, y elegimos el tipo de cuerpo depende del género en este caso “MALE”, finalmente le damos a “GENERATE”.

Luego que realizamos el proceso de importar nuestros rasgos faciales procedemos a personalizar nuestro avatar, seleccionamos en nuestra librería del programa algunos cabellos disponibles que se asemejen a nuestros rasgos, así mismo con la ropa y demás accesorios, y así obtenemos nuestro personaje a base de nuestros rasgos en la realidad.



Figura 27 Proceso Avatar DAZ 3D

Para la exportación de nuestro avatar seguimos los siguientes pasos que se muestra en la **Figura 28**, Primero seleccionamos todos los componentes de nuestro avatar excepto “Tonemapper y el Enviornmmnt”, luego procedemos a exportar nuestro avatar en formato FBX y debemos de configurar correctamente nuestro archivo para que luego no tengamos problemas para importarlo en UNITY.

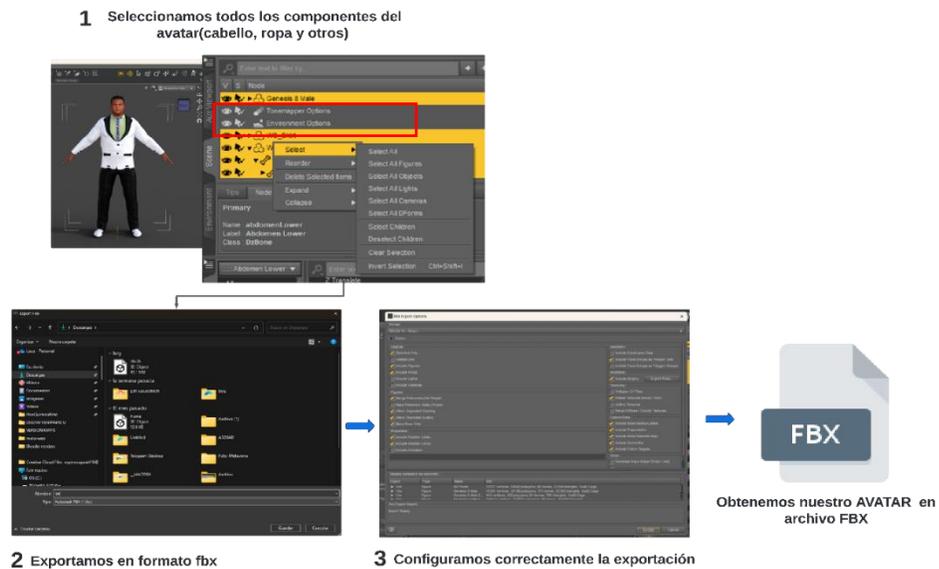


Figura 28 Proceso de Exportación Avatar DAZ 3D

Para que nuestro avatar se puede mover en UNITY debemos de aplicarle el proceso de AUTO RIGGER que se lo hace en el programa MIXAMO, en la **Figura 29** se muestra el este proceso. Primero abrimos MIXAMO en la web, luego importamos nuestro archivo que configuramos anteriormente en DAZ 3D, una vez importado procedemos a ubicar los puntos como se indica en la imagen, este proceso le va ubicar huesos a nuestro avatar para que se pueda mover. Finalmente lo exportamos en FBX para que quede listo en la implementación a UNITY.

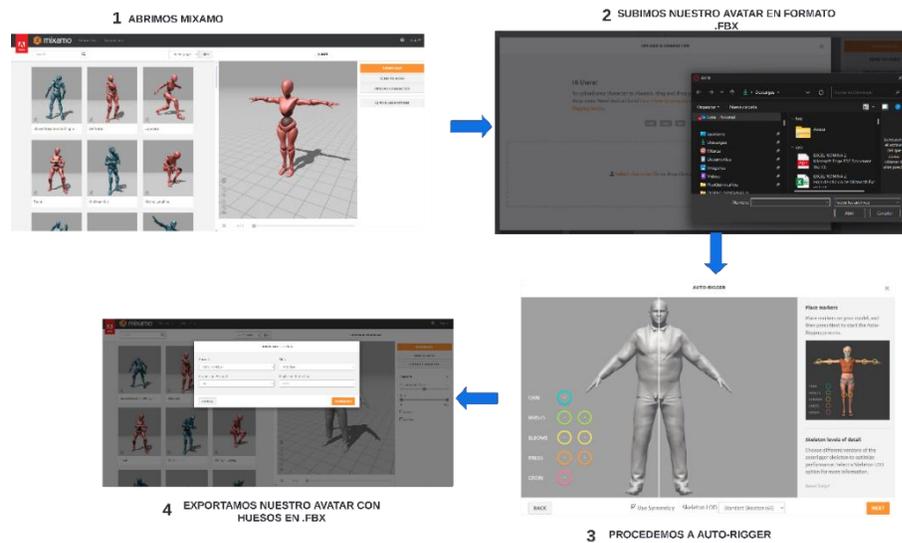


Figura 29 Proceso MIXAMO de nuestro AVATAR

- **Integración:** Integración de los modelos y scripts en Unity3D y realización de pruebas para garantizar el funcionamiento correcto del prototipo.

Para una correcta integración de nuestro modelado, avatar y scripts hemos seguido el siguiente proceso: Primero creamos un proyecto en UNITY HUB como los observan en la **Figura 30** con características 3D. Estos proyectos nos va permitir integrar modelados 3D que hemos elaborado anteriormente, para eso debemos de exportar los objetos creados en Blender en formato .fbx como se observa en la **Figura 31**.

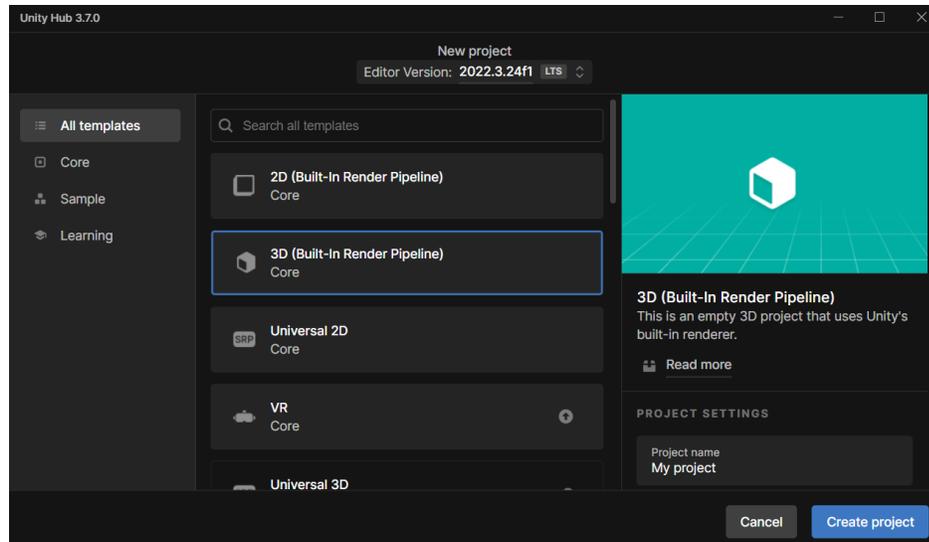


Figura 30 Creación de proyecto en UNITY

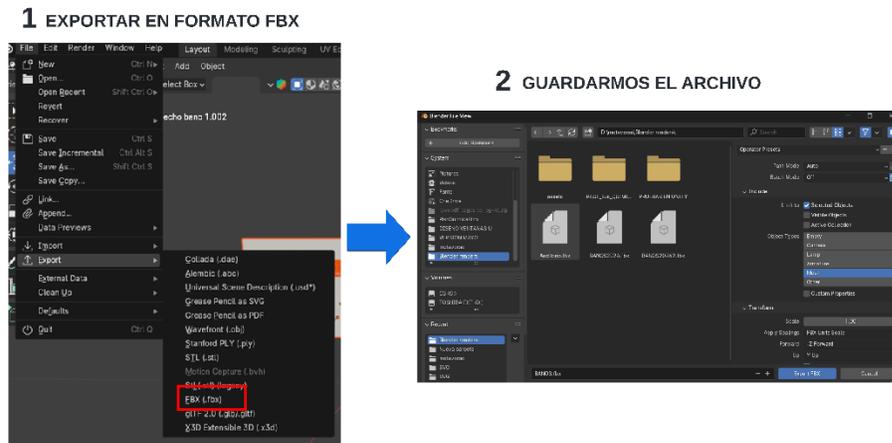


Figura 31 Exportación de objetos 3D

Una vez que tenemos creado nuestro proyecto procedemos a crear un terreno, luego importamos los archivos FBX anteriormente exportados, luego extraemos sus texturas y materiales del modelo para después con la ayuda del mouse elegimos el objeto que queremos ubicar en dicho terreno y lo arrastramos hasta su posición deseada como se observa en la **Figura 32** y **Figura 33**.

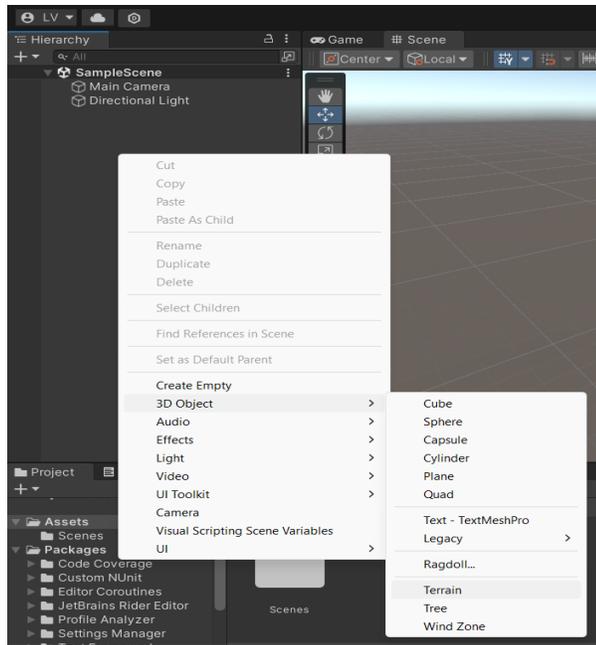


Figura 32 Creación de un terreno en Unity

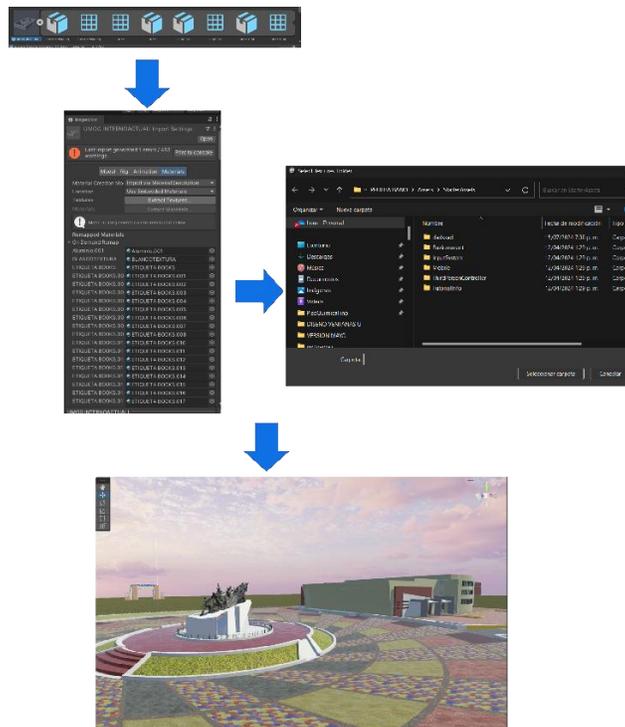


Figura 33 Importación del modelo 3D en Unity

- **Programación:** A la hora de ocupar el programa de UNITY para el desarrollo del luego una parte muy importante aparte del modelado 3D, es la parte de la programación donde se ocupa scripts en C# esto sirve para poder integrar la lógica e como interacción diferentes objetos al metaverso.

En esta fase del proyecto ya acabo la parte de modelados nos concentramos en dar movilidad a un personaje para simular algunos aspectos de la vida real. Para ello seguimos los siguientes pasos que se muestra en la **Figura 34**.

La movilidad del personaje es sumamente importante para darle una mejor inmersión en el metaverso. Para conseguir este efecto ocupamos un Assets llamado **“THIRDPERSON | UPDATES IN NEW CHARACTERCONTROLLER PACKAGE”**.



Figura 34 Proceso para la movilidad del AVATAR

En la **Figura 35** se muestra que para darle movilidad al personaje se usará 2 scripts principales uno nos permitirá implementar un controlador de personaje en tercera persona que lo pueden ver en **Anexo 1**, también se va usar el script titulado **“BasicRigidBodyPush”** que nos sirve para manejar la interacción entre un personaje controlado por el jugador que lo pueden ver en **Anexo 2**.

