



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de Bienestar Estudiantil
y la carrera de Medicina de la UTMACH**

**VALAREZO COBOS CRISTHIAN ANDRES
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**RODRIGUEZ TINOCO WILMAN 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 Bienestar
Estudiantil y la carrera de Medicina de la UTMACH**

**VALAREZO COBOS CRISTHIAN ANDRES
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**RODRIGUEZ TINOCO WILMAN 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 Bienestar
Estudiantil y la carrera de Medicina de la UTMACH**

**VALAREZO COBOS CRISTHIAN ANDRES
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**RODRIGUEZ TINOCO WILMAN ALEXANDER
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

MAZON OLIVO BERTHA EUGENIA

COTUTOR: ARMIJOS CARRION JORGE LUIS

**MACHALA
2024**

TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR- Rodriguez Wilman-Valarezo Cristhian

3%
Textos
sospechosos

< 1% Similitudes
0% similitudes
entre comillas
0% entre las
fuentes
mencionadas
**2% Idiomas no
reconocidos**

<p>Nombre del documento: TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR-Rodriguez Wilman-Valarezo Cristhian.pdf</p> <p>ID del documento: 9eb70c686d36d06505695a15042d9a436cb7e63c</p> <p>Tamaño del documento original: 4,53 MB</p> <p>Autor: Cristhain Valarezo Cobos</p>	<p>Depositante: Cristhain Valarezo Cobos</p> <p>Fecha de depósito: 2/2/2025</p> <p>Tipo de carga: url_submission</p> <p>fecha de fin de análisis: 3/2/2025</p>	<p>Número de palabras: 16.786</p> <p>Número de caracteres: 123.236</p>
---	--	--

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.utmachala.edu.ec https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/23021/1/Nieves Pucha, Oscar 03- TINF.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (60 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	dspace.udla.edu.ec Desarrollo de una aplicación móvil para representar la estruct... http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12425/1/UDLA-EC-TIRT-2020-25.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
2	repositorio.utmachala.edu.ec http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/22053/1/ROMERO GOMEZ, ADRIAN 00024....	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)
3	repositorio.utmachala.edu.ec Historia y acreditación de la Carrera de Medicina http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/17176/1/HistoriaAcreditacion-CarreraMedi...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
4	hdl.handle.net Estudio sobre la creación de avatares para aplicaciones de realidad ... http://hdl.handle.net/10317/17127	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (16 palabras)
5	repository.unad.edu.co https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/49224/3/isromeroc.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)

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

Los que suscriben, VALAREZO COBOS CRISTHIAN ANDRES y RODRIGUEZ TINOCO WILMAN ALEXANDER, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina 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.

VALAREZO COBOS CRISTHIAN ANDRES

0750986853

RODRIGUEZ TINOCO WILMAN ALEXANDER

0750051617

UNIVERSITAS
MAGISTRO-
RUM
ET SCHOLARIUM

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, cuyo apoyo incondicional y guía han sido fundamentales a lo largo de mi carrera universitaria. Su amor, esfuerzo y dedicación me han inspirado a alcanzar mis metas.

A mis hermanas, quienes con sus consejos y constante motivación me impulsaron a perseverar en los momentos más desafiantes. Su respaldo ha sido esencial para llegar hasta aquí.

Y a mis amigos de clase, por la amistad sincera y el compañerismo invaluable que han hecho de este recorrido una experiencia enriquecedora, en especial a aquellos que han estado conmigo en todo momento.

Rodríguez Tinoco Wilman Alexander

Dedico este trabajo a mis padres, por ser mi guía, mi fuerza y mi inspiración, y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la perseverancia y el amor incondicional.

A mi hermano y hermana, por su apoyo inquebrantable, sus palabras de aliento y por ser mis compañeros en cada etapa de este camino que no fue fácil.

A mis familiares, quienes, con su cariño y confianza, han contribuido a mi desarrollo personal y profesional. Agradezco a cada uno de ellos por ser parte fundamental en este logro, que es tanto mío como suyo.

Y, especialmente, a mi pareja, por su amor, paciencia y comprensión, por estar a mi lado en los momentos difíciles y celebrar conmigo cada pequeño avance. Gracias por creer en mí, por ser mi refugio y por ser mi motivación constante.

Valarezo Cobos Cristhian Andrés

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, cuya guía y fortaleza han sido mi mayor apoyo durante este camino. Su presencia constante me ha dado el ánimo y la sabiduría para superar cada obstáculo y alcanzar esta meta.

A mis padres, quienes, con su amor incondicional, sacrificio y ejemplo de perseverancia, me han motivado a dar lo mejor de mí. Su apoyo y confianza han sido el pilar sobre el que he construido este logro, y a ellos les debo todo lo que soy y lo que he conseguido.

Rodríguez Tinoco Wilman Alexander

En este trabajo, quiero reconocer y agradecer profundamente a las personas que, de diversas maneras, contribuyeron a que este proyecto se hiciera realidad.

A mis padres, por brindarme los recursos y valores necesarios para enfrentar los desafíos. Su ejemplo de esfuerzo y dedicación ha sido mi mayor inspiración para persistir incluso en los momentos más difíciles.

A mis hermanos, por su constante ánimo y apoyo. Sus consejos y motivación me ayudaron a mantenerme enfocado en mis metas.

A mis familiares, quienes siempre han estado presentes con palabras de aliento y gestos de apoyo invaluable. Su confianza en mis capacidades me impulso a dar lo mejor de mí.

A mi pareja, por su paciencia y comprensión durante todo este proceso. Su apoyo emocional, su disposición para escuchar y su motivación constante fueron fundamentales para culminar este trabajo con éxito.

A mi tutora de tesis, ingeniera Bertha Mazón Olivo, por su orientación, paciencia y valiosos aportes. Su compromiso y experiencia fueron clave para darle forma y estructura a este proyecto, además de ser una fuente constante de aprendizaje. Gracias por su dedicación y por guiarme en cada etapa de este desafío académico.

A mis compañeros, con quienes compartí ideas, retos y aprendizajes. La colaboración y el trabajo en equipo no solo hicieron este proyecto más enriquecedor, sino que también dejaron huellas de amistad que valoro profundamente.

Valarezo Cobos Cristhian Andrés

RESUMEN

El presente proyecto de titulación tiene como propósito desarrollar un metaverso para Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH). Con esta iniciativa, se busca solventar la ausencia de un portal web que exhiba la infraestructura de la universidad, ofreciendo un entorno virtual que permita a la comunidad universitaria familiarizarse con las instalaciones de cada facultad. Este entorno virtual inmersivo e interactivo permitirá a docentes, personal administrativo y estudiantes explorar de manera innovadora la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina. Para su desarrollo, se utilizó la metodología ágil SCRUM, que facilita la adaptación continua a los requerimientos cambiantes del proyecto mediante un enfoque iterativo e incremental. La primera fase del desarrollo incluyó la recopilación de datos mediante captura fotográfica de las instalaciones. Estas imágenes sirvieron de base para el modelado y diseño tridimensional. Posteriormente, se creó un avatar y se desarrollaron scripts que posibilitan la interacción de los usuarios en el entorno virtual. Finalmente, tanto el modelado 3D como el avatar se integraron en la plataforma de desarrollo Unity. Los resultados de esta investigación evidencian un alto nivel de satisfacción del metaverso, alcanzando un 91,2% de satisfacción según la evaluación de los usuarios. Según la experiencia de los usuarios, navegar por el entorno virtual e interactuar con el NPC (personaje no jugable) resultó sencillo y eficiente en un 86%. Además, la orientación dentro del entorno fue intuitiva, mientras que el diseño, los colores y la iluminación de las instalaciones fueron adecuados para satisfacer sus necesidades. En conclusión, el proyecto ha cumplido con los requerimientos clave, logrando desarrollar un metaverso que mejore la accesibilidad de la comunidad universitaria a las instalaciones, representando un avance importante hacia la transformación digital en el contexto universitario.

PALABRAS CLAVE

Avatar, blender, modelado 3D, realidad virtual, unity, institución de educación superior (IES)

ABSTRACT

This degree project aims to develop a metaverse for Student Welfare and the Medicine program at the Technical University of Machala (UTMACH). This initiative seeks to address the lack of a web portal that showcases the university's infrastructure, providing a virtual environment that allows the academic community to familiarize itself with the facilities of each faculty. This immersive and interactive virtual environment will enable teachers, administrative staff, and students to explore the Student Welfare and Medicine program infrastructure in an innovative way. For its development, the agile SCRUM methodology was used, facilitating continuous adaptation to changing project requirements through an interactive and incremental approach. The first phase of development includes data collection through photographic capture of the facilities. These images served as the basis for 3D modeling and design. Subsequently, an avatar was created, and scripts were developed to enable user interaction within the virtual environment. Finally, both the 3D models and the avatar were integrated into the Unity development platform. The research results demonstrate a high level of satisfaction with the metaverse, achieving a 91,2% satisfaction rate according to user evaluations. Based on user experience, navigating the virtual environment and interacting with the NPC (non-playable character) was deemed simple and efficient by 86% of users. Additionally, the orientation within the environment was intuitive, while the design, colors, and lighting of the facilities were appropriate to meet their needs. In conclusion, the project has met the key requirements, successfully developing a metaverse that enhances university community accessibility to the facilities, representing a significant step toward digital transformation in the university context.

KEYWORDS

Avatar, Blender, 3D modeling, virtual reality, Unity, higher education institution (HEI)

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
GLOSARIO	xvi
INTRODUCCIÓN.....	18
i. Declaración y formulación del Problema	19
Declaración del problema.....	19
Problema principal	20
Problemas específicos	20
ii. Objeto de estudio y Campo de acción.....	21
Objeto de estudio.....	21
Campo de acción	21
iii. Objetivos.....	21
Objetivos específicos	21
iv. Hipótesis y variables o preguntas de investigación.....	21
v. Justificación	23
vi. Organización del documento	24
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	25
1.1. Antecedentes de la Investigación.....	25
1.2. Antecedentes históricos	28
1.3. Antecedentes Teóricos	28
1.3.1. Metaverso.....	29
1.3.2. Historia del metaverso	29
1.3.3. Mundos virtuales en la educación	30

1.3.4. Inmersión	30
1.3.5. Telepresencia	30
1.3.6. Blender	30
1.3.7. Unity	31
1.3.8. Visual Studio Code.....	31
1.3.9. Ready Player Me	32
1.3.10. Mixamo	32
1.3.11. NPC	32
1.3.11. SCRUM.....	33
1.4. Antecedentes Contextuales	34
Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud	35
CAPÍTULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO	37
2.1. Definición del prototipo.....	37
2.2. Metodología de desarrollo del prototipo	38
2.2.1. Enfoque, alcance y diseño de investigación.....	38
2.2.2. Unidades de análisis	39
2.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....	40
2.2.4. Técnicas de procesamiento de datos para la obtención de resultados.....	40
2.2.5. Metodología o métodos específicos	40
2.2.6. Herramientas y/o Materiales.....	41
2.3. Desarrollo del prototipo	41
2.4. Ejecución del prototipo.	77
CAPÍTULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO.....	81
3.1. Plan de Evaluación	81
3.1.1. Objetivos de Evaluación	81
3.1.2. Métricas y criterios de evaluación	81
3.1.3. Cronograma.....	82

3.1.4. Planificación de reuniones con el tutor	83
3.2. Resultados de la evaluación	83
4. CONCLUSIONES.....	91
5. RECOMENDACIONES.....	92
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
7. ANEXOS.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de variables y dimensionamiento.....	22
Tabla 2: Preguntas de investigación.....	25
Tabla 3: Datos informativos de carrera de Medicina y Bienestar Estudiantil.....	35
Tabla 4: Requisitos del prototipo.	35
Tabla 5: Población del periodo 2024-E1.....	39
Tabla 6: Instrumento de recopilación de datos.....	40
Tabla 7: Herramientas y materiales usados.	41
Tabla 8: Definición de tareas.....	43
Tabla 9: Cronograma del Plan de Evaluación.	82
Tabla 10: Planificación de reuniones con el tutor.	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Árbol de causas, problema y efectos.	20
Figura 2: Diagrama del proceso de búsqueda de las cadenas de búsqueda.....	27
Figura 3: Cantidad de trabajos realizados por año (2019-2024).	27
Figura 4: Mapa conceptual de antecedentes teóricos. Elaboración propia.....	29
Figura 5: Proceso de la metodología SCRUM. Elaborado por [36].....	34
Figura 6: Ubicación de la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.	34
Figura 7: Diseño estructural del prototipo.....	37
Figura 8: Reunión para definir las funcionalidades del metaverso.	42
Figura 9: Captura de fotografías.....	44
Figura 10: Imagen de referencia para modelar en Blender 3D.	45
Figura 11: Icono del software Blender 3D.	45
Figura 12: Ventana de inicio al ejecutar Blender 3D.	45
Figura 13: Colocación de la escena en el eje Y.....	46
Figura 14: Agregar imagen de referencia.....	47
Figura 15: Imagen de referencia agregada del dataset.	47
Figura 16: Agregar plano.	48
Figura 17: Ajuste del tamaño del plano.....	48
Figura 18: Cortes realizados en el plano.	49
Figura 19: Modo de caras y selección de caras.	49
Figura 20: Uso de la herramienta "Extruir desplegable".....	50
Figura 21: Colocación de colores al plano.	50
Figura 22: Cubos insertados en el plano principal para las aberturas de las ventanas.	51
Figura 23: Uso de la herramienta "Booleana".....	51
Figura 24: Plano con los modificadores aplicados.....	52
Figura 25: Estructura terminada.....	52
Figura 26: Modelado 3D de la estructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.....	53
Figura 27: Proceso de creación de texturas.....	53
Figura 28: Creación de avatar con Ready Player Me.....	54
Figura 29: Avatar importado a Blender 3D.....	54
Figura 30: Manera de exportar el avatar en formato FBX.	55
Figura 31: Selección de ruta donde se guardará con su respectivo nombre y las opciones necesarias para la exportación del avatar.	55
Figura 32: Proceso para subir personaje a Mixamo.	56