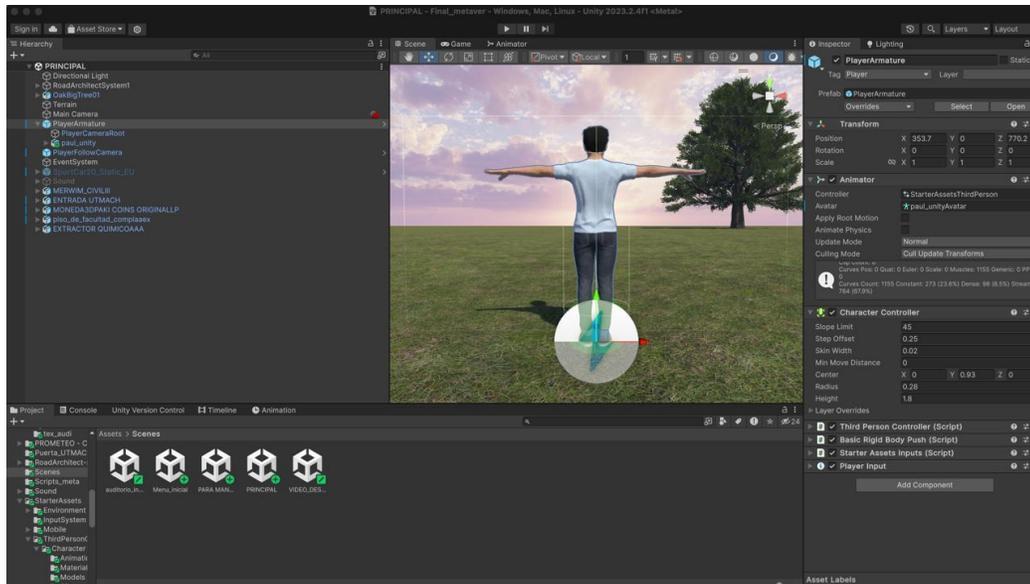


Figura 35 Movilidad al avatar

Menú de usuario: Para que el METAVERSO UTMACH, tenga una interfaz para el usuario decidimos implementar un Menú de botones, para ello hemos creado unos diseños en programas como ADOBE ILLUSTRATOR y PHOTOSHOP como se observa en la **Figura 36** .



Figura 36 Diseños Interfaz de Usuario

Ya con el diseño creado, realizamos el siguiente proceso en nuestro proyecto de UNITY como se observa en la **Figura 37**.

Primero hacemos clic derecho en un espacio vacío, luego nos vamos a la casilla “UI”, y le damos clic donde dice “CANVAS”.

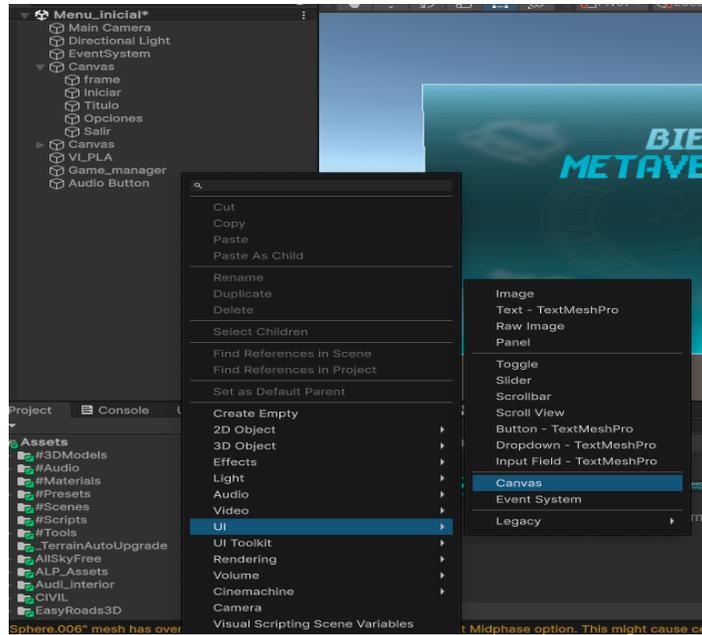


Figura 37 Paso 1: Proceso Interfaz de Usuario en Unity

Luego, dentro de la propiedad CANVAS hacemos clic derecho y seleccionamos **UI** y **BUTTON- TEXTMESH PRO**, así como se muestra en la Figura 38.

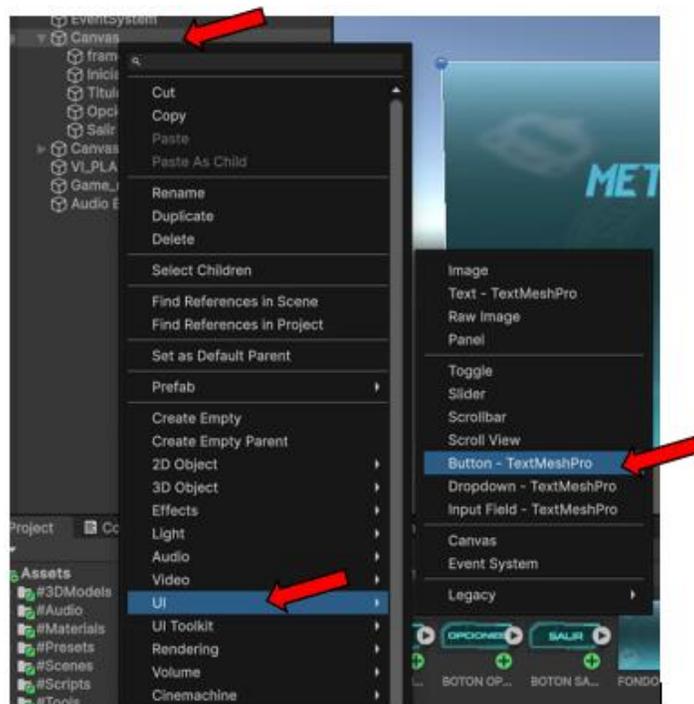


Figura 38 Paso 2: Proceso Interfaz de Usuario en Unity

Una vez realizado el proceso anterior, procedemos a agregar 3 componentes al **BUTTON** creado el cual le vamos a llamar **INICIAR**, como se muestra en la **Figura 39**.

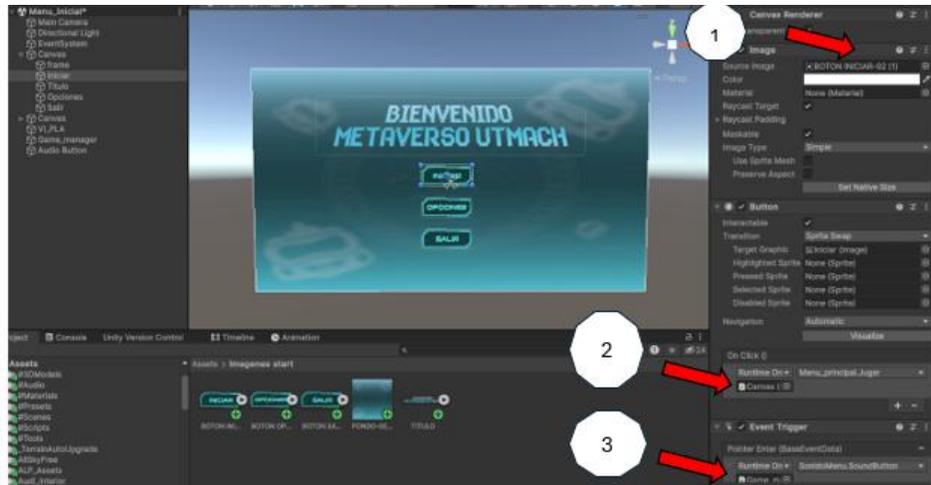


Figura 39 Paso 3: Proceso Interfaz de Usuario en Unity

Antes de agregar las imágenes que hemos diseñado se debe realizar el proceso que se muestra en la **Figura 40**.

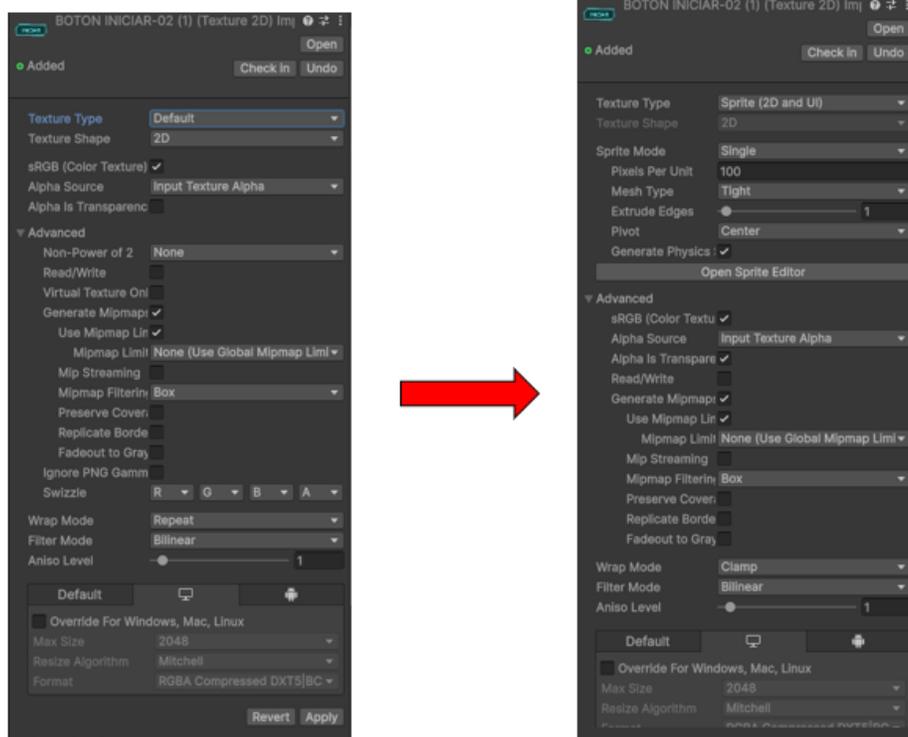


Figura 40 Proceso para agregar imágenes al menú

Luego en el punto 1 agregamos la imagen en el apartado de “SOURCE IMAGE” así como se muestra en la **Figura 41** .

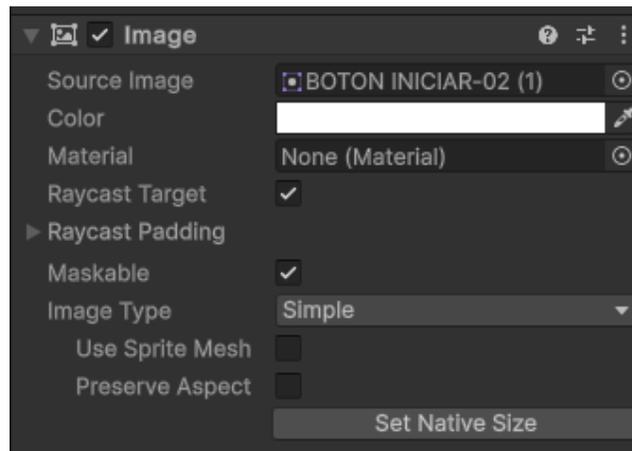


Figura 41 Ubicar la imagen en SOURCE IMAGE

Después en la opción de **BUTTON** en el apartado de “ONE CLICK” se da clic en el signo más y arrastramos el prefabs de **CANVAS** al **BUTTON** así como se muestra en la **Figura 42**.

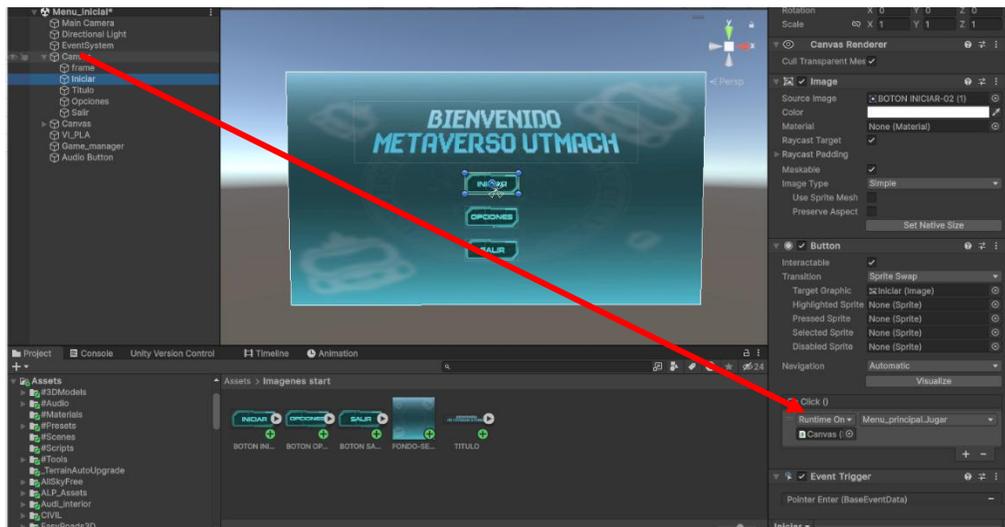


Figura 42 Paso 4: Proceso Interfaz de Usuario en Unity

Después desplegamos el siguiente menú y nos ubicamos en “Jugar ()” y seleccionamos **Menu_principal** como se muestra en la **Figura 43**.

Luego agregamos otro componente en el mismo Prefabs de “Inicio”, el componente se llama “Event Trigger” y agregamos un prefabs anteriormente creado llamado

Game_Manager, el cual ocupa un script llamado “Sonido Menu” donde se lo puede observar en **Anexo 3** y **Anexo 4**.

Y así finalmente obtenemos la interfaz de Usuario lista para que se pueda iniciar el prototipo del Metaverso.

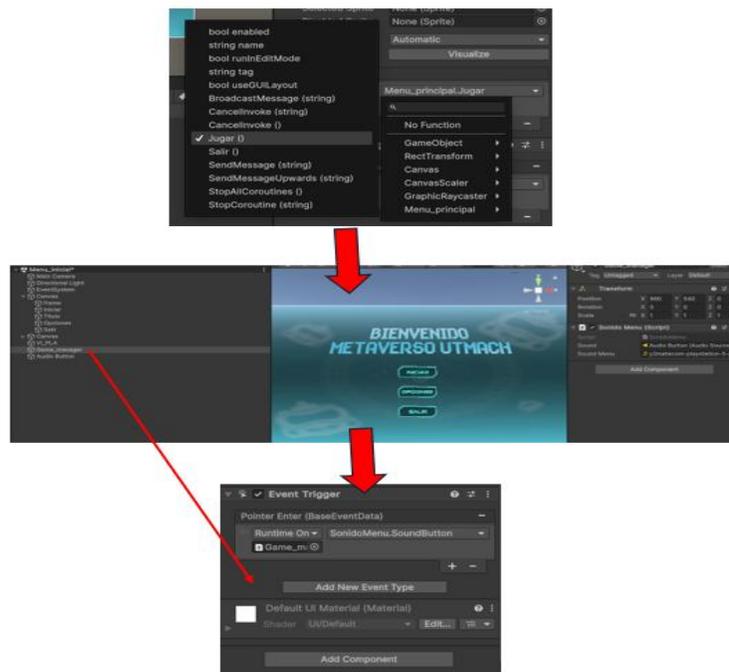


Figura 43 Paso 5: Proceso Interfaz de Usuario en Unity

Resultados del Sprint

Al completar los ciclos de desarrollo planificados, el prototipo del metaverso UTMACH incluía representaciones detalladas en 3D de las facultades, avatares con animaciones, y funcionalidades básicas de navegación. Este prototipo se sometió a pruebas de aceptación con un grupo de estudiantes, cuyas opiniones y niveles de satisfacción servirán para orientar las futuras mejoras y expansiones del proyecto.

Fase 4: Review

Al término de cada ciclo de desarrollo, se llevó a cabo una sesión destinada a evaluar los avances logrados en el desarrollo del metaverso UTMACH y recibir retroalimentación constructiva para realizar ajustes y mejoras como se puede observar en la **Figura 44** y **Figura 45**.

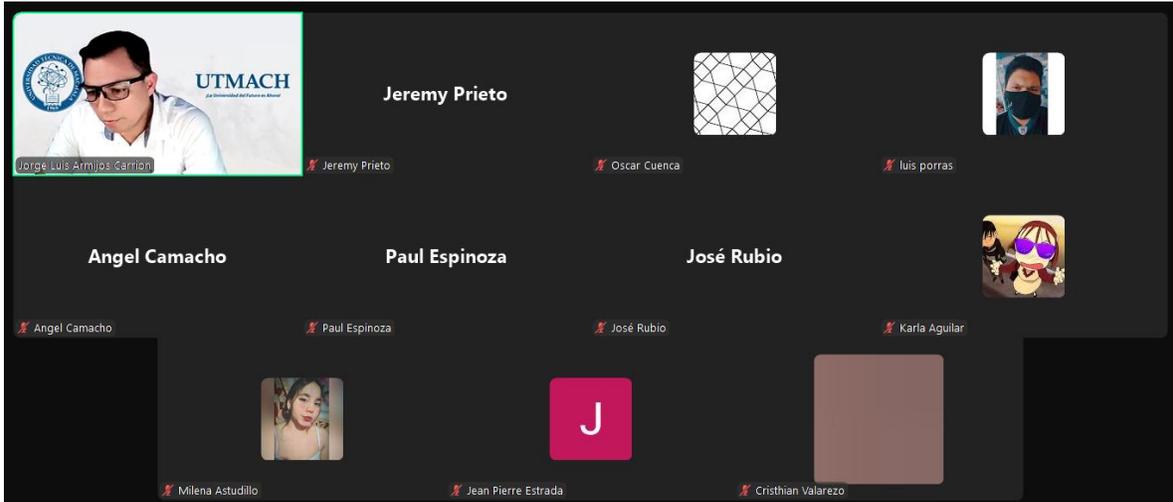


Figura 44 Evidencia fotográfica de la reunión de revisión del Sprint (Virtual).



Figura 45 Evidencia fotográfica de la reunión de revisión del Sprint (Presencial).

Durante esta etapa, el equipo de desarrollo se reunió para presentar el progreso del prototipo, que incluía representaciones detalladas en 3D de las instalaciones de las Facultad de Química y Administración Central, así como las funcionalidades implementadas hasta el momento. En la **Tabla 9** se muestra la estructura del proceso de revisión

Tabla 9 Estructura del Proceso de Revisión

<p>PRESENTACIÓN DE AVANCES</p>	<p>Desarrollo de Modelos 3D</p>	<p>Se exhibieron los modelos tridimensionales creados en Blender para representar edificios y oficinas, enfatizando en su detalle y precisión respecto a las instalaciones reales. Se presentaron las texturas aplicadas y los efectos lumínicos utilizados para mejorar la experiencia de inmersión en el metaverso.</p>
<p>RETROALIMENTACIÓN Y SUGERENCIAS</p>	<p>Opiniones de los Interesados</p>	<p>Representantes de facultades y estudiantes seleccionados ofrecieron sus impresiones sobre la usabilidad, estética y funcionalidad del prototipo. Se abordaron temas como la navegación dentro del metaverso, la calidad visual de los modelos 3D y la interactividad de los avatares.</p>
<p>PLANIFICACIÓN DE AJUSTES</p>	<p>Priorización y Planificación</p>	<p>Se evaluaron y priorizaron las sugerencias de mejora según su impacto en la experiencia del usuario y viabilidad técnica. Se actualizaron las prioridades del Product Backlog para reflejar estas nuevas necesidades.</p>
<p>DOCUMENTACIÓN DE LA REVISIÓN</p>	<p>Registro y Documentación</p>	<p>Se documentó el estado final del prototipo al término del sprint, incluyendo capturas de pantalla, videos demostrativos y descripciones detalladas de las funcionalidades implementadas. Esta documentación servirá como referencia para futuras revisiones y evaluaciones del progreso del proyecto.</p>

Fase 5: Repeat

Se implementó un ciclo iterativo centrado en la revisión y mejora continua del metaverso UTMACH, utilizando la retroalimentación obtenida en fases previas. Este enfoque garantiza que el proyecto se desarrolle de acuerdo con las necesidades y expectativas de los usuarios finales, específicamente la comunidad estudiantil de las Facultad de Química y Administración Central.

Análisis de Retroalimentación:

Como primer paso en la fase de "Repeat", se analizó las observaciones y sugerencias recogidas durante la sesión de revisión del sprint anterior. Se revisan los comentarios de estudiantes, profesores y otros stakeholders sobre el rendimiento, funcionalidad y facilidad de uso del prototipo actual. Esta retroalimentación fue fundamental para identificar áreas de mejora y priorizar las actividades para el siguiente ciclo de desarrollo.

2.4. Ejecución del prototipo

En esta sección se detalla el proceso de la ejecución del prototipo del metaverso UTMACH que aún está en proceso desarrollo.

Primero al inicializar el prototipo se cargará la pantalla de bienvenida la cual se muestra en la **Figura 46**.

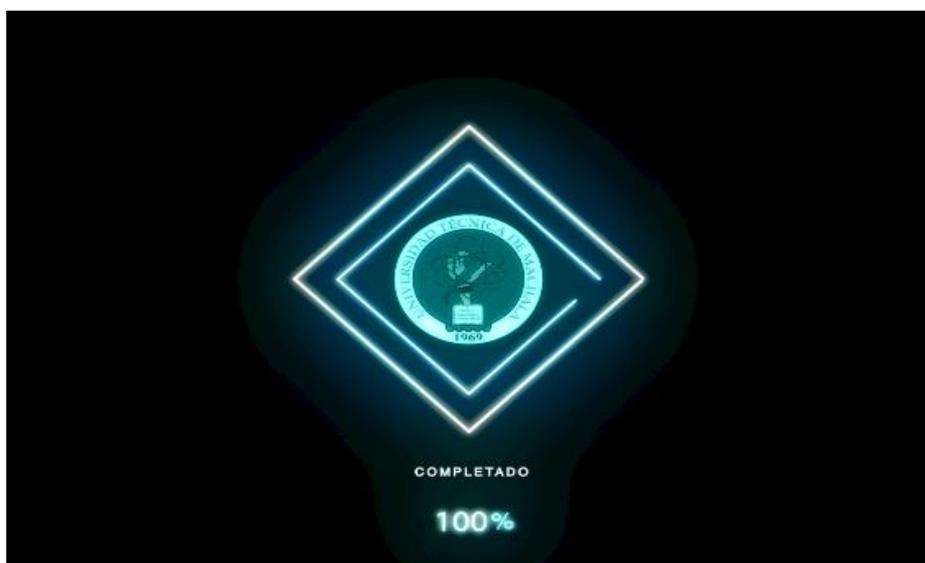


Figura 46 Pantalla de carga Metaverso UTMACH

Una vez completado el proceso de carga inicial, aparecerá el menú principal como se muestra en la **Figura 47** el cual damos clic en iniciar.



Figura 47 Menú Principal Metaverso UTMACH

Para realizar una navegación correctamente debemos seguir las siguientes instrucciones que se muestra en la **Figura 48**.



Figura 48 Teclas a usar en el Metaverso

Para poder hacer caminar al avatar debemos presionar las siguientes teclas que se muestran en la **Figura 49**, las cuales tienen distintas funcionalidades dentro del metaverso, la tecla “W” se la usa para caminar hacia el frente, la tecla “S” para caminar hacia atrás, la tecla “A” para caminar hacia la izquierda y la letra “D” para la izquierda.

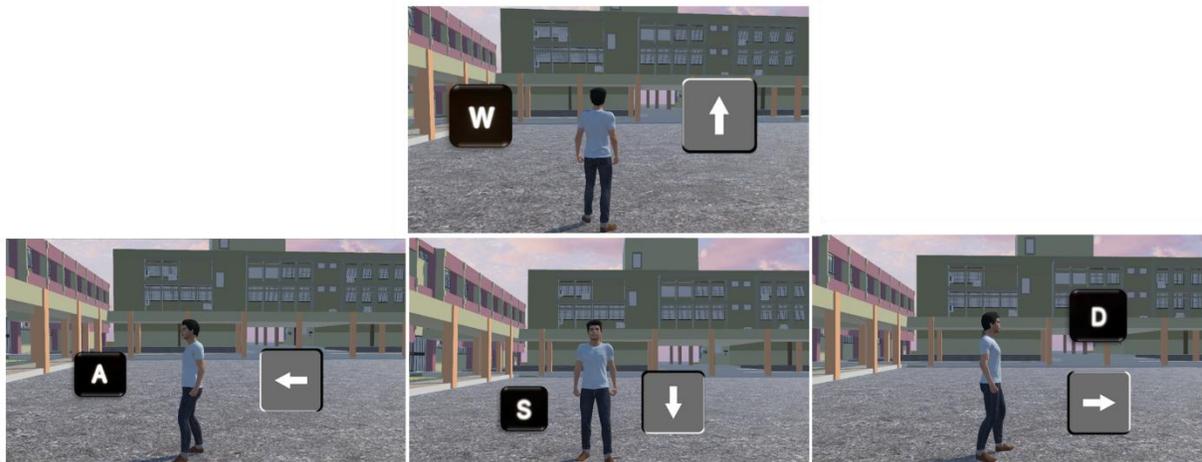


Figura 49 Instrucciones para la navegación dentro del Metaverso

También para poder correr dentro del metaverso debemos seguir la siguiente combinación de tecla que se muestra en la **Figura 50**.



Figura 50 Combinación de tecla para correr

A continuación, en la **Figura 51** se muestra la combinación de tecla para realizar la acción de saltar.

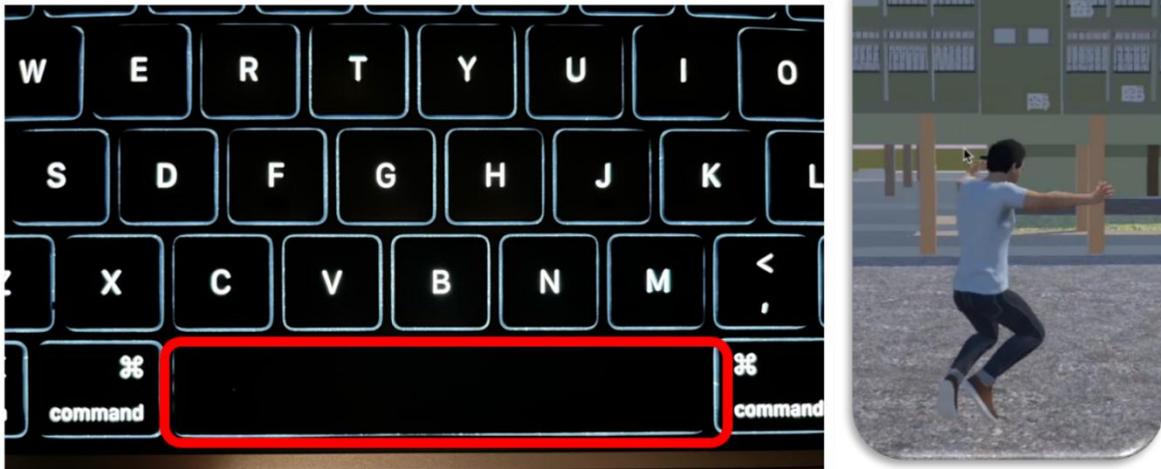


Figura 51 Combinación de tecla para saltar

En la **Figura 52** se muestra la entrada principal de la UTMACH y atrás la infraestructura de la misma.