Figura 33: Importación de avatar a Mixamo.....	56
Figura 34: Opciones de descarga para el avatar en Mixamo.....	57
Figura 35: Creación de un nuevo proyecto en Unity.....	57
Figura 36: Ejecución del entorno Unity.	58
Figura 37: Pantalla de carga del proyecto.	58
Figura 38: Entorno de desarrollo creado en Unity.	59
Figura 39: Proceso para exportar modelado 3D.....	59
Figura 40: Modelado 3D importado a Unity.	60
Figura 41: Modelado 3D en Unity.	60
Figura 42: Opciones para extraer texturas y materiales del modelado 3D.....	61
Figura 43: Texturas aplicadas.....	61
Figura 44: Avatar integrado con el modelado 3D.	62
Figura 45: Opciones para convertir en Humanoid al avatar.....	62
Figura 46: Complemento para movilidad en Unity.....	63
Figura 47: Proceso para descargar el complemento Third Person.	63
Figura 48: Importación del complemento Third Person.	64
Figura 49: Colocación de los componentes PlayerArmature y PlayerFollowCamera.	64
Figura 50: Integración del componente CinemachineBrain.....	65
Figura 51. Integración del componente PlayerArmature al componente CinemachineBrain.....	65
Figura 52: Integración del componente PlayerCameraRoot.	66
Figura 53: Navegación por las instalaciones con el componente PlayerArmature.	66
Figura 54: Selección de plataforma para el avatar.	67
Figura 55: Remplazo del avatar.....	67
Figura 56: Colocación del avatar en la posición del componente PlayerArmature.	67
Figura 57: Modelado 3D y avatar, implementados en el entorno de Unity.	68
Figura 58: Primera parte del proceso de configuración del NPC.....	69
Figura 59: Configuración de personalidad y estado de ánimo del NPC.	70
Figura 60: Proceso de importación del NPC.....	71
Figura 61: Pantalla de carga.	71
Figura 62: Menú principal.....	72
Figura 63: Selección del componente Canvas_VIDEO	72
Figura 64: Implementación del script en el componente.	73
Figura 65: Configuración del evento On Click.	73
Figura 66: Separación de escenas para el menú principal y el modelado 3D.	74

Figura 67: Configuración para seleccionar el orden de las escenas.....	74
Figura 68: Menú de opciones.....	74
Figura 69: Proceso para el cambio de escena.....	75
Figura 70: Ajustes para el cambio de escena.	76
Figura 71: Pantalla de inicio.....	77
Figura 72: Entorno principal del prototipo del metaverso.	78
Figura 73: Avatar en movilidad recorriendo las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.....	79
Figura 74: Asignación de teclas para la movilidad del avatar.....	79
Figura 75: Cambio de escena.	80
Figura 76: Interacción con el NPC.....	80
Figura 77: Pregunta 1. ¿Cómo describirías tu nivel de satisfacción general al explorar el entorno virtual del metaverso de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina?	83
Figura 78: Pregunta 2. ¿El metaverso te permitió explorar de manera adecuada las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina?"	84
Figura 79: Pregunta 3. ¿Qué tan fácil fue aprender a usar los controles de navegación en el metaverso?.....	85
Figura 80: Pregunta 4. ¿Experimentaste algún problema técnico o dificultad al moverte por el metaverso?.....	85
Figura 81: Pregunta 5. ¿Cuánto te ayudó el NPC a comprender mejor las áreas de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina en el metaverso?.....	86
Figura 82: Pregunta 6. ¿La información proporcionada por el NPC fue clara y relevante para tu exploración?	87
Figura 83: Pregunta 7. ¿Consideras que los detalles visuales (colores, iluminación) fueron apropiados y mejoraron la experiencia de usuario?	87
Figura 84: Pregunta 8. ¿El diseño 3D del metaverso logró darte una idea precisa de las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina?	88
Figura 85: Pregunta 9. ¿Te resultó sencillo encontrar áreas como aulas, oficinas de administración de Bienestar Estudiantil o instalaciones de la carrera de Medicina?.....	89
Figura 86: Pregunta 10. ¿El diseño del metaverso te permitió orientarte fácilmente dentro de sus instalaciones?	89

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Revisión de avances del modelado 3D y avatar.	96
Anexo 2: Reunión en el departamento de TI de la UTMACH.....	96
Anexo 3: Reunión virtual con la tutora.	97
Anexo 4: Revisión de Avances de manera presencial.....	97
Anexo 5: Reunión con el cotutor para revisión de avances y dudas.	98

GLOSARIO

A

Avatar: Representación gráfica que suele ser una imagen o modelo tridimensional que simboliza a un usuario en un entorno digital o virtual [1].

E

Exportación: Acción de enviar o transferir datos, archivos, modelos, o cualquier tipo de información desde un sistema o software a otro, generalmente en un formato compatible con el destino.

I

Importación: Proceso de introducir datos, archivos, modelos, o cualquier tipo de información a un sistema o software desde otra fuente o formato.

Implementación: Acción de poner en práctica un plan, programa o sistema, asegurando que funcione correctamente y cumpla con sus objetivos previstos.

M

Modelado 3D: Proceso de crear representaciones tridimensionales de objetos o escenas utilizando software especializado.

Mundos virtuales: Entornos digitales tridimensionales donde los usuarios pueden interactuar entre sí y con el entorno mediante avatares.

N

NPC (Personaje no jugador): Según [2], se define un NPC como avatares controlados por inteligencia artificial con los que los usuarios pueden interactuar, en lugar de ser manejados por personas.

R

Realidad virtual: Tecnología que sumerge al usuario en un entorno completamente digital a través de dispositivos como gafas o cascos de realidad virtual.

T

Texturización: Proceso en el modelado 3D que consiste en aplicar texturas a las superficies de los modelos tridimensionales.

INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos han traído innovación y cambiado la forma en que interactuamos con nuestro entorno. El concepto de metaverso, un espacio virtual tridimensional que permite a las personas interactuar como lo harían en el mundo real, está ganando popularidad y aplicación en diversos campos, incluido el educativo. Este progreso promete revolucionar la forma en que las instituciones educativas presentan su infraestructura y facilitan el acceso a sus recursos.

La Universidad Técnica de Machala (UTMACH) propone integrar un metaverso como una solución moderna y eficaz para potenciar la socialización virtual de sus instalaciones con estudiantes, profesores y otros miembros de la comunidad universitaria. Esta tecnología proporciona una forma innovadora de explorar y familiarizarse con los departamentos y servicios de la universidad, superando las limitaciones de los métodos tradicionales de presentación de infraestructura.

La iniciativa tiene como objetivo crear un prototipo de universo virtual diseñado específicamente para las áreas de la carrera de Medicina y Bienestar Estudiantil de la UTMACH. Utilizando herramientas avanzadas de modelado 3D y la plataforma Unity, este universo virtual permitirá a los usuarios experimentar representaciones virtuales detalladas e interactivas de estas áreas. Además, facilitará interacciones más accesibles, mejorando la experiencia educativa y administrativa de todos los miembros de la universidad. Este universo virtual fue diseñado no solo para mejorar la experiencia de los estudiantes y profesores de UTMACH, sino también para posicionar a la universidad como una institución innovadora y líder en la adopción de tecnologías avanzadas. Esta iniciativa tiene como objetivo aumentar la capacidad de admisión y fortalecer la imagen de la institución mediante la introducción de soluciones tecnológicas avanzadas.

i. Declaración y formulación del Problema

Declaración del problema

El metaverso como nombre fue creado en el año de 1992 por Neal Stephenson, pero fue evolucionando cuando en 2021 el Ceo de Facebook, Mark Zuckerberg hizo la creación del metaverso donde se puede navegar en un ecosistema tridimensional, a través de herramientas tecnológicas como gafas de realidad virtual (VR) y realidad aumentada (RA) [3]. Antes se veía como un tema de ciencia ficción, pero ahora son una realidad; muchas empresas y comunidades universitarias los usan hoy en día para ayudar a las personas a encontrarse y conectarse y hacer crecer sus negocios.

En Latinoamérica el uso de los metaversos ha ido incrementado poco a poco en comparación con Norteamérica y otras regiones, debido a la falta de infraestructura tecnológica, los costes y el acceso a software y hardware especializado, la conectividad y la disparidad económica en los países latinoamericanos [4].

En Ecuador han surgido diversas plataformas virtuales que permiten a los usuarios crear su propio avatar y explorar entornos virtuales. Estas plataformas brindan una alta gama de actividades, desde videojuegos y entretenimiento hasta educación y comercio electrónico. Se ha adoptado velozmente esta manera de interactuar en línea, y han encontrado en el metaverso una forma divertida y emocionante de explorar sus intereses [5].

La Universidad Técnica de Machala tiene la necesidad de socialización virtual de las instalaciones de la Institución con los estudiantes, autoridades, docentes y demás miembros que componen el entorno universitario.

La ausencia de un portal web que presente imágenes de la infraestructura de la Universidad Técnica de Machala ha impulsado a la Institución a buscar una solución que facilite la familiarización de la comunidad universitaria con las instalaciones de cada facultad. Para ello, la implementación de un metaverso es la vía que permitirá una interacción más completa e inmersiva con el entorno universitario. Este enfoque estratégico permitirá a la universidad incrementar su capacidad de admisión de estudiantes, permitiendo a la Institución consolidar su reputación a nivel nacional como pionera en la implementación de un metaverso educativo. En la figura 1 se puede observar el árbol de causas y efectos del problema planteado.

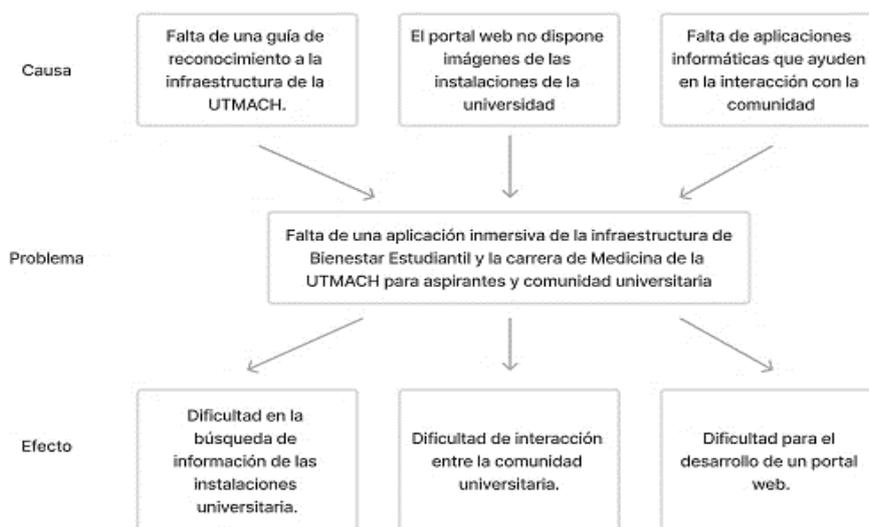


Figura 1: Árbol de causas, problema y efectos.

Formulación del problema

Problema principal

- ¿Cómo brindar una experiencia inmersiva de la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina de la UTMACH para la comunidad universitaria?

Problemas específicos

- ¿Qué técnicas son adecuadas para el diseño y modelado 3D de la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina de la Universidad Técnica de Machala?
- ¿Cómo puede el metaverso facilitar la inclusión de la comunidad universitaria y garantizar un mejor acceso a diferentes áreas de la infraestructura?
- ¿Qué tecnologías y plataformas actuales de realidad virtual son adecuadas para implementar un metaverso en el área de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina de la Universidad Técnica de Machala?
- ¿Cuáles son los desafíos técnicos, legales y de privacidad involucrados en la creación de un metaverso?
- ¿Cuál es el nivel de aceptación del metaverso por parte de la comunidad universitaria en el área de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina de la Universidad Técnica de Machala?

ii. Objeto de estudio y Campo de acción

Objeto de estudio

- El desarrollo e implementación de un entorno virtual e inmersivo para la infraestructura de Bienestar Estudiantil y de la carrera de Medicina.

Campo de acción

- Metaverso aplicado al modelado 3D, implementación en Unity y la realidad virtual.

iii. Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar un prototipo de metaverso que represente la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina, utilizando técnicas de modelado 3D, la herramienta Unity y la tecnología de realidad virtual, con el fin de ofrecer una experiencia inmersiva e interactiva para la comunidad universitaria.