Figura 52 Entrada principal a la UTMACH en el Metaverso

Así como se observa en la **Figura 53** las diferentes vistas del edificio de Administración Central dentro del metaverso.



Figura 53 Edificio Administración Central en el Metaverso UTMACH

A continuación, en la **Figura 54**, se observa la plazoleta universitaria también en la **Figura 55** se puede observar el monumento Universitario dentro del metaverso.



Figura 54 Plazoleta universitaria en el Metaverso



Figura 55 Monumento Universitario en el Metaverso UTMACH

En la **Figura 56** se observa el nuevo centro médico universitario de la UTMACH.



Figura 56 Centro Médico Universitario en el Metaverso UTMACH

También en la **Figura 57** y **Figura 58** muestra las áreas de convivencia de la comunidad universitaria en ese sector, mientras que en la **Figura 59**, **Figura 60**, **Figura 61** y **Figura 62** se muestran diferentes vistas de la FCQ y de la salud en el metaverso.



Figura 57 Áreas verdes de FCQ y de la salud en el Metaverso UTMACH



Figura 58 Bares de la Facultad de Química



Figura 59 Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud en el Metaverso UTMACH



Figura 60 Pasillo de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud en el Metaverso UTMACH



Figura 61 Bloques de aulas de la FCQ en el Metaverso UTMACH



Figura 62 Patio de la FCQ y de la salud en el Metaverso

3. CAPITULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO

3.1. Plan de evaluación

3.1.1. Objetivos de evaluación

- Evaluar la usabilidad, funcionalidad, inmersión e interacción en el prototipo de metaverso para determinar si cumple con los requisitos de exploración virtual de los usuarios y optimizar su desarrollo en fases posteriores.
- Determinar el nivel de satisfacción de los usuarios en cuanto a la exploración, aprendizaje y navegación dentro del prototipo.

3.1.2. Componente e indicadores a evaluar

En la **Tabla 10** se presenta los componentes e indicadores principales para la evaluación del entorno virtual. Estos incluyen la Experiencia de Usuario, la funcionalidad, inmersión y la interactividad, cada uno con objetivos e indicadores específicos que permiten medir su desempeño.

Tabla 10 Componentes e indicadores a evaluar

COMPONENTES	OBJETIVO	INDICADORES DE EVALUACIÓN	HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN
Experiencia de Usuario (UX)	Evaluar la facilidad de uso y navegación intuitiva del entorno virtual.	<ul style="list-style-type: none">• Nivel de satisfacción del usuario.• Facilidad de aprendizaje• Calidad de interacciones y navegación.	ENCUESTAS
Funcionalidad	Verificar que todas las funciones operen correctamente.	<ul style="list-style-type: none">• Funcionamiento de funciones clave (movimiento, teletransporte, herramientas).• Estabilidad en distintos escenarios.	ENCUESTAS

COMPONENTES	OBJETIVO	INDICADORES DE EVALUACIÓN	HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN
Inmersión	Evaluar el grado de inmersión proporcionado por el prototipo.	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad gráfica y detalles visuales • Precisión de sonidos ambientales y auditivos • Coherencia visual y auditiva. 	ENCUESTAS
Interactividad	Determinar si el nivel de interacción es atractivo para la exploración.	<ul style="list-style-type: none"> • Variedad y calidad de interacciones con el entorno. • Respuesta del entorno a las acciones del usuario. • Manipulación de objetos. 	ENCUESTAS

3.1.3. Instrumento de evaluación: Encuesta

a) USABILIDAD

Con estas preguntas se busca medir la facilidad de navegación y la comprensión de la interfaz.

- ¿Le resultó fácil usar el metaverso? (Escala de Likert: 1-5)
- ¿Tuvo algún problema al navegar por el metaverso? (Sí/No)
- ¿Aprendió rápidamente cómo navegar por el metaverso? (Escala de Likert: 1-5)
- ¿La interfaz fue fácil de entender y usar? (Escala de Likert: 1-5)

b) EXPERIENCIA DEL USUARIO (UX)

Con estas preguntas se busca conocer la experiencia y comodidad del usuario durante la navegación del entorno virtual.

- ¿Le resultó cómodo el dispositivo que utilizó (VR, pantalla, etc.)? (Sí/No)
- ¿Se sintió inmerso/a en el entorno virtual? (Escala de Likert: 1-5)

- ¿Los gráficos y sonidos fueron adecuados para la experiencia? (Escala de Likert: 1-5)

c) FUNCIONALIDAD TÉCNICA

Con estas preguntas se busca conocer los problemas presentados durante la navegación en el entorno virtual.

- ¿El metaverso cargó rápidamente y funcionó sin problemas? (Escala de Likert: 1-5)
- ¿El metaverso fue estable durante la sesión (sin caídas o errores técnicos)? (Escala de Likert: 1-5)

d) CONTENIDO Y EXPLORACIÓN

Con estas preguntas se pretende analizar si el contenido presentado durante la exploración fue adecuado, relevante y si ésta cumple las expectativas esperadas por el usuario.

- ¿El contenido fue relevante y atractivo para la exploración? (Escala de Likert: 1-5)
- ¿El metaverso cumplió con sus expectativas como herramienta de exploración virtual? (Escala de Likert: 1-5)

e) COMENTARIOS ADICIONALES

Con estas preguntas se quiere indagar sobre los aspectos más interesantes y recomendaciones que se podrían adicionar en el entorno virtual.

- ¿Qué aspecto le gustó más del metaverso? (Opciones: Realismo en gráficos, Interactividad, Inclusión de más información, Velocidad de carga, Otras)
- ¿Qué aspectos de la experiencia cree que se podrían mejorar? (Respuesta abierta).

3.1.4. Cronograma de Actividades

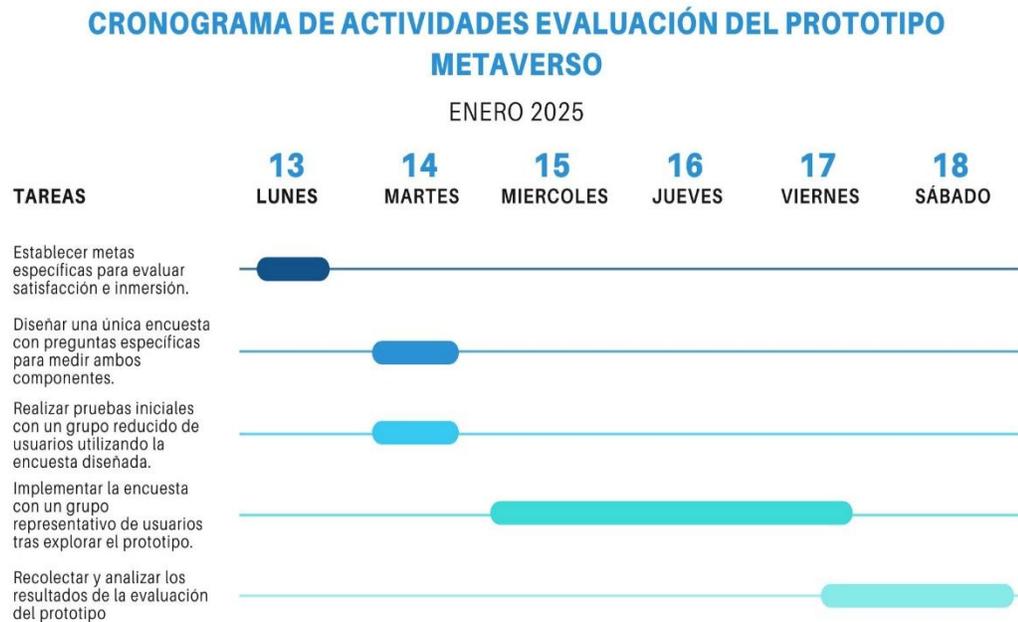


Figura 63 Cronograma de actividades de la evaluación del prototipo

3.1.5. Planificación de reuniones con el tutor

Para una mejor organización del proyecto, se llevó a cabo una planificación de reuniones fundamentales con el tutor y cotutor la cual se detalla en **Tabla 11**, para recibir retroalimentación de cada tarea y también comentarles cualquier reto que se presentó durante el desarrollo de la actividad, en algunos casos se modificó algunos objetivos y también surgieron nuevos requerimientos necesarios del proyecto.

Tabla 11 Horario de reuniones con el tutor y cotutor

Días	Lunes	Viernes
Hora Inicio	13:30	10:30
Hora Fin	14:30	12:00

3.2. Resultados de la evaluación

Los resultados de la presente evaluación se fundamentan en un sondeo realizado a 80 participantes, quienes emitieron sus valoraciones a partir de su interacción con las funcionalidades del metaverso desarrollado para la infraestructura de la Facultad de Química y Administración Central. A continuación, se procederá a exponer y examinar de manera pormenorizada los hallazgos obtenidos, estableciendo un análisis riguroso de cada uno de los ítems contemplados en la encuesta, con el propósito de identificar aciertos, deficiencias y oportunidades de mejora en el desarrollo del entorno virtual.

- **Pregunta 1: ¿Aprendí rápidamente cómo navegar por el metaverso?**

De acuerdo a la pregunta 1, en la que se pretende evaluar la agilidad con la que el usuario navega por el metaverso, se determinó que el 45% de los encuestados están totalmente de acuerdo en que la navegación fue ágil, un 36% de los encuestados está de acuerdo, un 10% se encuentra neutral, un 3% expresó estar en desacuerdo y un 6% se encuentra totalmente en desacuerdo, lo que sugiere que algunos usuarios experimentaron dificultades en la navegación inicial. Estos resultados se ilustran en la **Figura 64**.

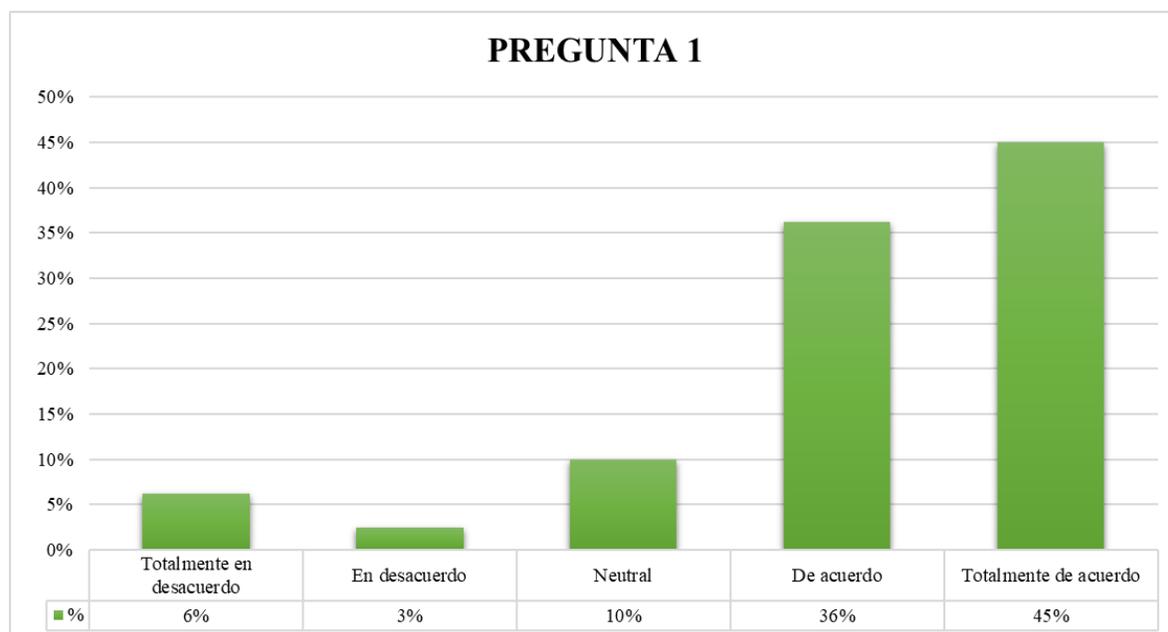


Figura 64 Resultados de la pregunta 1

- **Pregunta 2: ¿La interfaz fue fácil de entender y usar?**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la pregunta 2 y detallados en la

Figura 65, se evaluó la comprensión de la interfaz, se determinó que el 50% de los encuestados están totalmente de acuerdo, esto quiere decir que la interfaz es accesible y comprensible, el 33,8% está de acuerdo, el 7,5% se encuentra neutral, un 2,5 % está en desacuerdo y un 6,3 % está totalmente desacuerdo. Aunque la mayoría de los usuarios consideró la interfaz fácil de entender, todavía existen oportunidades de mejora para optimizar su comprensión y accesibilidad.