Objetivos específicos

- Realizar un estado de arte mediante una búsqueda sistemática de trabajos relacionados con el metaverso, su implementación en Unity y el uso de la realidad virtual.
- Diseñar el modelado 3D de las infraestructuras correspondientes.
- Desarrollar scripts para la movilidad de objetos y avatares en la plataforma Unity.
- Incorporar las instalaciones, objetos y avatares en la plataforma de Unity.
- Evaluar el nivel de aceptación del metaverso por parte de la comunidad universitaria en relación con la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.

iv. Hipótesis y variables o preguntas de investigación

Hipótesis principal

- Si se desarrolla un metaverso de la infraestructura de Bienestar Estudiantil y de la carrera de Medicina, se mejorará el nivel de satisfacción de la comunidad universitaria en cuanto a la accesibilidad a las instalaciones, generando una experiencia inmersiva e interactiva.

Variables y dimensionamiento

La correcta definición y evaluación de las variables en el proyecto son fundamentales para comprender la efectividad de la creación del metaverso, las cuales se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1: Tabla de variables y dimensionamiento.

Variables	Categorías	Indicadores	Técnicas
<p>Variable Independiente: Desarrollo de un metaverso de la infraestructura de Bienestar Estudiantil y de la carrera de Medicina, utilizando técnicas de modelado 3D, implementación en Unity y realidad virtual</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modelado de infraestructura. 2. Implementación en Unity. 3. Realidad virtual (VR) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtención de una galería de imágenes de las instalaciones. 2. Desarrollo de scripts para la funcionalidad de movimiento e interacción de los avatares. 3. Levantamiento de las instalaciones en la plataforma Unity. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tomar fotografías de las instalaciones. 2. Verificar la programación de scripts. 3. Realizar pruebas de levantamiento de las instalaciones.
<p>Variable Dependiente: Experiencia inmersiva para la comunidad universitaria de la UTMACH</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación del modelado 3D en Blender. 2. Prueba de funcionalidades de los avatares. 3. Prueba de aceptación por parte de la comunidad universitaria. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pruebas del funcionamiento del modelado 3D. 2. Pruebas de interacción de los avatares con el entorno. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar una prueba de renderización de las escenas. 2. Realizar pruebas de renderizados de los avatares. 3. Realizar encuestas para medir el nivel de satisfacción.

v. Justificación

La creación del metaverso en la Universidad Técnica de Machala, específicamente orientada a la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina, representa una propuesta innovadora y estratégica destinada a transformar la experiencia educativa y administrativa mediante el aprovechamiento de tecnologías virtuales avanzadas.

Este proyecto tiene como objetivo principal hacer que la educación sea más accesible para la comunidad universitaria, al ofrecer una experiencia digital que les permita familiarizarse con las instalaciones de manera virtual.

El metaverso facilitará una interacción más efectiva con los usuarios de forma virtual, permitiendo un aprendizaje práctico. Por ejemplo, los laboratorios virtuales posibilitarán experimentar con diferentes elementos y procedimientos, como la matriculación en las carreras y la visualización de los espacios donde se desarrollarán las actividades estudiantiles [6].

Esta iniciativa responde a la necesidad imperante de adaptar las tecnologías en la educación superior, especialmente evidenciada por la crisis provocada por la pandemia del COVID-19, que obligó a todas las instituciones a migrar hacia modalidades virtuales en la impartición de clases y otros servicios académicos [7].

La implementación del metaverso en la UTMACH se alinea con las tendencias globales de digitalización y educación virtual, otorgando a la universidad una ventaja competitiva y consolidándola como líder innovador en la región educativa. La escalabilidad de este proyecto permite contemplar futuras expansiones que abarquen otras áreas de estudio y facultades, lo cual resulta crucial para ampliar y diversificar la oferta educativa.

Además de beneficiar a la comunidad universitaria, el metaverso tiene el potencial de generar un impacto positivo en la comunidad local y regional al proporcionar recursos y herramientas que fomenten el crecimiento personal y profesional. La aprobación y respaldo de la administración universitaria, en colaboración con expertos en tecnología de la información, confirman la importancia estratégica de este proyecto.

Se espera que esta iniciativa pueda ser un modelo de transformación educativa replicable en otras instituciones a nivel nacional e internacional, lo que contribuiría a mejorar la calidad tanto educativa como administrativa en el ámbito universitario. En resumen, el metaverso representa un avance significativo en la modernización e internacionalización de la universidad, preparando a los estudiantes para los desafíos de un mundo laboral cada vez más digitalizado y tecnológico.

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, con relación a las tecnologías utilizadas y la información relevante. Se compone de antecedentes de la investigación, históricos, teóricos y contextuales.

Capítulo II: Este capítulo describe el desarrollo del prototipo e incluye la definición, las metodologías de desarrollo, la elaboración y la ejecución del prototipo.

Capítulo III: Por último, en este capítulo se realizan pruebas al prototipo. Consta de un plan de evaluación y el análisis de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la Investigación

La metodología de Revisión Sistemática de la Literatura (SRL, *Systematic Review of the Literature*) será empleada para llevar a cabo el análisis del estado del arte y la fundamentación teórica [8].

a) Preguntas de investigación

En la tabla 2 se presentan las preguntas de investigación.

Tabla 2: Preguntas de investigación.

Pregunta de investigación	Descripción
P1: ¿Qué tecnologías actuales y robustas son clave para el desarrollo de un metaverso?	La finalidad de esta pregunta es analizar y seleccionar las tecnologías que mejor se adapten para construir el metaverso.
P2.1: ¿Por qué es importante crear un metaverso para una comunidad universitaria y potenciales clientes? P2.2: ¿Cuáles son las principales aplicaciones de un metaverso para una IES (Institución de Educación Superior)?	P2.1: La finalidad de esta pregunta es explorar y resaltar los beneficios y la importancia estratégica de desarrollar un metaverso en el contexto universitario. Esto incluye entender cómo un entorno virtual puede mejorar la experiencia educativa, facilitar el acceso a recursos y servir como una herramienta eficaz de comunicación y promoción para la institución. P2.2: La finalidad de esta pregunta es identificar y comprender las posibles utilidades y beneficios que un metaverso puede ofrecer a una IES.
P3: ¿Cómo puede diseñarse un metaverso para una comunidad universitaria?	P3: La finalidad de esta pregunta es explorar estrategias y prácticas de diseño que aseguren que el metaverso sea accesible y acogedor para todos los usuarios, independientemente de sus habilidades, necesidades o características individuales.

b) Palabras clave y Cadena(s) de búsqueda

Se utilizaron técnicas de búsqueda sistemática para recopilar información mediante la consulta de repositorios científicos y bases de datos reconocidas, lo que facilitó la selección de artículos científicos publicados en revistas de prestigio y que cumplieran con los criterios establecidos. Entre los recursos consultados se encuentran Scopus, IEEE Xplore, ScienceDirect y Web of Science.

Después de llevar a cabo la búsqueda en diversas bases de datos científicas, se establece una cadena de búsqueda que facilita la exploración por medio de títulos, palabras clave, resúmenes y textos completos, haciendo uso de operadores lógicos como "AND" y "OR".

- (“Metaverse” OR “Metaverso”) AND (“Realidad virtual” OR “Realidad aumentada” OR “Virtual Reality” OR “Augmented Reality”).
- (“Blender” OR “Modelado 3D” OR “3d modeling”) AND (“Unity” OR “Live experiences”).

c) Criterios de inclusión y exclusión

Como criterios de inclusión se consideraron libros, sitios web oficiales y fiables, tesis y artículos científicos provenientes de las revistas más destacadas, todos ellos relacionados con los temas de metaverso, realidad virtual, realidad aumentada, modelado 3D, el motor de desarrollo Unity y la metodología que se implementará, en este caso SCRUM. Se estableció que estos documentos debían haber sido publicados dentro de un rango temporal de cinco años, abarcando desde 2019 hasta 2024.

Como criterios de exclusión se consideraron artículos científicos con poca información, aquellos artículos que no pertenecen a revistas de prestigio, artículos que no estén en el rango de años y todos aquellos trabajos que no estén relacionados con los temas específicos para la creación del metaverso.

d) Proceso y resultados de la búsqueda

Para llevar a cabo el proceso de búsqueda, se exploraron diversas bases de datos de revistas científicas relevantes. Se empleó la cadena de búsqueda previamente definida y se aplicaron filtros para obtener resultados más precisos.

En la figura 2, se observa la cantidad de artículos encontrados en cada base de datos.

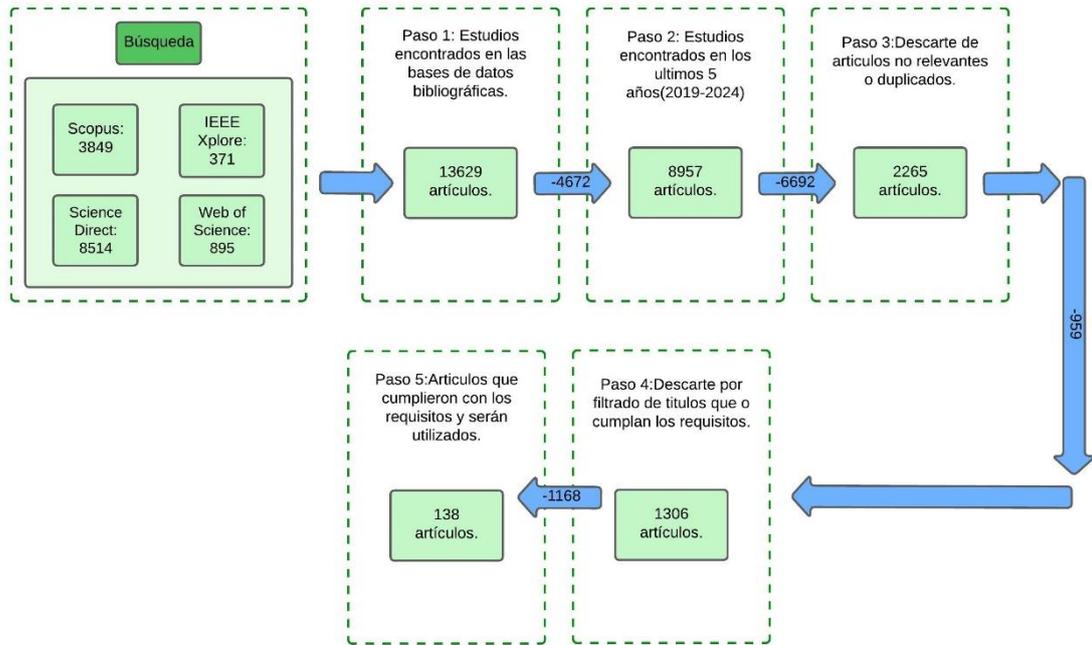


Figura 2: Diagrama del proceso de búsqueda de las cadenas de búsqueda.

Resultados de la Búsqueda

En la figura 3 se muestra la cantidad de trabajos realizados por año, en la cual podemos observar que se han construido dos cadenas de búsqueda:

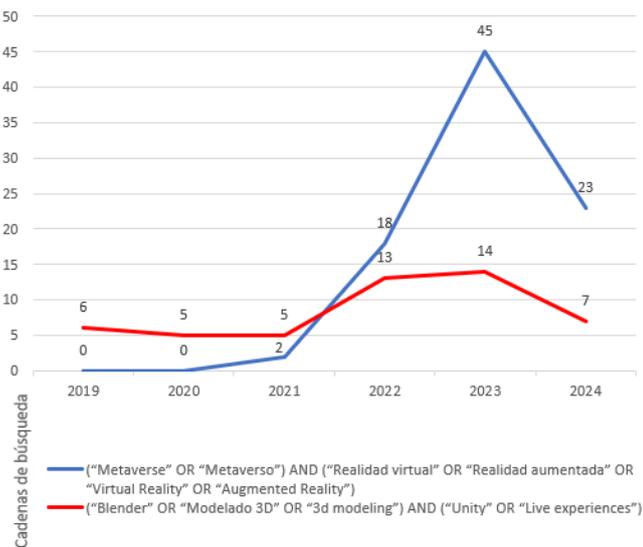


Figura 3: Cantidad de trabajos realizados por año (2019-2024).

1.2. Antecedentes históricos

En la revisión bibliográfica realizada, se han identificado diversos documentos pertinentes al concepto del metaverso y la realidad virtual, haciendo uso de técnicas de modelado 3D. Todos los trabajos recopilados abordan este tema desde diversas perspectivas, lo cual proporciona una base sólida para la elaboración y desarrollo del proyecto actual.

En el trabajo realizado por [9] en 2021, se propone el uso de un metaverso para la capacitación en mantenimiento de aeronaves, específicamente para el modelo Boeing 737. Este metaverso incluye diversos recursos como manuales, modelos y simuladores en un entorno virtual. Para mejorar la interacción, se incluye el Neuro-Symbolic Speech Executor, un sistema de comunicación que emplea IA neuro simbólica para comprender y responder a las solicitudes de los usuarios.

En [10] en el año 2022, en esta investigación se presenta una encuesta detallada de los últimos avances del metaverso en siete áreas de la salud que incluyen telemedicina, atención clínica, educación, salud mental, aptitud física, veterinaria y productos farmacéuticos. Se revisan las aplicaciones actuales del metaverso en cada dominio y se analizan los problemas técnicos y las soluciones disponibles. El objetivo es desarrollar soluciones sostenibles y preparadas para el futuro en el campo de la atención médica utilizando tecnología basada en el metaverso.