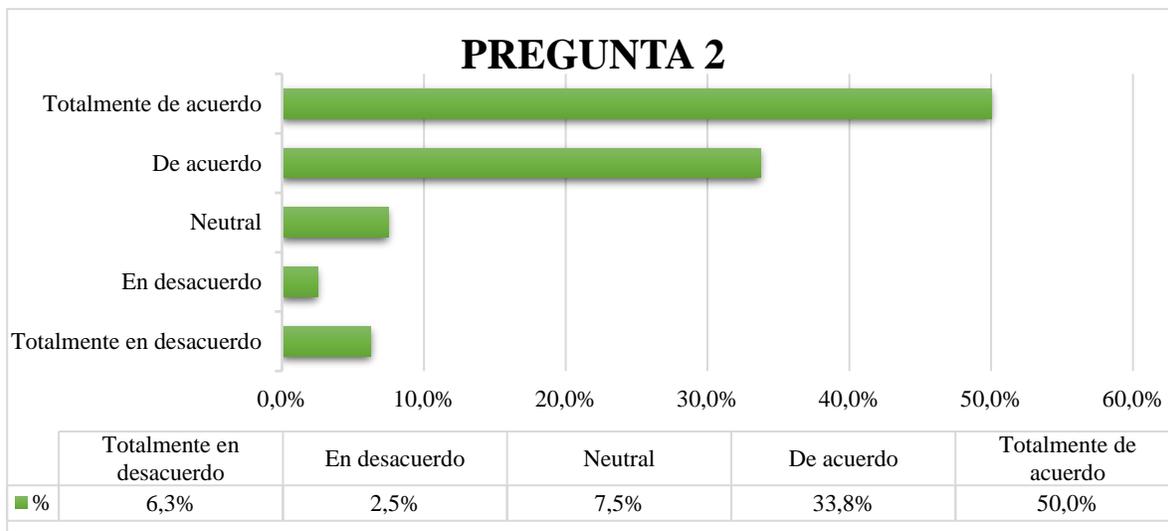


Figura 65 Resultado de la pregunta 2

- **Pregunta 3: ¿Usted tuvo algún problema al navegar por el metaverso?**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la pregunta 3 en las encuestas, podemos observar en la **Figura 66**, que la mayoría de encuestados, representados en el 92,5% no tuvieron ningún problema durante la navegación del metaverso, mientras tanto el 7,5% de estos presentó dificultades en la exploración, lo que indica que la experiencia fue satisfactoria para la gran mayoría, aunque aún existe un pequeño porcentaje de usuarios que encontraron obstáculos en el uso de la plataforma.

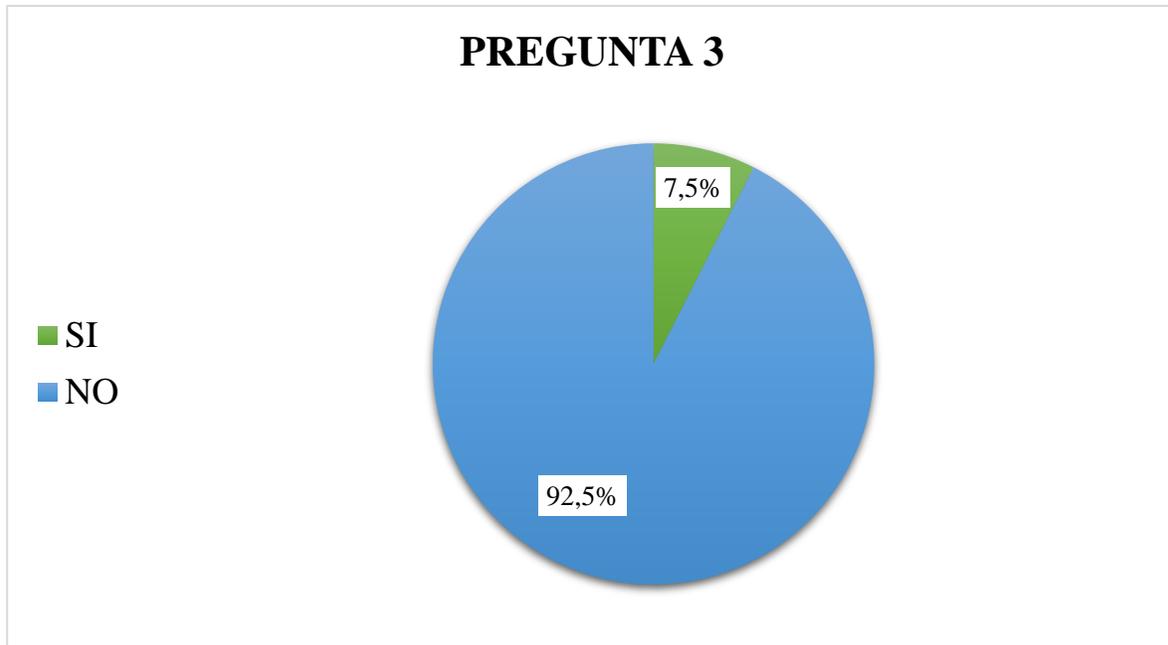


Figura 66 Resultados de la pregunta 3

- **Pregunta 4: ¿Usted se sintió inmerso/a en el entorno virtual?**

En cuanto a la inmersión del metaverso, se observó que el 42,5 % de los encuestados está totalmente de acuerdo, esto quiere decir que los usuarios se sintieron suficientemente inmersos, el 32,5% están de acuerdo, un 12,5% neutral, un 3,8% está de desacuerdo y el 8,8% restante de los encuestados está totalmente en desacuerdo, sugiriendo que ciertos componentes podrían ser mejorados para potenciar la percepción de realismo. Dichos resultados se encuentran representados en la *Figura 67*.

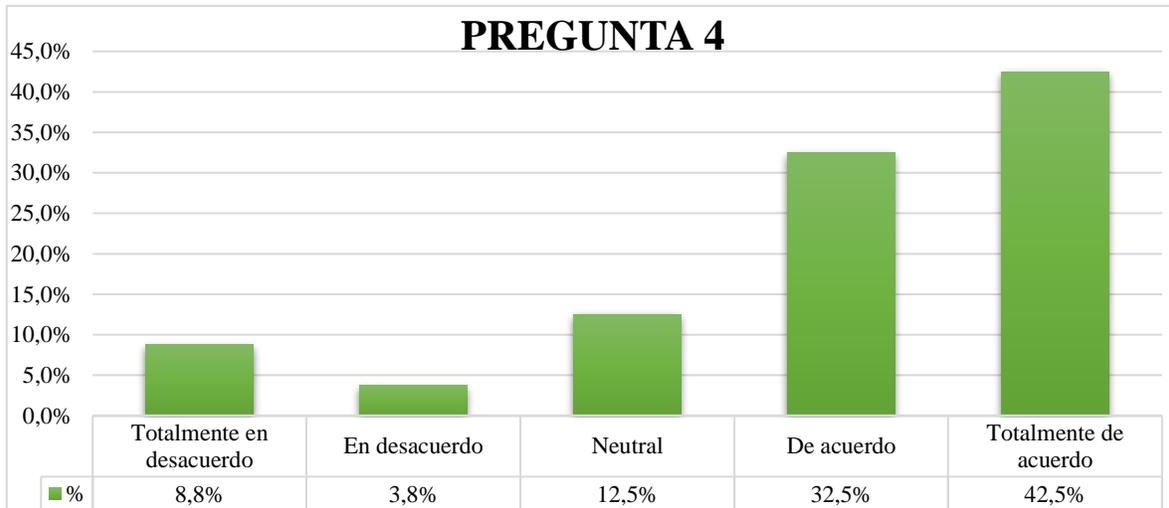


Figura 67 Resultados de la pregunta 4

- **Pregunta 5: ¿Los gráficos y sonidos fueron adecuados para la experiencia?**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la pregunta 5 que se encuentra expresado en la **Figura 68**, el 46,3% está totalmente de acuerdo que los gráficos y sonidos eran adecuados para la experiencia inmersiva durante la exploración del metaverso, más de la mitad de la opinión de los encuestados se encuentra dividida en que existe la necesidad de mejorar la calidad gráfica y auditiva, para garantizar así una experiencia más uniforme y atractiva.

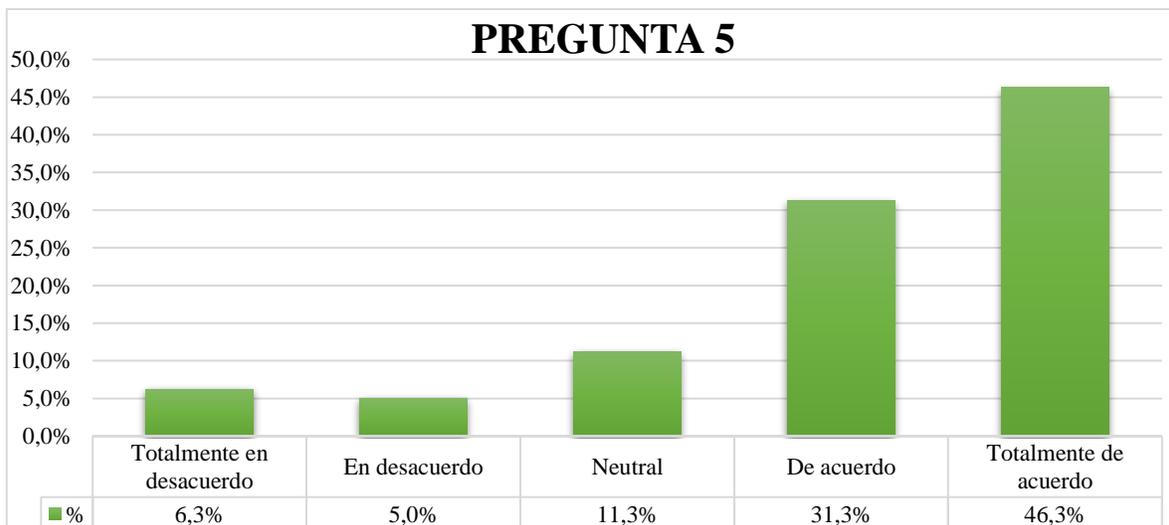


Figura 68 Resultados de la pregunta 5

- **Pregunta 6: ¿A usted le resultó cómodo el dispositivo que usaste (VR, pantalla, etc.)?**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la pregunta 6 en las encuestas los cuales están expresados en la **Figura 69**, que la gran mayoría de los encuestados, representados en un 96,3%, respondieron positivamente, indicando que la experiencia al usar el dispositivo fue cómoda, por el contrario, un pequeño porcentaje del 3,8% manifestó una respuesta negativa, lo que surge que a pesar de tener aciertos todavía aspectos en lo que mejorar.



Figura 69 Resultados de la pregunta 6

- **Pregunta 7: ¿El metaverso cargó rápidamente y funcionó sin problemas?**

En cuanto al tiempo de carga y el rendimiento del metaverso, los resultados obtenidos fueron positivos, ya que la mayoría de los encuestados, representando en conjunto un 87,6%, no experimentó problemas en el funcionamiento ni en la rapidez de carga durante la ejecución del prototipo. Por el contrario, el 12,5% del total de los encuestados consideró haber experimentado problemas de rendimiento. Dichos resultados están representados en la **Figura 70**.



Figura 70 Resultados de la pregunta 7

- **Pregunta 8: ¿El metaverso fue estable durante la sesión (sin caídas o errores técnicos)?**

Al evaluar la estabilidad del prototipo durante la exploración del metaverso los resultados obtenidos fueron positivos, la mayoría de los encuestados, que representan en conjunto un 83,8%, no tuvo inestabilidad al momento de explorar este entorno virtual. Por el contrario, el 16,3% del total de los encuestados consideró haber experimentado problemas de rendimiento. Dichos resultados esta representados en la **Figura 71**.

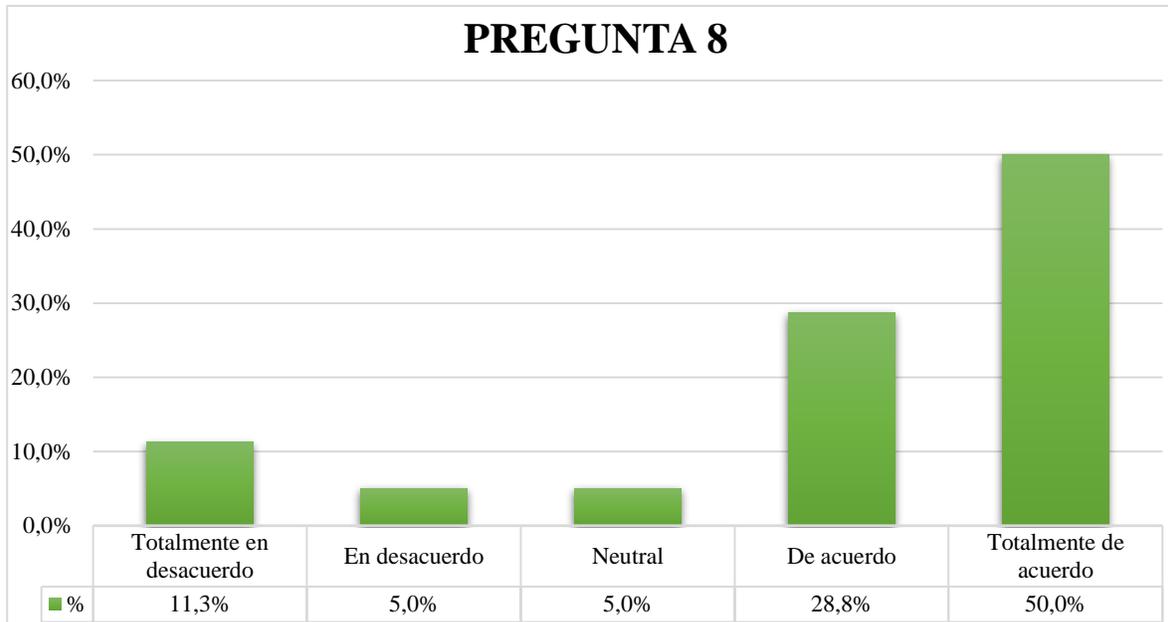


Figura 71 Resultados de la pregunta 8

- **Pregunta 9: ¿El contenido fue relevante y atractivo para la exploración?**

Respecto al contenido relevante dentro del metaverso los encuestados tuvieron una percepción mayormente positiva que representa el 87,5% total de los encuestados, a pesar de todo, el 12,5% señalan que no encontraron el contenido suficientemente atractivo. Mismos resultados están detallados en la **Figura 72**.