Se ha realizado un estudio por parte de [11] en 2024, que menciona que se desarrolló una plataforma basada en el Internet Industrial, donde integra a los humanos en entornos virtuales para avanzar hacia la industria 5.0. Propone un marco que se basa en la hiperconectividad, y combina tecnologías como gemelos digitales, realidad virtual y el Internet Industrial de las cosas, con el objetivo de crear un metaverso centrado en el ser humano. Además, se presenta un demostrador que permite evaluar el comportamiento humano en entornos virtuales y se lleva a cabo un experimento para demostrar la eficacia del metaverso en la formación de operadores industriales.

1.3. Antecedentes Teóricos

Se desarrolló un mapa temático, como se muestra en la Figura 4, para identificar los temas relevantes para esta tesis de grado y obtener una comprensión clara del marco teórico.

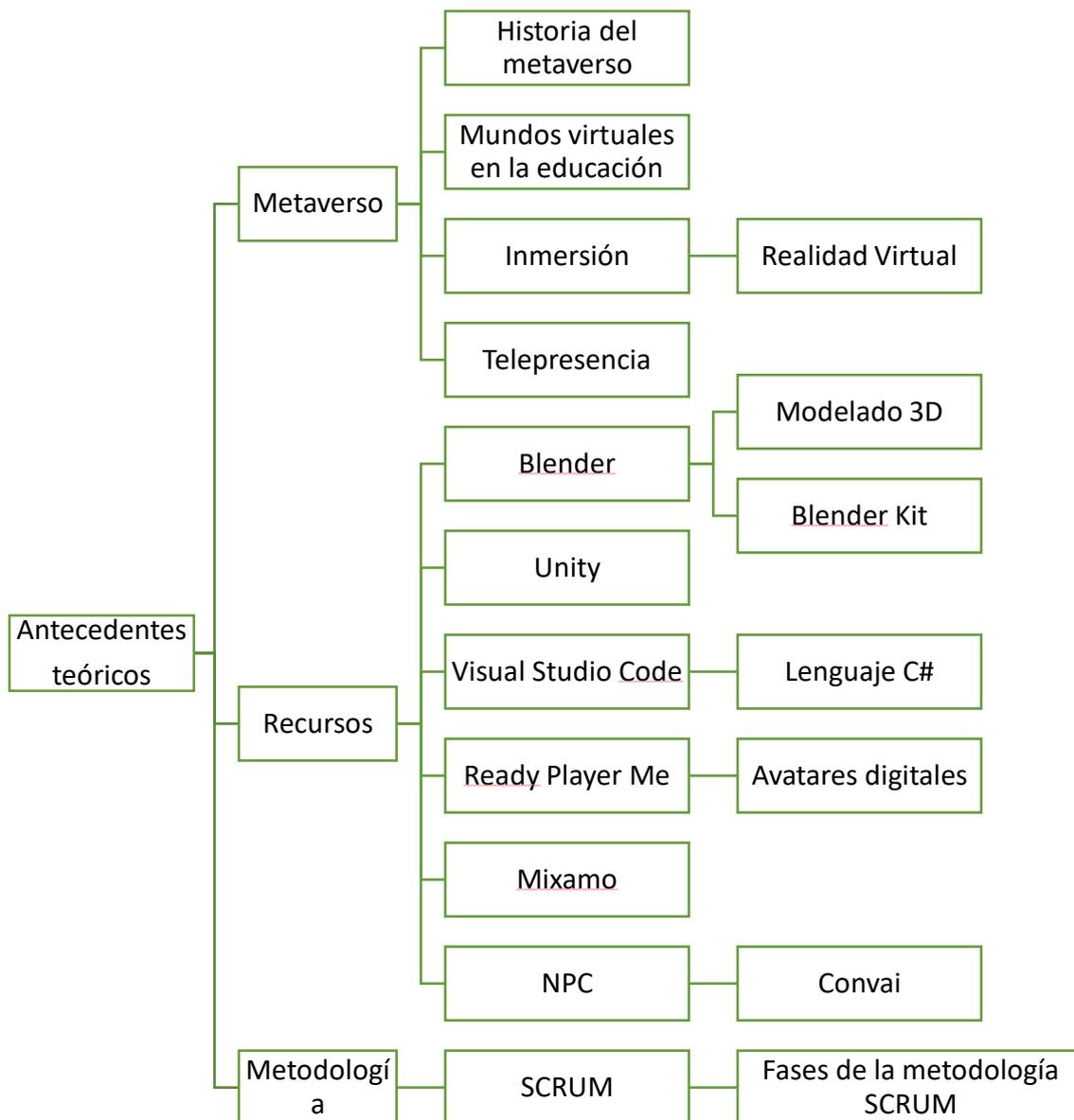


Figura 4: Mapa conceptual de antecedentes teóricos. Elaboración propia.

1.3.1. Metaverso

El metaverso es un mundo virtual, al cual se puede conectar utilizando dispositivos que ofrecen experiencias inmersivas, como lo son las gafas de realidad virtual y aumentada. El metaverso permite a sus usuarios tener y usar su avatar personalizado para sentir la realidad virtual con una experiencia de interacción inmersa [12]. A través del metaverso, los usuarios pueden viajar, interactuar con la sociedad, trabajar, y hacer otras actividades como se hacen en la realidad.

1.3.2. Historia del metaverso

La definición de metaverso apareció hace 30 años cuando Neal Stephenson fue el primero en introducirlo en su serie distópica Cyberpunk Snow Crash de 1992 [13]. Como menciona [14], en

las posteriores décadas con los avances tecnológicos apareció Second Life en 2003, así como otras innovaciones que difuman las fronteras entre lo virtual y lo real, como Ready Player One, Pokémon Go, Decentraland y, en octubre de 2021, el paso de Facebook a Meta.

1.3.3. Mundos virtuales en la educación

El uso de mundos virtuales para la educación no es algo nuevo hoy en día [15]. Sin embargo, a pesar de la considerable evidencia que sugiere que los mundos virtuales son herramientas de enseñanza y aprendizaje efectivas, su adopción en el ámbito educativo no ha sido tan amplia como se podría esperar [16]. Esto se debe a los costos muy altos de desarrollo, barreras tecnológicas, obstáculos administrativos y las complejidades asociadas con el seguimiento y análisis del proceso de aprendizaje, especialmente cuando el número de estudiantes es grande.

1.3.4. Inmersión

Según [17], “inmersión significa la viveza realista del entorno del usuario y proporciona diversas experiencias de inmersión maximizando la realidad y minimizando las limitaciones físicas”. Una experiencia inmersiva puede incluir aspectos como la interactividad, la simulación virtual, el procesamiento de datos y la sensación de presencia en un entorno virtual.

1.3.4.1. Realidad Virtual

La realidad virtual permite a los usuarios experimentar de manera indirecta un entorno distinto al real y se emplea en diversos campos como los videojuegos, el cine, la educación y la atención médica, gracias a su capacidad para crear una alta sensación de realidad [18]. Por lo tanto, para que se pueda aprovechar al máximo la realidad virtual, es importante proporcionar una experiencia tan realista que el entorno virtual parezca auténtico.

1.3.5. Telepresencia

La telepresencia se describe como una tecnología que proporciona la sensación de estar en un lugar remoto, permitiendo la comunicación entre un usuario en una ubicación distante y otro en una ubicación local [19]. El objetivo de la telepresencia es crear la sensación de estar allí o físicamente presente con una persona remota [20].

Recursos

1.3.6. Blender

Blender es un software de creación 3D gratuito y de código abierto, comúnmente empleado en el desarrollo de videojuegos, películas animadas y simulaciones de partículas [21].

Otro concepto que menciona [22], define a Blender como un programa de gráficos 3D gratuito y de código abierto. Ofrece un conjunto robusto de herramientas que permite la creación de modelos 3D, personajes animados, películas animadas en 3D, entorno para videojuegos, entre otras más.

1.3.6.1. Modelado 3D

El modelado es una técnica de gráficos por computadora utilizada para crear representaciones digitales de objetos en tres dimensiones, haciéndolos parecer reales [23]. El proceso de modelado 3D genera objetos digitales que pueden moverse libremente, por lo que es esencial en la creación de personajes animados y efectos especiales [23].

1.3.6.2. BlenderKit

Según [24], “la comunidad BlenderKit te proporciona todo lo necesario para crear hermosas obras de arte en 3D”. BlenderKit es una base de datos en línea que ofrece materiales, High Dynamic Range (HDR), escenas y pinceles, los cuales se pueden buscar, descargar, subir y calificar directamente dentro de Blender a través de su complemento [25].

1.3.7. Unity

Unity 3D es un motor desarrollado por Unity Technologies que permite crear juegos y aplicaciones en 2D y 3D, compatible con diversas interfaces de Programación de Aplicaciones (APIs), como Direct3D para Windows y Xbox 360, OpenGL para MacOS y Linux, OpenGL ES para Android e iOS, y WebGL para la web, facilitando así la compilación para múltiples plataformas [26].

1.3.8. Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) [27] es un editor de código fuente gratuito creado por Microsoft. VS Code es compatible con numerosos lenguajes de programación y ofrece funciones como resaltado de sintaxis, depuración, autocompletado de código e integración con sistemas de control de versiones [28]. Además, cuenta con una gran librería de extensiones que hacen que mejoren sus funcionalidades y personalizar el editor para distintos entornos de desarrollo.

1.3.8.1. Lenguaje C#

El lenguaje C# fue creado por Microsoft por un equipo liderado por Anders Hejlsberg y se lanzó en el año 2000 como parte de la iniciativa .NET de la compañía. Es un lenguaje de programación de propósito general, orientado a objetos y de alto nivel, cuya versión actual es la 12.0 [29].

1.3.9. Ready Player Me

Ready Player Me es un sistema de avatares para juegos, aplicaciones y experiencias de realidad virtual (VR) y realidad aumentada (RA), desarrollado utilizando Unity, Unreal Engine, React, soluciones móviles nativas y casi cualquier plataforma que soporte REST y PostMessage [30].

1.3.9.1. Avatares digitales

Según lo mencionado por [31], los avatares digitales proporcionan una manera convincente de emular tanto la apariencia como las expresiones humanas, lo que habilita su uso en una variedad de aplicaciones, donde incluye la telepresencia y la realidad virtual. Esta capacidad de recrear detalles humanos permite experiencias inmersivas y realistas

1.3.10. Mixamo

Adobe Mixamo es una herramienta de animación 3D que permite a los usuarios diseñar y crear personajes tridimensionales para películas, juegos y otras experiencias interactivas [32]. Mixamo ofrece una amplia colección de personajes 3D de alta calidad, completamente texturizados, junto con animaciones de cuerpo completo.

1.3.11. NPC

Según [33], un NPC, o personaje no jugable, es un agente controlado por computadora en los videojuegos. Su comportamiento, que incluye las acciones y decisiones que toma, generalmente se diseña manualmente para mejorar la inmersión, la jugabilidad y la profundidad del entorno del juego. Los NPC se encuentran en diversos géneros de videojuegos y, con los avances en aprendizaje automático, su comportamiento se ha vuelto más complejo y cautivador. Sin embargo, crear comportamientos interesantes es un desafío que requiere mucha experiencia y ajustes, lo que a veces resulta en NPC con comportamientos simplificados que pueden parecer poco inteligente o monótonos. Agregar características dinámicas e inesperadas a los NPC puede mejorar significativamente la experiencia de juego.

1.3.11.1. Convai

Como menciona [34], la inteligencia artificial conversacional (IA), también conocida como Convai, es una herramienta enfocada en desarrollar agentes autónomos capaces de mantener una conversación natural con humanos mediante interfaces como texto o voz. Su finalidad puede ser asistir a las personas en la realización de tareas, actuar como un asistente virtual o digital, ofrecer una interfaz de lenguaje natural para otros sistemas, como en la recuperación de información o navegación, o simplemente entablar una charla similar a la que se tendría con un chatbot.

Metodología

1.3.11. SCRUM

La metodología SCRUM se estructura de una serie de iteraciones conocidas como Sprints [35]. La duración de estos Sprints, que puede variar entre una y cuatro semanas, es determinada por el equipo. En SCRUM, el equipo está compuesto por los siguientes roles: el Product Owner (dueño del producto), los desarrolladores y el Scrum master, quien se encarga de la gestión del proyecto [35]. Para implementar SCRUM con éxito, es fundamental que las personas dominen y vivan conforme con los 5 valores de SCRUM: compromiso, enfoque, apertura, respeto y coraje [36].

1.3.11.1. Fases de la metodología SCRUM.

La metodología Scrum está compuesta por 5 fases, las cuales son:

- **Lista de requisitos del producto:** El propietario del producto enumera y prioriza los requerimientos de los usuarios, determinando las características más importantes para el producto, seguida de las menos importantes y finalmente las que no se ajustan al plazo. Esto asegura claridad sobre los elementos del proyecto, basándose en su impacto, riesgo y cómo contribuyen al aprendizaje futuro del producto [37].
- **Planificación de Sprint:** El equipo de desarrollo comienza a trabajar en los elementos pendientes según su prioridad. Primero, deciden cómo construir estos elementos, sin preocuparse demasiado por el nivel detallado del desarrollo en esta fase. Se anima al equipo a hacer preguntas al propietario del producto y a las partes interesadas sobre las características necesarias [37].
- **El sprint:** En esta fase el equipo de desarrollo trabaja en historias de usuarios seleccionadas de la lista de requisitos según su prioridad y esfuerzo estimado, con reuniones diarias para asegurar el progreso planificado [37].
- **Sprint completo:** Un sprint se completa cuando el trabajo está terminado y listo para su entrega [37]. En este punto el cliente puede realizar las pruebas.
- **Revisión:** El proceso de revisión se puede estructurar mediante retrospectivas formales que permiten a los equipos reflexionar sobre los aspectos positivos y negativos de un sprint, con el compromiso de mejorar el siguiente [38].
- **Lanzamiento:** La fase de lanzamiento o cierre prepara el producto desarrollado para su lanzamiento, lo que puede incluir pruebas adicionales, la preparación de material de marketing y el desarrollo de material de capacitación [38].

En la figura 5 explica el proceso de Scrum a detalle.

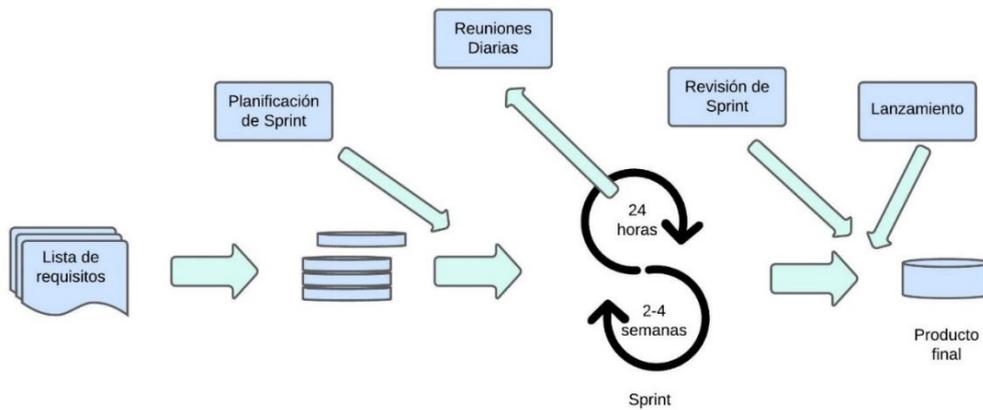


Figura 5: Proceso de la metodología SCRUM. Elaborado por [36].

1.4. Antecedentes Contextuales

1.4.1. Ámbito de aplicación

El presente proyecto tiene como objetivo elaborar un prototipo de metaverso que abarque específicamente la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina de la Universidad Técnica de Machala. A continuación, se proporcionarán datos informativos que permitirán contextualizar mejor el ámbito de aplicación del proyecto.

Ubicación de la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.

En la figura 6 se muestra la ubicación de la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.



Figura 6: Ubicación de la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.

Datos informativos de las autoridades, carreras y personal administrativo

La información de las autoridades, el número de los estudiantes de la carrera de medicina y el personal de Bienestar Estudiantil se detallan en la tabla 3.

Tabla 3: Datos informativos de carrera de Medicina y Bienestar Estudiantil.

Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud	
Autoridades:	Decana: Lcda. Jovanny Angelina Santos Luna, PhD. Subdecano: Ing. Jonathan Víctor Aguilar Alvarado, Mgs.
Carrera:	Medicina
Número de Estudiantes:	723
Bienestar Estudiantil	
Número de Personal Administrativo:	20

1.4.2. Establecimiento de requerimientos

En la tabla 4 se menciona los requisitos y funcionalidad dentro del prototipo.

Tabla 4: Requisitos del prototipo.

Requerimiento	Descripción	Prioridad
Recolección de datos (Fotografías y planos de las instalaciones)	Toma de fotografías y obtención de los planos de las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina. Las imágenes serán usadas como referencias para el diseño del modelado 3D y los planos ayudarán a la ubicación de cada modelo 3D.	Alta
Modelado 3D	Se modelará a partir de las imágenes tomadas anteriormente. El modelado debe ser detallado y preciso, lo más parecido a la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.	Alta
Diseño del avatar	Creación de un avatar con el uso de la herramienta Ready Player Me, para exportarlo	Alta

Requerimiento	Descripción	Prioridad
	a Unity, Este avatar permitirá al usuario explorar el mundo virtual.	
Scripts	Desarrollo de scripts para gestionar el menú principal y el cambio de escenas dentro del entorno virtual.	Alta
Integración en Unity.	Integración de modelos 3D y recursos, programación en C#, diseño de interfaces, configuración de entornos, optimización y publicación del proyecto para diversas plataformas.	Alta
ChatBot	Integrar un ChatBot en un NPC para que brinde información relevante sobre Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.	Alta
Pruebas y evaluación	Realizar pruebas del entorno virtual para asegurar su funcionalidad. La evaluación se llevará a cabo mediante una encuesta estadística para conocer el nivel de satisfacción de los usuarios.	Alta

CAPÍTULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

2.1. Definición del prototipo

El desarrollo del prototipo del metaverso de UTMACH implicará el uso de tecnologías de vanguardia, como el modelado 3D y la realidad virtual. Específicamente, se utilizarán herramientas como Blender 3D y el motor de desarrollo Unity, componentes cruciales para crear un mundo virtual atractivo e inmersivo. El diseño estructural del prototipo se muestra en la Figura 7.

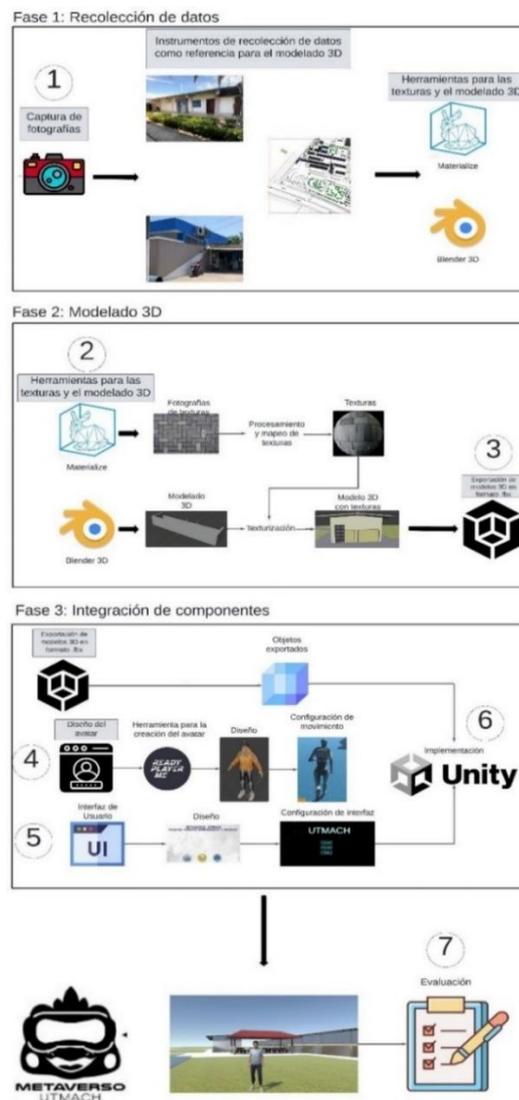


Figura 7: Diseño estructural del prototipo.

El prototipo permitirá a la comunidad universitaria explorar de manera virtual las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina. El desarrollo del prototipo comienza con el

modelado 3D de las aulas, las oficinas administrativas y el área de bienestar estudiantil, utilizando fotografías reales como referencia. Los modelos 3D terminados se integrarán posteriormente en la plataforma Unity, donde se desarrollan las funcionalidades necesarias para que el usuario interactúe con el prototipo. La navegación por las instalaciones se realizará a través de avatares animados que podrán ser controlados mediante teclado y ratón, o mediante gafas de realidad virtual.

La experiencia inmersiva se optimiza mediante el uso de técnicas avanzadas y el desarrollo de scripts basados en el lenguaje de programación C#, garantizando un rendimiento óptimo y una excelente experiencia de usuario. Finalmente, el prototipo será evaluado por la comunidad universitaria para constatar los niveles de aceptación y satisfacción de los usuarios. Esta evaluación se llevará a cabo mediante una encuesta digital, que recopilará datos para mejorar el producto final.

2.2. Metodología de desarrollo del prototipo

2.2.1. Enfoque, alcance y diseño de investigación

Enfoque de Investigación

Este trabajo adopta un enfoque cuantitativo, ya que se emplearán encuestas y los resultados serán analizados mediante técnicas de análisis estadístico para determinar el grado de satisfacción de la comunidad universitaria con respecto a su experiencia visitando la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina dentro del metaverso. El objetivo es obtener una comprensión de las percepciones de los estudiantes, lo que nos permitirá evaluar la efectividad de nuestro prototipo.

Alcance de Investigación

En cuanto al alcance, este trabajo comenzará con una fase exploratoria, durante el cual se realizará una revisión bibliográfica que abarca conceptos importantes sobre el metaverso, herramientas para el diseño 3D, el desarrollo de entornos virtuales y la metodología aplicada a este proyecto. Posteriormente, se alcanzará un enfoque descriptivo en el que se especificarán las características y funcionalidades necesarias para implementar estas tecnologías en el metaverso de la Institución. Con el objetivo de medir y describir variables relacionadas a la evaluación de la aceptación del metaverso por parte de la comunidad universitaria.

Diseño de Investigación

El diseño de nuestra investigación es de cuasiexperimental, debido a que se desarrolla un prototipo de metaverso y se observará su impacto en la experiencia de los estudiantes al explorar virtualmente las instalaciones de la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.

2.2.2. Unidades de análisis

Población (universo)

Se estima el total de estudiantes que cursan una carrera en el periodo actual de educación en la carrera de Medicina y el personal administrativo de Bienestar estudiantil. Esta información se describe en la tabla 5.

Tabla 5: Población del periodo 2024-E1.

Población en el periodo 2024-E2	
Estudiantes que comenzaron oficialmente clases:	Cantidad
Carrera de Medicina:	723
Personal Administrativo:	
Población en el periodo 2024-E2	
Personal de Bienestar Estudiantil:	20
Total	743

Muestra

En este estudio se decidió trabajar con una muestra de 50 participantes, respaldada por las recomendaciones metodológicas de Jakob Nielsen. Según este autor [39], una muestra de entre 5 y 20 usuarios, es suficiente para detectar entre el 80% y el 95% de los problemas de usabilidad en los sistemas interactivos, gracias a la aparición recurrente de patrones comunes entre los participantes.

Aunque un análisis estadístico que considere un nivel de confianza del 95% y un margen de error de 5% indicaría que el tamaño ideal de la muestra sería 253 participantes para una población de 743 estudiantes y personal administrativo de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina. Llevar a cabo esta metodología demanda un tiempo considerable, lo cual no es factible dentro de las restricciones temporales del presente estudio. Por este motivo, se seleccionó una muestra de 50

participantes, una decisión que equilibra agilidad y eficacia, respaldada por experiencia previa documentada por Jakob Nielsen.

2.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Para el presente proyecto, la técnica utilizada para la recopilación de datos consistió en tomar fotografías desde diferentes ángulos y planos de cada bloque, tanto de las áreas externas como internas. Adicionalmente, se proporcionó un plano de vista aérea que abarca todos los bloques de aulas y los bloques administrativos. Estas imágenes fueron empleadas como referencia para modelar con precisión la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicinas de la Universidad Técnica de Machala. Luego, se realizará una encuesta para conocer el nivel de satisfacción de la comunidad universitaria sobre el prototipo de metaverso. Para recopilar información sobre el nivel de aceptación de la comunidad universitaria respecto al metaverso, se utilizarán las herramientas que se describen en la tabla 6.

Tabla 6: Instrumento de recopilación de datos.

Técnica	Instrumento
Encuesta	Cuestionario, hoja de encuesta o test digital
Observación	Imágenes fotográficas

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

Para el análisis de resultados de la encuesta que se aplicará, se empleará el análisis descriptivo con el fin de obtener una visión general de la aceptación de nuestro metaverso en la comunidad universitaria, presentando los resultados en:

- Gráfico de barras agrupadas.

2.2.5. Metodología o métodos específicos

Durante el desarrollo de la investigación, se utilizará la metodología SCRUM como guía principal para el desarrollo del prototipo del metaverso. Dicha metodología se caracteriza por su enfoque iterativo e incremental, lo cual permite una adaptación continua a los requisitos cambiantes del proyecto. Los resultados esperados del proyecto se dividirán en varias fases, cada una con objetivos específicos. En la primera fase, se identificaron los requerimientos más importantes para el producto. Luego, en la segunda fase, se tomaron fotografías para ser usadas como referencia para el modelado 3D. La tercera fase se centró en el diseño y modelado de la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina de la Universidad Técnica de Machala. También, en esta fase se crearon avatares digitales y se implementaron scripts destinados a dotar de

funcionalidades de movimiento a dichos avatares. La cuarta fase estará dedicada a las revisiones semanales de los avances en el modelado, la creación de avatares y la implementación de cada progreso en Unity. Finalmente, se procederá a la incorporación completa del metaverso en la plataforma Unity.