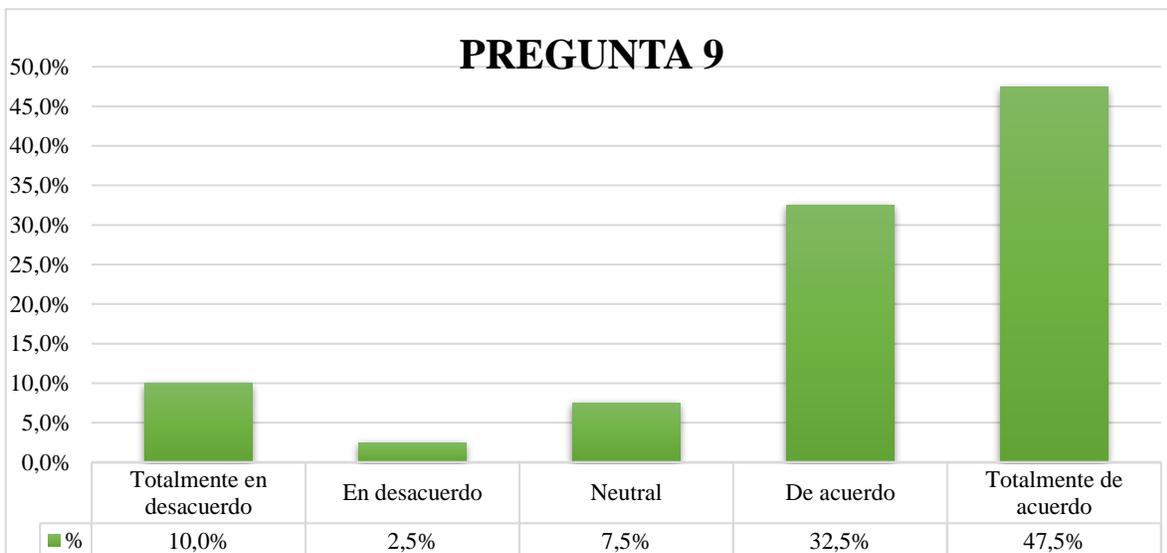


Figura 72 Resultados de la pregunta 9

- **Pregunta 10: ¿El metaverso cumplió con mis expectativas como herramienta de exploración virtual?**

Como se puede observar en la **Figura 73**, los resultados obtenidos de esta pregunta muestran que más de la mitad de encuestados el 88,8%, han logrado satisfacer las expectativas que tenían desde un principio del metaverso, por el contrario, el 11,3% expresó que sus expectativas no fueron completamente cumplidas.

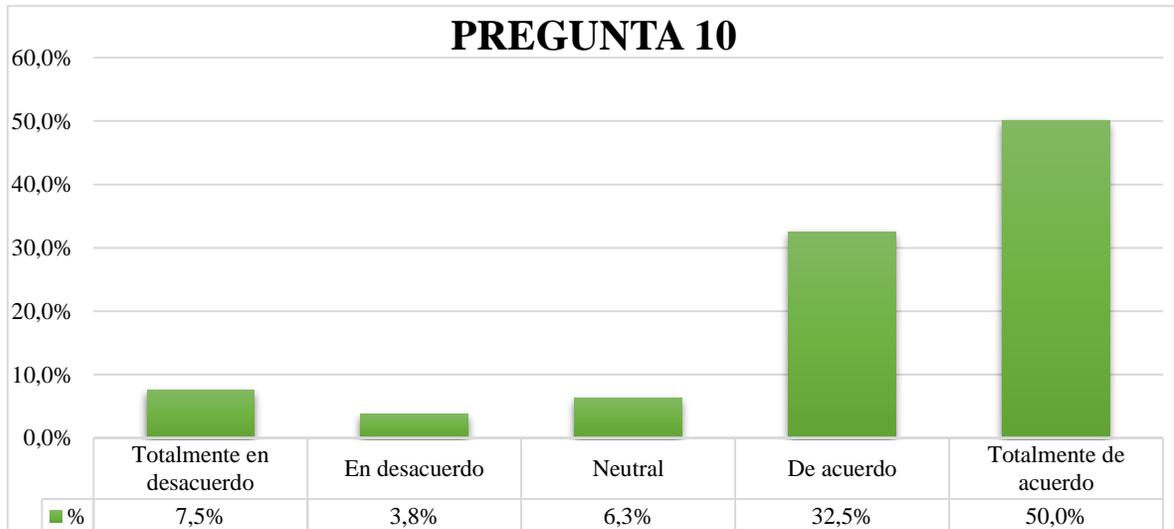


Figura 73 Resultados de la pregunta 10

- **Pregunta 11: ¿Qué aspecto a usted le gustó más del metaverso?**

De acuerdo a los resultados detallados en la **Figura 74** de esta pregunta, podemos observar que el aspecto más considerado por los encuestados con un 46,3% fue “La calidad y realismo de los modelos 3D”. Otro aspecto relevante fue “La posibilidad de explorar las instalaciones” con un 25%. Por otra parte, “La navegación y controles y la experiencia inmersiva obtuvieron un 11,3%.

Finalmente “La representación precisa de la Facultad de Ciencia Químicas y Administración Central” fue mencionada solo por un 6,3% de los encuestados, lo que indicaría que aún existen detalles importantes en la reconstrucción de la facultad dentro del metaverso.

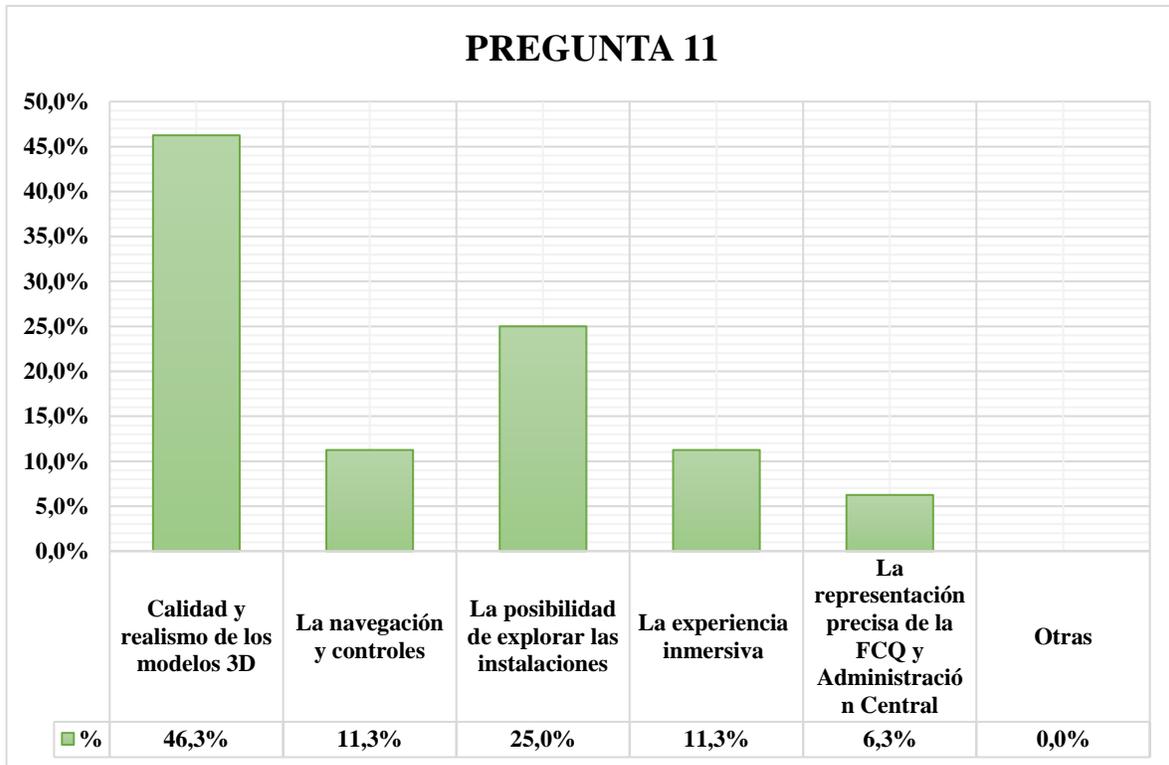


Figura 74 Resultados de la pregunta 11

- **Pregunta 12: ¿Qué aspectos de la experiencia cree que se podrían mejorar?**

De acuerdo con los resultados presentados en la **Figura 75**, el aspecto más valorado por los encuestados fue la “Inclusión de más información o áreas adicionales”, con un 52,5%, lo que resalta la importancia de implementar la información necesaria en el entorno virtual. En segundo lugar, la “Interactividad de los elementos del metaverso” obtuvo un 23,8%, indicando que los usuarios consideran fundamental la capacidad de interactuar con el entorno. Por su parte, el “Realismo en los gráficos y modelos 3D” alcanzó un 12,5%, mientras que la “Velocidad de carga del entorno virtual” fue mencionada por un 11,3% de los encuestados

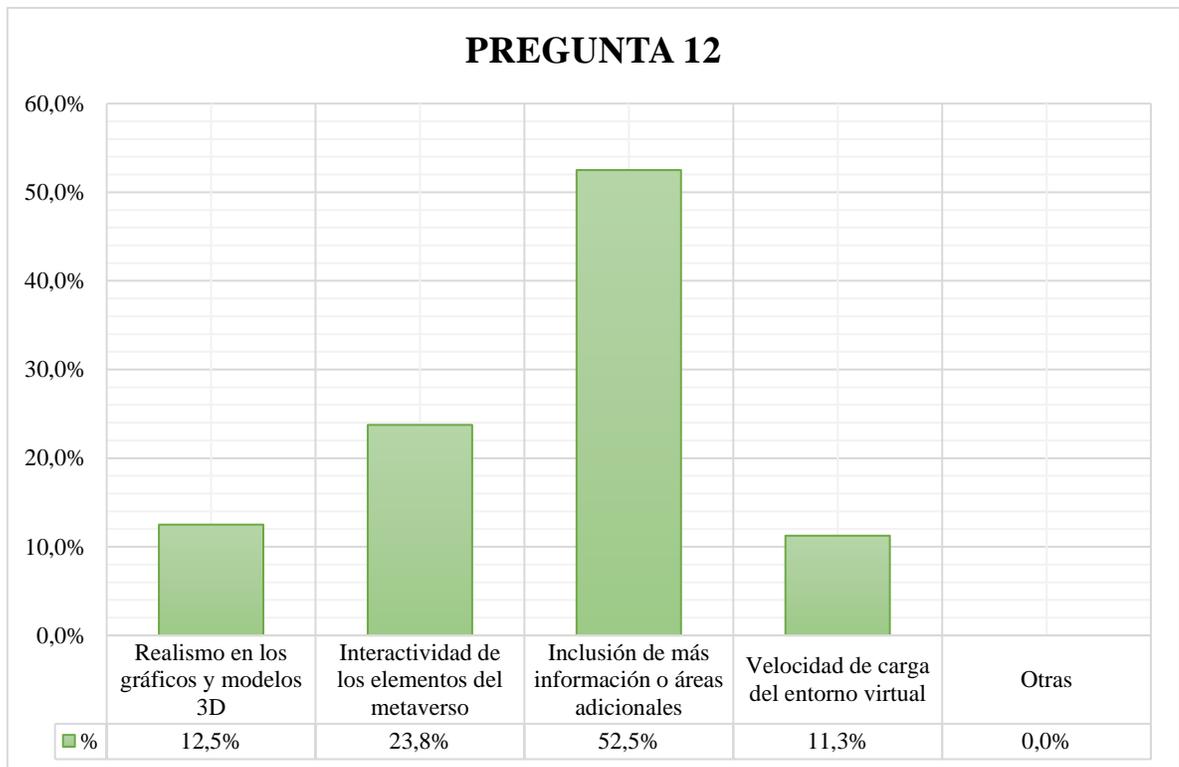


Figura 75 Resultados de la pregunta 12

4. CONCLUSIONES

Una vez concluido el desarrollo del prototipo del Metaverso UTMACH, se han alcanzado los objetivos y metas planteados, obteniendo los resultados esperados. Esto permite formular las siguientes conclusiones de manera fundamentada.

- El desarrollo del metaverso para la UTMACH permitió replicar virtualmente la infraestructura de la Facultad de Química y la Administración Central. Esto facilitó una experiencia inmersiva e interactiva que mejora el acceso y la interacción de la comunidad universitaria con estas instalaciones, superando las limitaciones físicas y geográficas.
- Se identificaron herramientas tecnológicas adecuadas como Blender, Unity3D, y Daz 3D, las cuales demostraron ser efectivas para el modelado, texturizado e integración de entornos virtuales. La metodología SCRUM proporcionó un marco organizado para el desarrollo del prototipo.