2.2.6. Herramientas y/o Materiales

Se puede visualizar en la tabla 7 las herramientas y/o materiales que fueron utilizados para llevar a cabo el levantamiento del metaverso.

Tabla 7: Herramientas y materiales usados.

Clasificación	Herramientas y/o materiales
Software:	Blender. Unity Estudiantil (Pro). Mixamo. Blender Kit. Ready Player Me. Visual Studio Code.
Hardware:	Computadoras personales. Teléfono móvil personal.
Datos:	Dataset de imágenes de los distintos bloques que existen en el bloque de medicina y Bienestar Estudiantil.

2.3.Desarrollo del prototipo

Metodología SCRUM

FASE 1: Product Backlog

En esta fase, se llevan a cabo actividades de colaboración para definir con precisión los requerimientos del proyecto y establecer un plan de ejecución detallado para cada una de las fases del prototipo.

Identificación de funcionalidades y características:

El equipo de trabajo, en conjunto con los representantes del proyecto, llevó a cabo diversas reuniones, tal como se muestra en la figura 8. Durante estas sesiones, se determinaron las funcionalidades clave para el desarrollo del metaverso. Se consideraron aspectos como la

accesibilidad, la interactividad, la precisión en el modelado de las estructuras externas e internas, así como la facilidad de uso del entorno virtual para los usuarios.



Figura 8: Reunión para definir las funcionalidades del metaverso.

Las funcionalidades para el metaverso que se han identificado son:

- Elaboración detallada y precisa de modelos 3D de la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.
- Desarrollo de avatares con capacidad de movimiento fluido por las instalaciones, apoyados en el uso de controles intuitivos para la comunidad universitaria.
- Integración de animaciones para los avatares y efectos visuales, mejorando la experiencia dentro del entorno virtual.
- Diseño de una interfaz intuitiva y de fácil uso para toda la comunidad universitaria.

Revisión y ajustes:

El Product Backlog fue revisado y actualizado de manera continua durante su desarrollo, garantizando que las ideas y necesidades fueran incorporadas ágilmente. Se llevaron a cabo reuniones periódicas para revisar y evaluar los avances, lo cual permitió realizar mejoras y ajustar las actividades del plan de acción según fuera necesario.

FASE 2: Sprint Planning

En esta fase, se definieron las tareas específicas y se asignaron a cada miembro del equipo para el desarrollo del prototipo del metaverso UTMACH, como se detalla en la tabla 8. Esta planificación es crucial para asegurar un progreso organizado y eficiente hacia los objetivos del proyecto.

Tabla 8: Definición de tareas.

Definición de tareas		
Categoría	Responsable	Actividades
Captura de fotografías	Equipo fotográfico	Toma de fotografías de las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina, utilizadas como guía para los modelos 3D.
Modelado 3D	Equipo de modelado tridimensional	Uso de la herramienta Blender 3D para el modelado de la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.
Texturización y Objetos 3D de apoyo	Equipo de diseño gráfico	Utilización de la herramienta Materialize para la creación de texturas de los objetos 3D, así como el empleo de las herramientas Sketchfab y BlenderKit para la obtención de objetos 3D preexistentes.
Avatares	Equipo de diseño gráfico	Creación de avatares utilizando la herramienta Ready Player Me. Dichos avatares se importan a la herramienta Mixamo para obtener una pose en T, y posteriormente se exportan a Unity, donde se les dota de funcionalidades de movimiento para la exploración del entorno virtual.
Desarrollo de scripts	Equipo de programación	Desarrollo de scripts en el lenguaje de programación C# para la gestión de los cambios

Definición de tareas		
		de escena dentro de la plataforma Unity y la implementación de interacciones entre los avatares y los objetos.
Levantamiento y testeo.	Equipo evaluador	Integración de todos los componentes en Unity para llevar a cabo pruebas y corregir errores o inconsistencias en el funcionamiento del prototipo.

FASE 3: Sprint

Durante esta fase, se llevaron a cabo las tareas que se planificaron en la fase anterior para avanzar con la creación del metaverso. Cada sprint tuvo un periodo de duración de dos semanas, lo que facilitó una mejor retroalimentación y permitió mejorar las tareas planificadas a través de las observaciones dadas por los representantes del proyecto. A continuación se describe paso a paso el desarrollo de cada actividad:

- Captura de fotografías:** Se solicitó permiso a las autoridades para tomar fotografías de la parte externa e interna de las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina. Todas las imágenes se agruparon en un dataset que se ilustra en la figura 9, y que sirvió de guía para proceder con el modelado 3D.

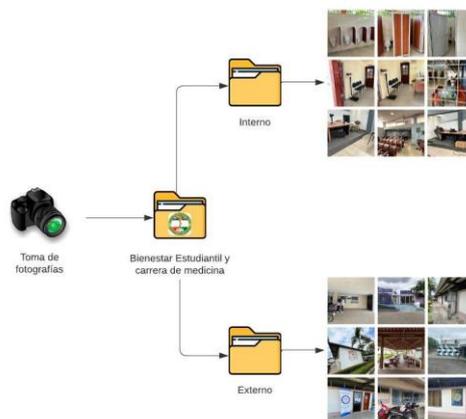


Figura 9: Captura de fotografías.

- **Modelado 3D:** Usando las imágenes que se tomaron anteriormente, se procedió a diseñar la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina utilizando el software Blender 3D. Para diseñar una estructura en Blender 3D, es primordial tener una referencia como lo son las fotografías. En el siguiente ejemplo, se toma como referencia la figura 10 para proceder con el modelado del objeto tridimensional.



Figura 10: Imagen de referencia para modelar en Blender 3D.

Para iniciar con el modelado 3D, se debe ejecutar el software Blender 3D, el cual debe estar previamente instalado en el equipo. El ícono de esta aplicación, ubicado en el escritorio, se representa como se muestra en la figura 11



Figura 11: Icono del software Blender 3D.

Una vez ejecutado Blender 3D, mostrará la siguiente página de inicio que se presenta en la figura 12.

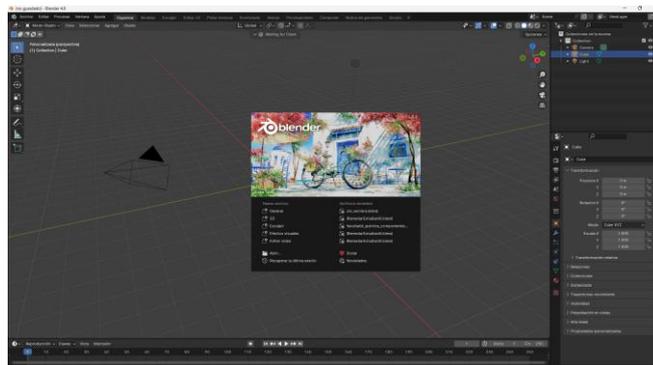


Figura 12: Ventana de inicio al ejecutar Blender 3D.

En la figura anterior se puede observar que, en la página de inicio, aparece una ventana emergente, la cual solo nos muestra archivos recientes que se han modificado y accesos rápidos para crear un nuevo archivo. Sin embargo, esto no es necesario, por lo que se hace clic en cualquier parte del espacio donde se crean objetos 3D y se eliminan los objetos que no es necesario para comenzar.

Agregaremos una imagen de referencia; pero antes de colocarla, nos dirigimos a los ejes de dirección que se encuentran en la parte superior derecha, al lado del panel donde se verán todas las colecciones de objetos, y nos ubicamos en el eje “Y”, como lo muestra en la figura 13.

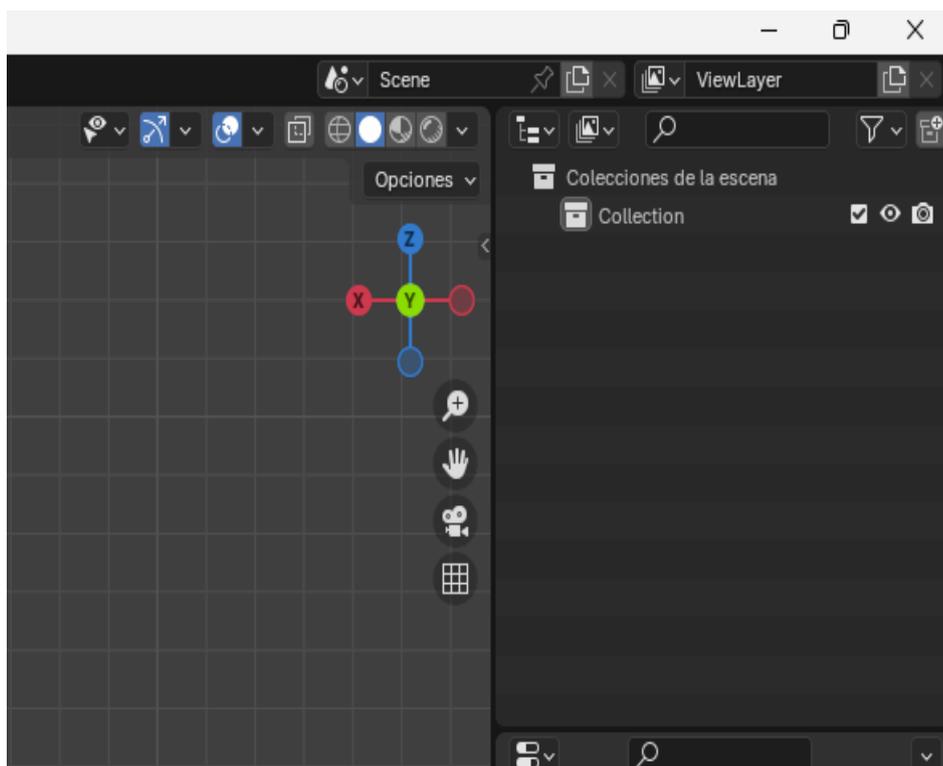


Figura 13: Colocación de la escena en el eje Y.

Esto servirá para colocar la imagen de referencia en el eje frontal. Para colocar la imagen de referencia, permanecemos en el modo objeto y hacemos clic en “Agregar” como muestra la figura 14.

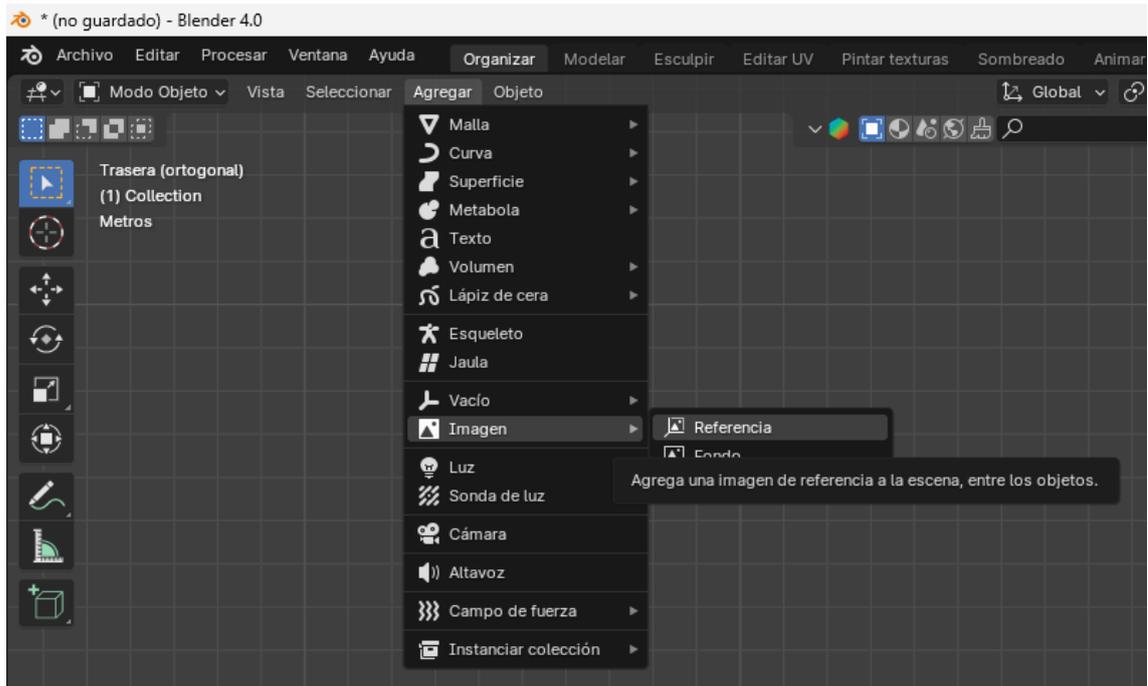


Figura 14: Agregar imagen de referencia.

Una vez que se hizo clic en “Agregar”, se desplegó un menú de opciones en el que hacemos clic en “Imagen” y luego en “Referencia” para que se abra una ventana y podamos escoger la imagen que se encuentra en el dataset, como se ilustra en la figura 15.

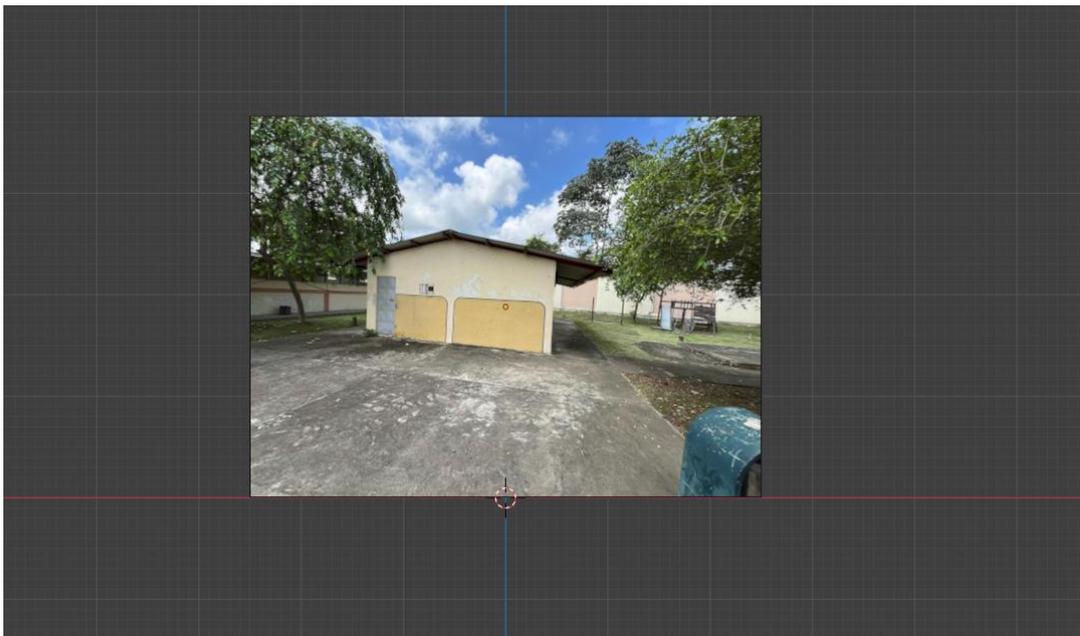


Figura 15: Imagen de referencia agregada del dataset.

Creamos un plano de la misma manera que agregamos una imagen, pero esta vez elegimos la opción “Malla” y luego en “Plano”. Se agregará un plano para comenzar a hacer la estructura, como se muestra en la figura 16.

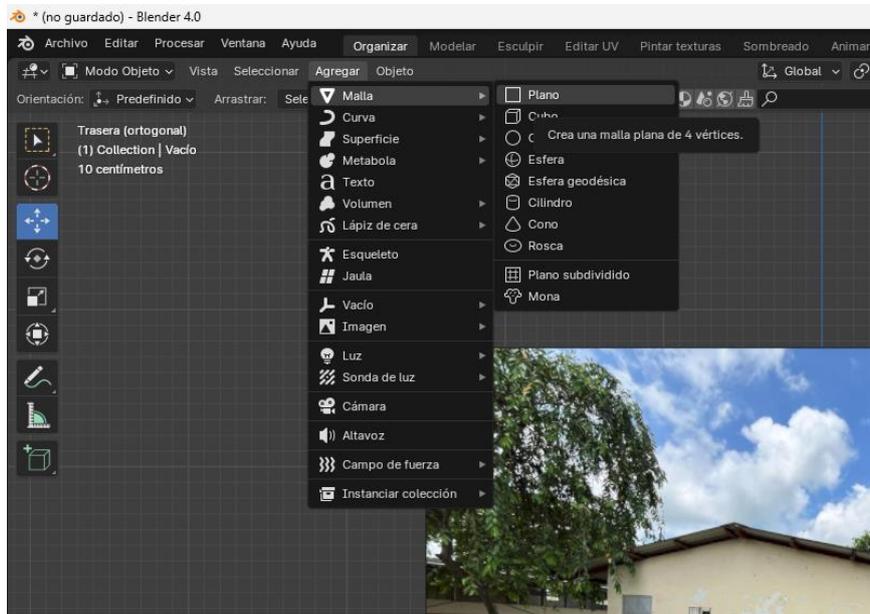


Figura 16: Agregar plano.

Una vez creado el plano, lo ajustamos de tamaño de acuerdo a la estructura con la tecla “S”, Se puede combinar la tecla “S” con las teclas “X”, “X” y “Z” para ajustar el tamaño de acuerdo al eje seleccionado, como se ilustra en la figura 17.

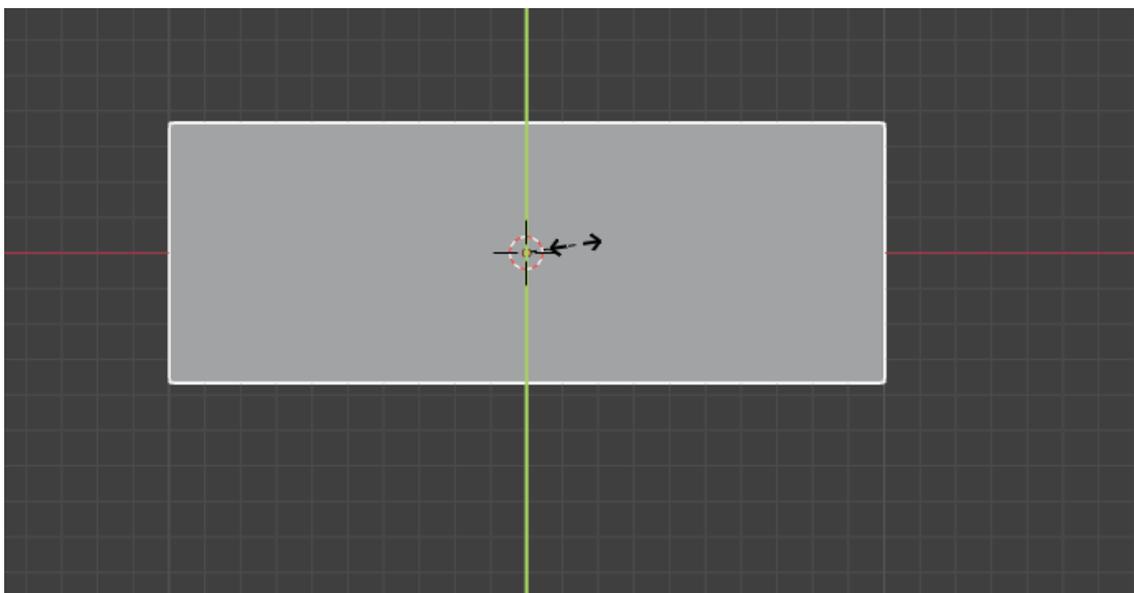


Figura 17: Ajuste del tamaño del plano.

Posteriormente, colocamos el objeto en modo “Edición” y seleccionamos la herramienta “Cortar Bucle” para hacer cortes en el plano. Estos cortes permiten extruir al plano. En la figura 18 se muestra los cortes realizados al plano.

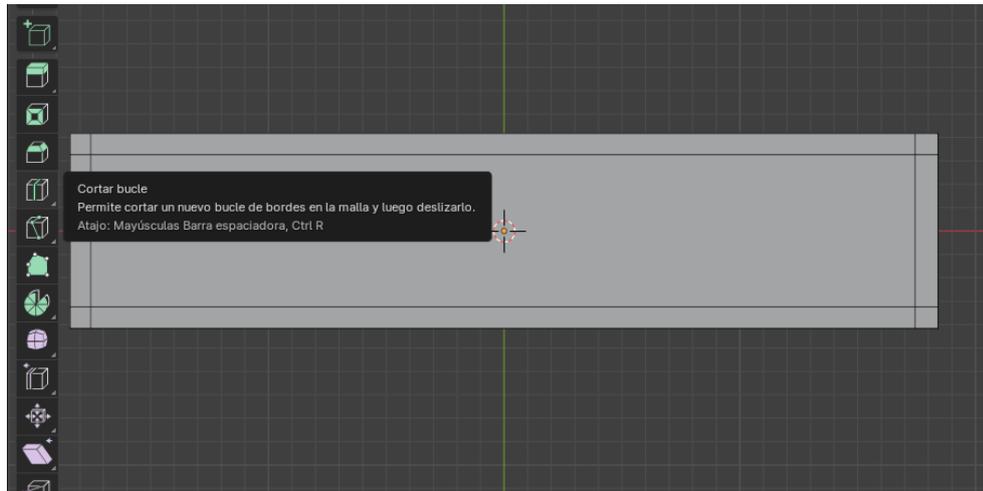


Figura 18: Cortes realizados en el plano.

Luego, seleccionamos las caras que se desean extruir del plano. En el modo de selección, escogemos el modo de caras y seleccionamos las caras, como lo muestra en la figura 19.

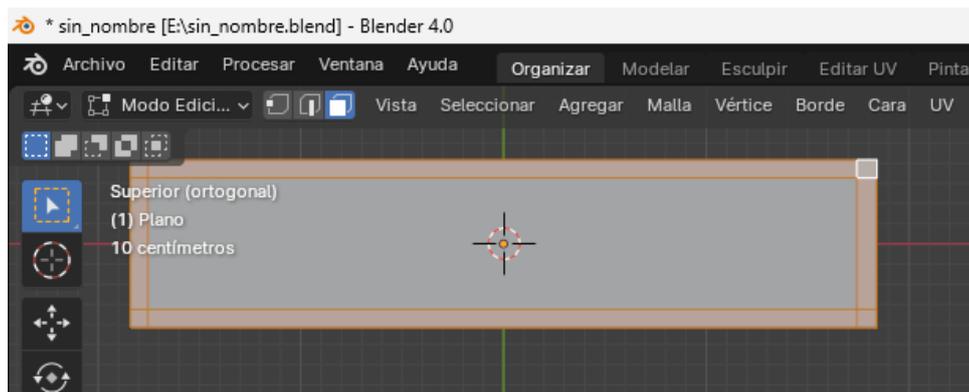


Figura 19: Modo de caras y selección de caras.

En la figura 20 muestra como extruir las caras usando la herramienta “Extruir despegable” de las caras seleccionadas anteriormente del plano, de acuerdo con la estructura que estamos modelando.

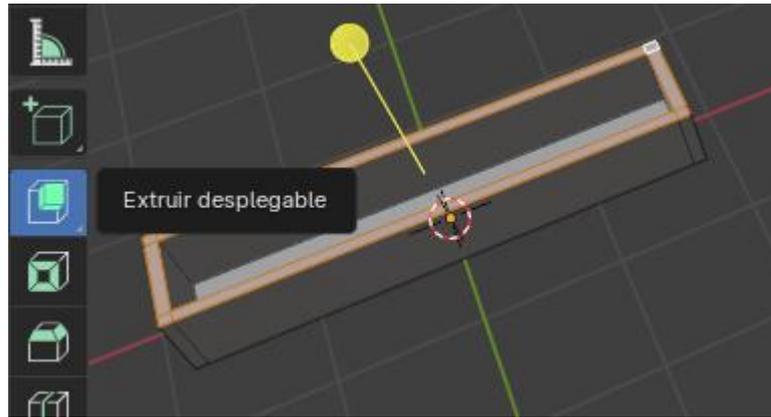


Figura 20: Uso de la herramienta "Extruir desplegable".

Posteriormente, se procede a colocar los colores que se asemejen a los de la estructura de referencia. En la figura 21 se muestra los colores que se han aplicado al plano, los cuales son casi idénticos a la de la estructura real.

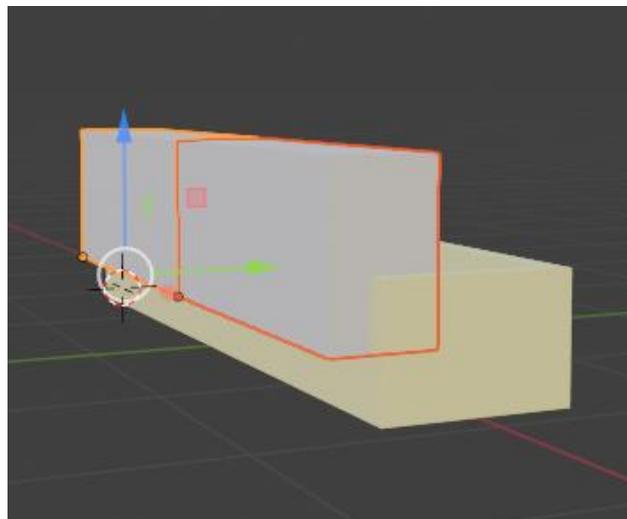


Figura 21: Colocación de colores al plano.

Para hacer las aberturas para la ventanas y puertas, creamos modificadores booleanos con la ayuda de cubos o planos. Primero insertamos un cubo o un plano y ajustamos al tamaño de una ventana o puerta. Luego, al plano o cubo que insertamos y ajustamos su tamaño, lo colocamos en donde iría la ventana. No importa si atraviesa el plano principal, como lo muestra en la figura 22.