- Las herramientas interactivas implementadas permitieron a los usuarios explorar las instalaciones de manera virtual, obteniendo información detallada y en tiempo real.
- El mapeo detallado de las instalaciones garantizó una representación precisa en el metaverso, logrando altos niveles de realismo y fidelidad con las infraestructuras reales.
- La infraestructura tridimensional desarrollada replicó de manera detallada las áreas internas y externas de los edificios de la Facultad de Química y la Administración Central, enriqueciendo la experiencia de los usuarios al interactuar con los entornos virtuales.

5. RECOMENDACIONES

Una vez concluido el desarrollo del prototipo del Metaverso UTMACH, se considera relevante abordar otros aspectos para potenciar y ampliar su impacto, por lo que se propone lo siguiente:

- Extender el alcance del metaverso desarrollado en este proyecto a otras facultades y áreas de la UTMACH, replicando infraestructuras adicionales para proporcionar un acceso más inclusivo y una experiencia inmersiva más completa para la comunidad universitaria.
- Mejorar las interfaces y funcionalidades del prototipo, incorporando herramientas más accesibles e intuitivas que permitan una interacción eficiente y efectiva para usuarios con diversos niveles de conocimiento tecnológico.
- Incorporar simulaciones avanzadas de actividades académicas y administrativas, así como opciones de personalización para los avatares, con el objetivo de enriquecer la experiencia de los usuarios y fomentar un uso más dinámico del entorno virtual.
- Realizar evaluaciones periódicas para analizar la satisfacción de los usuarios y detectar áreas de mejora. Esto incluye el uso de encuestas, entrevistas y grupos focales que permitan obtener retroalimentación directa de los participantes.
- Diseñar e implementar programas de capacitación dirigidos a la comunidad universitaria que usen el metaverso, para asegurar una correcta utilización de la herramienta y maximizar los beneficios derivados de su implementación.

- Establecer colaboraciones estratégicas con otras instituciones educativas interesadas en desarrollar iniciativas similares, promoviendo el intercambio de conocimientos, experiencias y mejores prácticas que fortalezcan el impacto del metaverso como recurso educativo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Ball, *EL METAVERSO: Y cómo lo revolucionará todo*. España: Deusto, 2022. Accedido: 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: https://proassets.planetadelibros.com/usuarios/libros_contenido/arxius/52/51304_El_Metaverso.pdf
- [2] C. O. Lepez, «Metaverse and education: a panoramic review», *Metaverse Basic Appl. Res.*, vol. 1, pp. 2-2, nov. 2022, doi: 10.56294/mr20222.
- [3] D. P. Barráez-Herrera, «Metaversos en el Contexto de la Educación Virtual», *Rev. Docentes 20*, vol. 13, n.º 1, pp. 11-19, mar. 2022, doi: 10.37843/rted.v13i1.300.
- [4] M. L. O. Valencia, N. L. Ordoñez-Zúñiga, J. C. Mantilla-Ordóñez, M. E. G. Wila, D. M. V. Arroyo, y W. J. C. Mendez, «Análisis de herramientas del metaverso y su impacto en contextos educativos», *Sapienza Int. J. Interdiscip. Stud.*, vol. 3, n.º 2, Art. n.º 2, may 2022, doi: 10.51798/sijis.v3i2.366.
- [5] C. Campos Carballo, «Metaverso y BIM: entornos virtuales». Accedido: 26 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://oa.upm.es/72658/>
- [6] T. N. Astuti, K. H. Sugiyarto, y J. Ikhsan, «USING VIRTUAL REALITY TOWARDS STUDENTS' SCIENTIFIC ATTITUDE IN CHEMICAL BONDING», *Eur. J. Educ. Stud.*, vol. 6, n.º 2, may 2019, doi: 10.5281/zenodo.2958411.
- [7] C. L. Dunnagan, D. A. Dannenberg, M. P. Cuaresma, A. D. Earnest, R. M. Gurnsey, y M. T. Gallardo-Williams, «Production and Evaluation of a Realistic Immersive Virtual Reality Organic Chemistry Laboratory Experience: Infrared Spectroscopy», *J. Chem. Educ.*, vol. 97, n.º 1, pp. 258-262, ene. 2020, doi: 10.1021/acs.jchemed.9b00705.
- [8] N. A. Nasharuddin y N. A. Umar, «A Preliminary Investigation on Learning Basic Chemistry using Virtual Reality», en *2021 1st Conference on Online Teaching for Mobile Education (OT4ME)*, nov. 2021, pp. 108-111. doi: 10.1109/OT4ME53559.2021.9638812.
- [9] I. S. Mirza *et al.*, «Reconstruction of Digital Chemistry Lab by Incorporating Virtual Reality Platform», en *2022 37th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC)*, jul. 2022, pp. 1011-1014. doi: 10.1109/ITC-CSCC55581.2022.9895095.
- [10] H. Rahman, S. A. Wahid, F. Ahmad, y N. Ali, «Game-based learning in metaverse: Virtual chemistry classroom for chemical bonding for remote education», *Educ. Inf. Technol.*, mar. 2024, doi: 10.1007/s10639-024-12575-5.
- [11] V. Crespo Pereira, E. Sánchez-Amboage, y M. Membiela-Pollán, «Retos del metaverso: una revisión sistemática de la bibliografía desde las Ciencias Sociales, el Marketing y la Comunicación», *El Prof. Inf.*, vol. 32, n.º 1, 2023, Accedido: 26 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/32772>

- [12] I. Skalidis, S. Fournier, E. Skalidis, y N. Maurizi, «Virtual hospitals and digital doctors: how far are we from the CardioVerse?», *Eur. Heart J.*, vol. 44, n.º 1, pp. 7-9, ene. 2023, doi: 10.1093/eurheartj/ehac603.
- [13] L. R. I. A. Vargas y E. O. O. Rondero, «Análisis documental: importancia de los entornos virtuales en los procesos educativos en el nivel superior», *Rev. Tecnol. Cienc. Educ.*, pp. 57-77, sep. 2020, doi: 10.51302/tce.2020.485.
- [14] M. J. C. Felip, «El metaverso en parámetros educativos: Una reflexión ética», *J. Neuroeducation*, vol. 3, n.º 2, Art. n.º 2, feb. 2023, doi: 10.1344/joned.v3i2.40776.
- [15] J. Muñoz-Basols y M. F. Gutiérrez, «Interacción en entornos virtuales de aprendizaje», en *La enseñanza del español mediada por tecnología*, Routledge, 2024.
- [16] E. J. Lee y S. J. Park, «Immersive Experience Model of the Elderly Welfare Centers Supporting Successful Aging», *Front. Psychol.*, vol. 11, feb. 2020, doi: 10.3389/fpsyg.2020.00008.
- [17] L. Almeida, P. Menezes, y J. Dias, «Telepresence Social Robotics towards Co-Presence: A Review», *Appl. Sci.*, vol. 12, n.º 11, Art. n.º 11, ene. 2022, doi: 10.3390/app12115557.
- [18] L. A. R. Hernández y D. C. Tobar, «Telepresencia como Herramienta Didáctica para el Desarrollo de Procesos Metacognitivos en Educación Superior. Telepresencia es Posible Otra Escuela», *Cienc. Lat. Rev. Científica Multidiscip.*, vol. 7, n.º 5, pp. 10803-10817, 2023, doi: 10.37811/cl_rcm.v7i6.9200.
- [19] H. Wu y W. Zhang, «Digital identity, privacy security, and their legal safeguards in the Metaverse», *Secur. Saf.*, vol. 2, p. 2023011, 2023, doi: 10.1051/sands/2023011.
- [20] I. Djurayev, «UNDERSTANDING OF BLENDER SOFTWARE», *Models Methods Mod. Sci.*, vol. 2, n.º 13, Art. n.º 13, dic. 2023.
- [21] M. Rendueles Calvete, «No Metaverse. Investigación y modelados 3D basados en la novela de Neal Stephenson, Snow Crash.», Proyecto/Trabajo fin de carrera/grado, Universitat Politècnica de València, 2022. Accedido: 27 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/186263>
- [22] S. Parra, C. Allan, y A. Martins, «Una experiencia interdisciplinaria con el uso de diseño en 3D y realidad aumentada», presentado en XIV Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2019), (Universidad Nacional de San Luis, 1 y 2 de julio de 2019)., 2019. Accedido: 27 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/90803>
- [23] «Bounding Box Software - Materialize». Accedido: 1 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://boundingboxsoftware.com/materialize/>
- [24] T. S. Mo'minjonovič, «UNITY 3D GAMING SOFTWARE AND ITS CAPABILITIES», *Gospod. Innow.*, vol. 41, pp. 397-399, nov. 2023.
- [25] K. Takoordyal, «Introduction to Unity», en *Beginning Unity Android Game Development: From Beginner to Pro*, K. Takoordyal, Ed., Berkeley, CA: Apress, 2020, pp. 29-58. doi: 10.1007/978-1-4842-6002-9_2.
- [26] N. P. L. Larrea, M. V. R. Valencia, S. A. S. Cazco, y B. A. B. Hermida, «Análisis de los lenguajes de programación más utilizados en el desarrollo de aplicaciones web y móviles», *Dominio Las Cienc.*, vol. 8, n.º 3, Art. n.º 3, jul. 2022, doi: 10.23857/dc.v8i3.2889.
- [27] «Documentation for Visual Studio Code». Accedido: 27 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://code.visualstudio.com/docs>

- [28] V. G. Turrisi da Costa *et al.*, «Dual-Head Contrastive Domain Adaptation for Video Action Recognition», en *2022 IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)*, ene. 2022, pp. 2234-2243. doi: 10.1109/WACV51458.2022.00229.
- [29] J. Ren *et al.*, «Make-A-Character: High Quality Text-to-3D Character Generation within Minutes», 24 de diciembre de 2023, *arXiv*: arXiv:2312.15430. doi: 10.48550/arXiv.2312.15430.
- [30] «Adobe Photoshop oficial: software líder para diseño y fotografía con IA». Accedido: 27 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.adobe.com/ec/products/photoshop.html>
- [31] «Adobe Illustrator: software de gráficos vectoriales líder del sector». Accedido: 27 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.adobe.com/la/products/illustrator.html>
- [32] «Software de gráficos animados y efectos especiales para videos | Adobe After Effects». Accedido: 27 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.adobe.com/la/products/aftereffects/campaign/pricing.html>
- [33] M. V. Estrada Velasco, J. A. Núñez Villacis, P. R. Saltos Chávez, y W. C. Cunuhay Cuchiye, «Revisión Sistemática de la Metodología Scrum para el Desarrollo de Software», *Dominio Las Cienc.*, vol. 7, n.º Extra 4, p. 54, 2021.
- [34] W. Zayat y O. Senvar, «Framework Study for Agile Software Development Via Scrum and Kanban», *Int. J. Innov. Technol. Manag.*, vol. 17, n.º 04, p. 2030002, jun. 2020, doi: 10.1142/S0219877020300025.
- [35] J. Nielsen, «How Many Test Users in a Usability Study?», Nielsen Norman Group. Accedido: 3 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/how-many-test-users/>

7. ANEXOS

Anexo 1 Script "ThirdPersonController.cs"

```
using UnityEngine;
#if ENABLE_INPUT_SYSTEM
using UnityEngine.InputSystem;
#endif

/* Note: animations are called via the controller for both the character and
capsule using animator null checks
*/

namespace StarterAssets
{
    [RequireComponent(typeof(CharacterController))]
#if ENABLE_INPUT_SYSTEM
    [RequireComponent(typeof(PlayerInput))]
#endif
    public class ThirdPersonController : MonoBehaviour
    {
        [Header("Player")]
        [Tooltip("Move speed of the character in m/s")]
        public float MoveSpeed = 2.0f;

        [Tooltip("Sprint speed of the character in m/s")]
        public float SprintSpeed = 5.335f;

        [Tooltip("How fast the character turns to face movement direction")]
        [Range(0.0f, 0.3f)]
        public float RotationSmoothTime = 0.12f;

        [Tooltip("Acceleration and deceleration")]
        public float SpeedChangeRate = 10.0f;

        public AudioClip LandingAudioClip;
        public AudioClip[] FootstepAudioClips;
        [Range(0, 1)] public float FootstepAudioVolume = 0.5f;

        [Space(10)]
        [Tooltip("The height the player can jump")]
        public float JumpHeight = 1.2f;

        [Tooltip("The character uses its own gravity value. The engine default is
-9.81f")]
        public float Gravity = -15.0f;

        [Space(10)]
        [Tooltip("Time required to pass before being able to jump again. Set to
0f to instantly jump again")]
        public float JumpTimeout = 0.50f;

        [Tooltip("Time required to pass before entering the fall state. Useful
for walking down stairs")]
        public float FallTimeout = 0.15f;

        [Header("Player Grounded")]
        [Tooltip("If the character is grounded or not. Not part of the
CharacterController built in grounded check")]
        public bool Grounded = true;

        [Tooltip("Useful for rough ground")]
    }
}
```

```

    public float GroundedOffset = -0.14f;

    [Tooltip("The radius of the grounded check. Should match the radius of
the CharacterController")]
    public float GroundedRadius = 0.28f;

    [Tooltip("What layers the character uses as ground")]
    public LayerMask GroundLayers;

    [Header("Cinemachine")]
    [Tooltip("The follow target set in the Cinemachine Virtual Camera that
the camera will follow")]
    public GameObject CinemachineCameraTarget;

    [Tooltip("How far in degrees can you move the camera up")]
    public float TopClamp = 70.0f;

    [Tooltip("How far in degrees can you move the camera down")]
    public float BottomClamp = -30.0f;

    [Tooltip("Additional degrees to override the camera. Useful for fine
tuning camera position when locked")]
    public float CameraAngleOverride = 0.0f;

    [Tooltip("For locking the camera position on all axis")]
    public bool LockCameraPosition = false;

    // cinemachine
    private float _cinemachineTargetYaw;
    private float _cinemachineTargetPitch;

    // player
    private float _speed;
    private float _animationBlend;
    private float _targetRotation = 0.0f;
    private float _rotationVelocity;
    private float _verticalVelocity;
    private float _terminalVelocity = 53.0f;

    // timeout deltatime
    private float _jumpTimeoutDelta;
    private float _fallTimeoutDelta;

    // animation IDs
    private int _animIDSpeed;
    private int _animIDGrounded;
    private int _animIDJump;
    private int _animIDFreeFall;
    private int _animIDMotionSpeed;

#if ENABLE_INPUT_SYSTEM
    private PlayerInput _playerInput;
#endif

    private Animator _animator;
    private CharacterController _controller;
    private StarterAssetsInputs _input;
    private GameObject _mainCamera;

    private const float _threshold = 0.01f;

    private bool _hasAnimator;

    private bool IsCurrentDeviceMouse

```

```

        {
            get
            {
#if ENABLE_INPUT_SYSTEM
                return _playerInput.currentControlScheme == "KeyboardMouse";
#else
                return false;
#endif
            }
        }

    private void Awake()
    {
        // get a reference to our main camera
        if (_mainCamera == null)
        {
            _mainCamera = GameObject.FindGameObjectWithTag("MainCamera");
        }
    }

    private void Start()
    {
        _cinemachineTargetYaw =
CinemachineCameraTarget.transform.rotation.eulerAngles.y;

        _hasAnimator = TryGetComponent(out _animator);
        _controller = GetComponent<CharacterController>();
        _input = GetComponent<StarterAssetsInputs>();
#if ENABLE_INPUT_SYSTEM
        _playerInput = GetComponent<PlayerInput>();
#else
        Debug.LogError( "Starter Assets package is missing dependencies.
Please use Tools/Starter Assets/Reinstall Dependencies to fix it");
#endif

        AssignAnimationIDs();

        // reset our timeouts on start
        _jumpTimeoutDelta = JumpTimeout;
        _fallTimeoutDelta = FallTimeout;
    }

    private void Update()
    {
        _hasAnimator = TryGetComponent(out _animator);

        JumpAndGravity();
        GroundedCheck();
        Move();
    }

    private void LateUpdate()
    {
        CameraRotation();
    }

    private void AssignAnimationIDs()
    {
        _animIDSpeed = Animator.StringToHash("Speed");
        _animIDGrounded = Animator.StringToHash("Grounded");
        _animIDJump = Animator.StringToHash("Jump");
        _animIDFreeFall = Animator.StringToHash("FreeFall");
    }

```

```

        _animIDMotionSpeed = Animator.StringToHash("MotionSpeed");
    }

    private void GroundedCheck()
    {
        // set sphere position, with offset
        Vector3 spherePosition = new Vector3(transform.position.x,
transform.position.y - GroundedOffset,
        transform.position.z);
        Grounded = Physics.CheckSphere(spherePosition, GroundedRadius,
GroundLayers,
        QueryTriggerInteraction.Ignore);

        // update animator if using character
        if (_hasAnimator)
        {
            _animator.SetBool(_animIDGrounded, Grounded);
        }
    }

    private void CameraRotation()
    {
        // if there is an input and camera position is not fixed
        if (_input.look.sqrMagnitude >= _threshold && !LockCameraPosition)
        {
            //Don't multiply mouse input by Time.deltaTime;
            float deltaTimeMultiplier = IsCurrentDeviceMouse ? 1.0f :
Time.deltaTime;

            _cinemachineTargetYaw += _input.look.x * deltaTimeMultiplier;
            _cinemachineTargetPitch += _input.look.y * deltaTimeMultiplier;
        }

        // clamp our rotations so our values are limited 360 degrees
        _cinemachineTargetYaw = ClampAngle(_cinemachineTargetYaw,
float.MinValue, float.MaxValue);
        _cinemachineTargetPitch = ClampAngle(_cinemachineTargetPitch,
BottomClamp, TopClamp);

        // Cinemachine will follow this target
        CinemachineCameraTarget.transform.rotation =
Quaternion.Euler(_cinemachineTargetPitch + CameraAngleOverride,
        _cinemachineTargetYaw, 0.0f);
    }

    private void Move()
    {
        // set target speed based on move speed, sprint speed and if sprint
is pressed
        float targetSpeed = _input.sprint ? SprintSpeed : MoveSpeed;

        // a simplistic acceleration and deceleration designed to be easy to
remove, replace, or iterate upon

        // note: Vector2's == operator uses approximation so is not floating
point error prone, and is cheaper than magnitude
        // if there is no input, set the target speed to 0
        if (_input.move == Vector2.zero) targetSpeed = 0.0f;

        // a reference to the players current horizontal velocity
        float currentHorizontalSpeed = new Vector3(_controller.velocity.x,
0.0f, _controller.velocity.z).magnitude;

```

```

float speedOffset = 0.1f;
float inputMagnitude = _input.analogMovement ? _input.move.magnitude
: 1f;

// accelerate or decelerate to target speed
if (currentHorizontalSpeed < targetSpeed - speedOffset ||
    currentHorizontalSpeed > targetSpeed + speedOffset)
{
    // creates curved result rather than a linear one giving a more
    organic speed change
    // note T in Lerp is clamped, so we don't need to clamp our speed
    _speed = Mathf.Lerp(currentHorizontalSpeed, targetSpeed *
inputMagnitude,
        Time.deltaTime * SpeedChangeRate);

    // round speed to 3 decimal places
    _speed = Mathf.Round(_speed * 1000f) / 1000f;
}
else
{
    _speed = targetSpeed;
}

_animationBlend = Mathf.Lerp(_animationBlend, targetSpeed,
Time.deltaTime * SpeedChangeRate);
if (_animationBlend < 0.01f) _animationBlend = 0f;

// normalise input direction
Vector3 inputDirection = new Vector3(_input.move.x, 0.0f,
_input.move.y).normalized;

// note: Vector2's != operator uses approximation so is not floating
point error prone, and is cheaper than magnitude
// if there is a move input rotate player when the player is moving
if (_input.move != Vector2.zero)
{
    _targetRotation = Mathf.Atan2(inputDirection.x, inputDirection.z)
* Mathf.Rad2Deg +
        _mainCamera.transform.eulerAngles.y;
    float rotation = Mathf.SmoothDampAngle(transform.eulerAngles.y,
_targetRotation, ref _rotationVelocity,
        RotationSmoothTime);

    // rotate to face input direction relative to camera position
    transform.rotation = Quaternion.Euler(0.0f, rotation, 0.0f);
}

Vector3 targetDirection = Quaternion.Euler(0.0f, _targetRotation,
0.0f) * Vector3.forward;

// move the player
_controller.Move(targetDirection.normalized * (_speed *
Time.deltaTime) +
        new Vector3(0.0f, _verticalVelocity, 0.0f) *
Time.deltaTime);

// update animator if using character
if (_hasAnimator)
{
    _animator.SetFloat(_animIDSpeed, _animationBlend);
    _animator.SetFloat(_animIDMotionSpeed, inputMagnitude);
}

```

```

}

private void JumpAndGravity()
{
    if (Grounded)
    {
        // reset the fall timeout timer
        _fallTimeoutDelta = FallTimeout;

        // update animator if using character
        if (_hasAnimator)
        {
            _animator.SetBool(_animIDJump, false);
            _animator.SetBool(_animIDFreeFall, false);
        }

        // stop our velocity dropping infinitely when grounded
        if (_verticalVelocity < 0.0f)
        {
            _verticalVelocity = -2f;
        }

        // Jump
        if (_input.jump && _jumpTimeoutDelta <= 0.0f)
        {
            // the square root of H * -2 * G = how much velocity needed
            to reach desired height
            _verticalVelocity = Mathf.Sqrt(JumpHeight * -2f * Gravity);

            // update animator if using character
            if (_hasAnimator)
            {
                _animator.SetBool(_animIDJump, true);
            }
        }

        // jump timeout
        if (_jumpTimeoutDelta >= 0.0f)
        {
            _jumpTimeoutDelta -= Time.deltaTime;
        }
    }
    else
    {
        // reset the jump timeout timer
        _jumpTimeoutDelta = JumpTimeout;

        // fall timeout
        if (_fallTimeoutDelta >= 0.0f)
        {
            _fallTimeoutDelta -= Time.deltaTime;
        }
        else
        {
            // update animator if using character
            if (_hasAnimator)
            {
                _animator.SetBool(_animIDFreeFall, true);
            }
        }

        // if we are not grounded, do not jump
        _input.jump = false;
    }
}

```

```

    }

    // apply gravity over time if under terminal (multiply by delta time
    twice to linearly speed up over time)
    if (_verticalVelocity < _terminalVelocity)
    {
        _verticalVelocity += Gravity * Time.deltaTime;
    }
}

private static float ClampAngle(float lfAngle, float lfMin, float lfMax)
{
    if (lfAngle < -360f) lfAngle += 360f;
    if (lfAngle > 360f) lfAngle -= 360f;
    return Mathf.Clamp(lfAngle, lfMin, lfMax);
}

private void OnDrawGizmosSelected()
{
    Color transparentGreen = new Color(0.0f, 1.0f, 0.0f, 0.35f);
    Color transparentRed = new Color(1.0f, 0.0f, 0.0f, 0.35f);

    if (Grounded) Gizmos.color = transparentGreen;
    else Gizmos.color = transparentRed;

    // when selected, draw a gizmo in the position of, and matching
    radius of, the grounded collider
    Gizmos.DrawSphere(
        new Vector3(transform.position.x, transform.position.y -
        GroundedOffset, transform.position.z),
        GroundedRadius);
}

private void OnFootstep(AnimationEvent animationEvent)
{
    if (animationEvent.animatorClipInfo.weight > 0.5f)
    {
        if (FootstepAudioClips.Length > 0)
        {
            var index = Random.Range(0, FootstepAudioClips.Length);
            AudioSource.PlayClipAtPoint(FootstepAudioClips[index],
            transform.TransformPoint(_controller.center), FootstepAudioVolume);
        }
    }
}

private void OnLand(AnimationEvent animationEvent)
{
    if (animationEvent.animatorClipInfo.weight > 0.5f)
    {
        AudioSource.PlayClipAtPoint(LandingAudioClip,
        transform.TransformPoint(_controller.center), FootstepAudioVolume);
    }
}
}
}

```

Anexo 2 Script "BasicRigidBodyPush.cs"

```
using UnityEngine;

public class BasicRigidBodyPush : MonoBehaviour
{
    public LayerMask pushLayers;
    public bool canPush;
    [Range(0.5f, 5f)] public float strength = 1.1f;

    private void OnControllerColliderHit(ControllerColliderHit hit)
    {
        if (canPush) PushRigidBodies(hit);
    }

    private void PushRigidBodies(ControllerColliderHit hit)
    {
        //
https://docs.unity3d.com/ScriptReference/CharacterController.OnControllerColliderHit.html

        // make sure we hit a non kinematic rigidbody
        Rigidbody body = hit.collider.attachedRigidbody;
        if (body == null || body.isKinematic) return;

        // make sure we only push desired layer(s)
        var bodyLayerMask = 1 << body.gameObject.layer;
        if ((bodyLayerMask & pushLayers.value) == 0) return;

        // We dont want to push objects below us
        if (hit.moveDirection.y < -0.3f) return;

        // Calculate push direction from move direction, horizontal motion only
        Vector3 pushDir = new Vector3(hit.moveDirection.x, 0.0f,
hit.moveDirection.z);

        // Apply the push and take strength into account
        body.AddForce(pushDir * strength, ForceMode.Impulse);
    }
}
```

Anexo 3 Script "Sonido Menu"

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class SonidoMenu : MonoBehaviour {
    public AudioSource sound;
    public AudioClip soundMenu;

    public void SoundButton()//Esta funcion es llamada desde el Boton a traves
del componente Event Trigger.
    {
        //Simplemente eliges que sonido sonara (en el caso que tengas mas clip)
        sound.clip = soundMenu;
        //Lo desactivo y activo para que genere el sonido
        sound.enabled = false;
        sound.enabled = true;
    }
}
```

Anexo 4 Script para Menú Principal

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;
public class Menu_principal : MonoBehaviour
{
    // Start is called before the first frame update
    public void Jugar()
    {
        SceneManager.LoadScene (SceneManager.GetActiveScene ().buildIndex + 1);
    }

    public void Salir()
    {
        Debug.Log ("Salir...");
        Application.Quit ();
    }
}
```

Anexo 5 Fotografías de la evaluación del prototipo – Encuestas