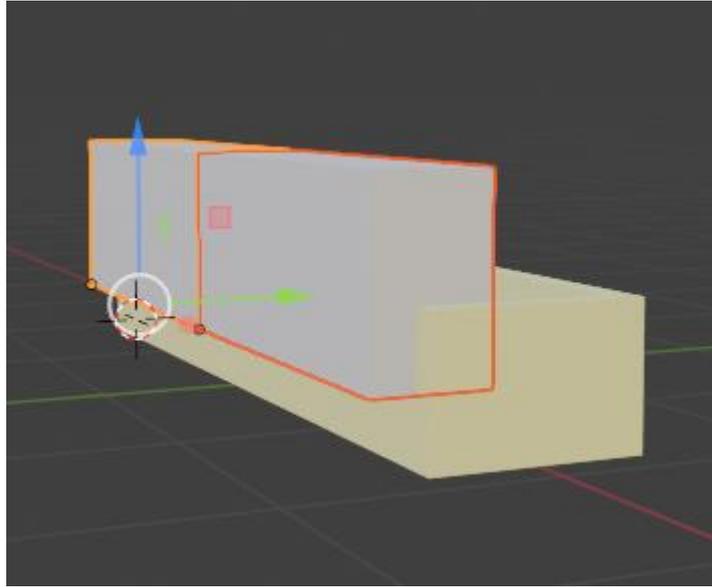


Figura 22: Cubos insertados en el plano principal para las aberturas de las ventanas.

Seleccionamos el plano principal y, con la ayuda de la herramienta “Modificadores”, escogemos el modificador “Generar” y luego seleccionamos “Booleana”, como lo ilustra la figura 23.

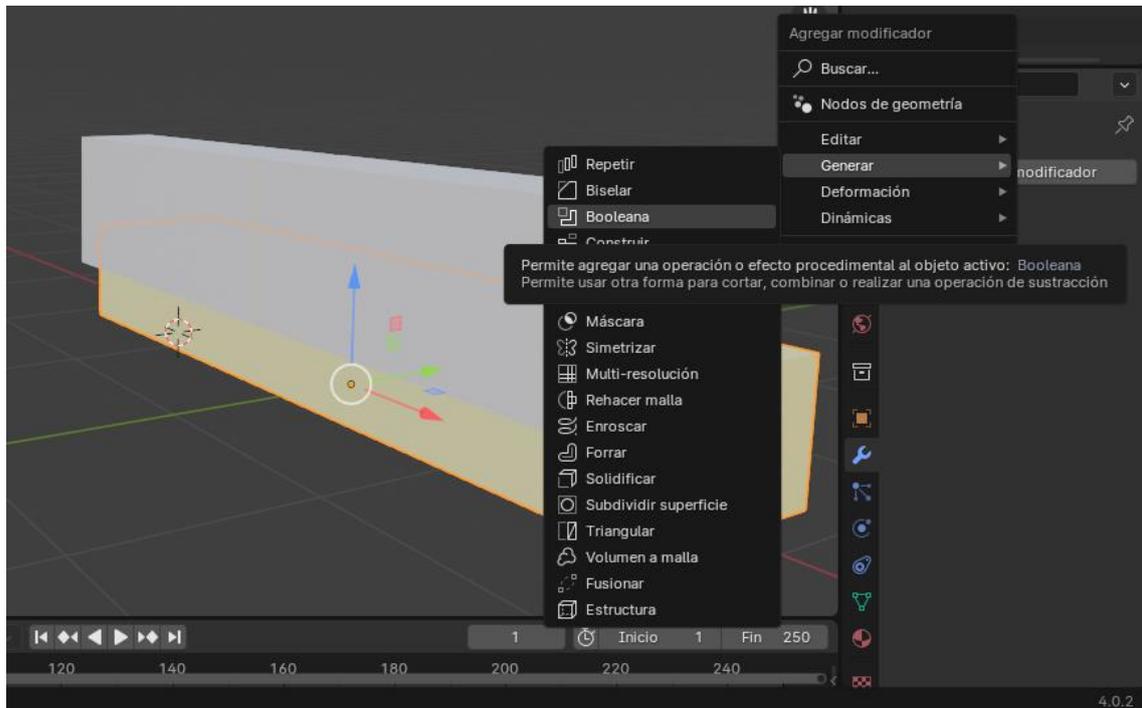


Figura 23: Uso de la herramienta "Booleana".

En figura 24 se ilustra cómo quedan las aberturas de las ventanas con el uso de la herramienta “Modificadores”.

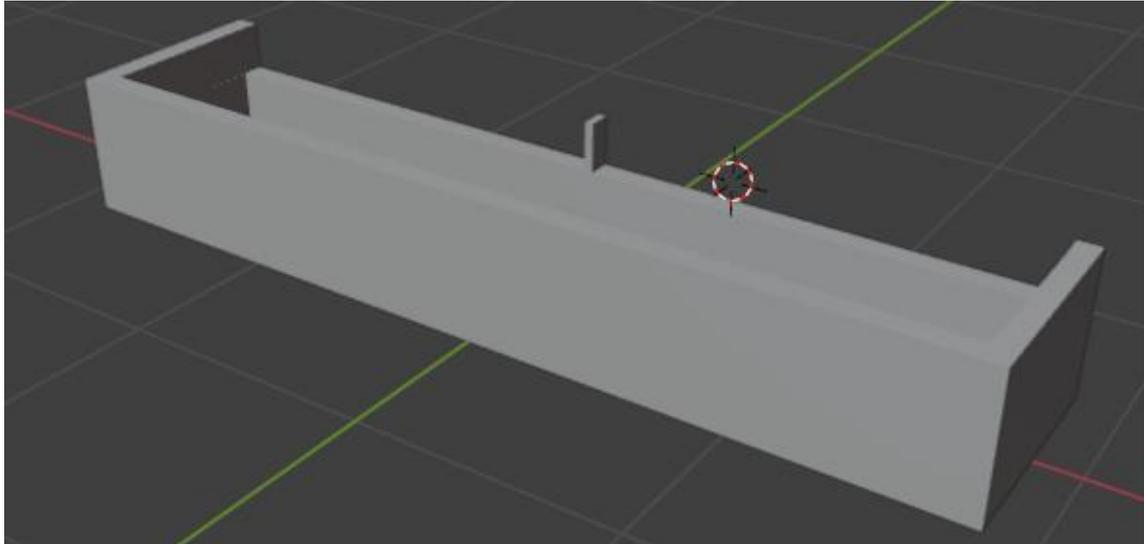


Figura 24: Plano con los modificadores aplicados.

Las ventanas y puertas fueron modeladas a partir de cubos y planos. Se usaron otras herramientas para hacer posible que la estructura sea lo más realista posible. En la figura 25 se puede apreciar el resultado final de cómo quedó el modelado de la estructura.

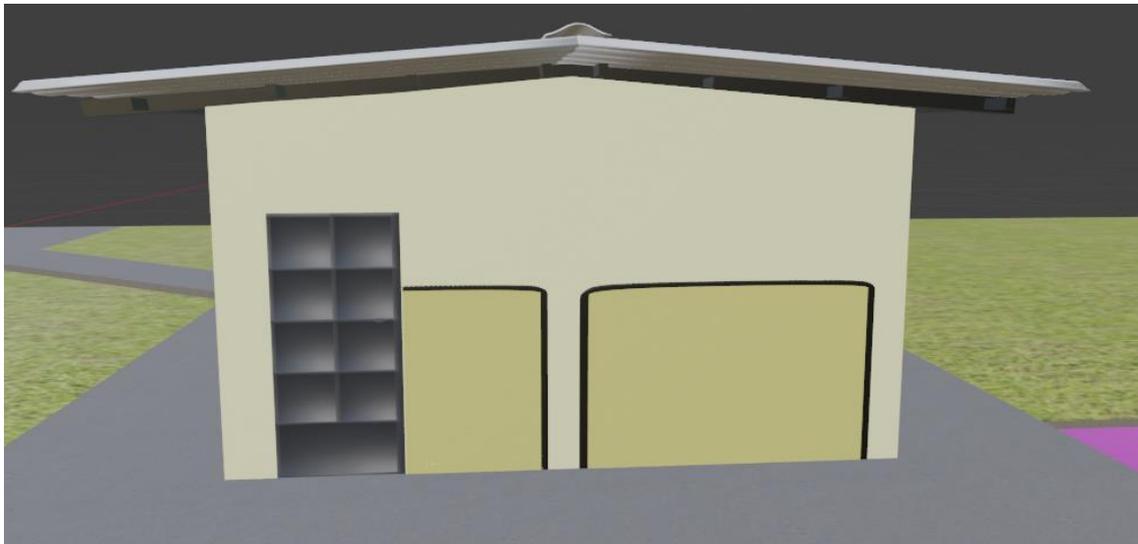


Figura 25: Estructura terminada.

Una vez explicado cómo se crean poco a poco las estructuras a partir de objetos 3D, se procedió al modelado de toda la parte externa de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina, como se observa en la figura 26.

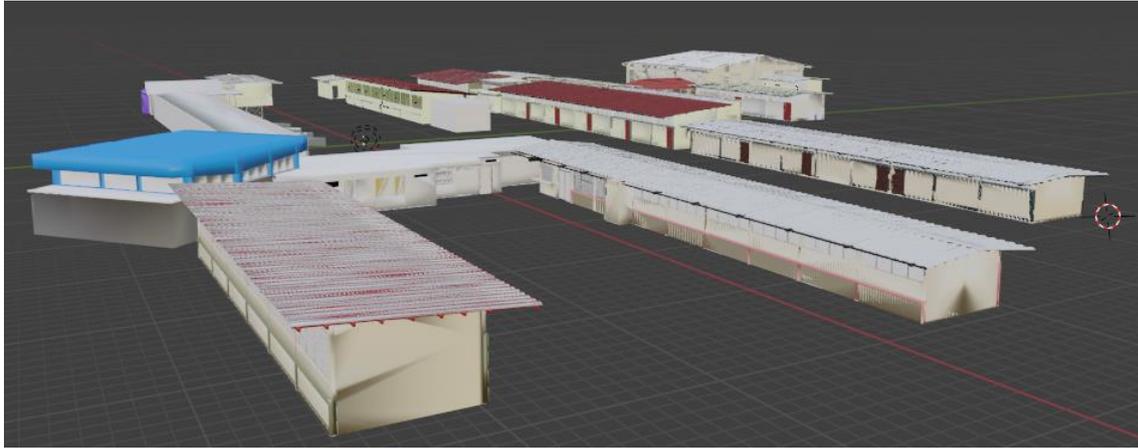


Figura 26: Modelado 3D de la estructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.

- Texturización y Objetos 3D:** Para lograr que los objetos tridimensionales se asemejen a la realidad, se desarrollaron texturas mediante el uso de la herramienta Materialize. Esta herramienta convierte imágenes en texturas que son compatibles tanto con Blender como con Unity. En la figura 27, se detalla el proceso de creación de texturas para alcanzar el máximo realismo. Inicialmente, la imagen se exportó a Materialize, lo que permitió añadir características como rugosidad, relieve y sombras. A continuación, se generaron diversas imágenes de la textura con sus respectivas propiedades, incluyendo el **Height Map**, que define la variación de altura de la superficie; el **Diffuse Map**, que especifica el color y apariencia; y el **Normal Map**, que simula los detalles de la superficie. Finalmente, en Blender, se utilizaron nodos para aplicar estas texturas a los objetos, garantizando una integración sin problemas en la plataforma Unity.

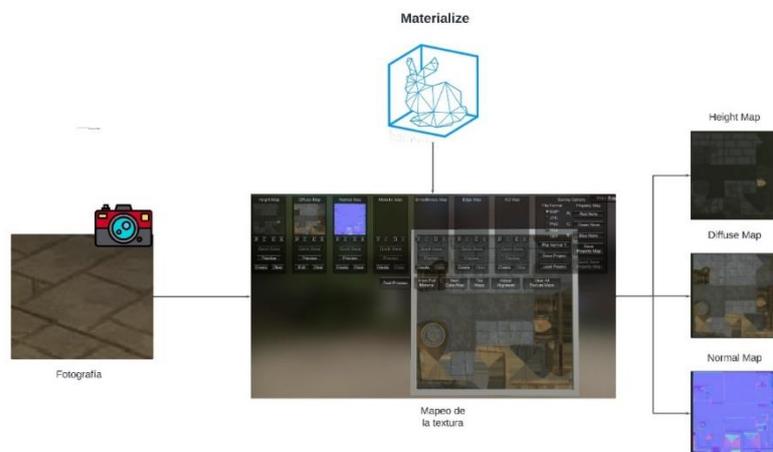


Figura 27: Proceso de creación de texturas

- **Creación de avatar:** Para la creación del avatar se usó la página web Ready Player Me, la cual permite crear un personaje animado a partir de una fotografía del rostro de una persona. En la figura 28 se puede apreciar cómo, a partir de la fotografía, este software, con el uso inteligencia artificial, crea un avatar similar al de la persona fotografiada.



Figura 28: Creación de avatar con Ready Player Me.

Una vez generado el avatar, se procedió a descargarlo en formato. glb, pero este formato no sirve para poder importarlo a la plataforma Unity. Se realizaron una serie de pasos para poder importarlo.

Primeramente, se importó el avatar a Blender 3D, como se aprecia en la figura 29.



Figura 29: Avatar importado a Blender 3D.

Esto se hizo para poder exportar el avatar a un formato aceptado por la herramienta Mixamo, la cual es una herramienta para poner animaciones al avatar, pero solo la usamos para colocar al avatar en una posición en T. Una vez importado el avatar en Blender, nos dirigimos a la pestaña “Archivo”, luego en “Exportar” y escogemos “FBX”, como se aprecia en la figura 30.

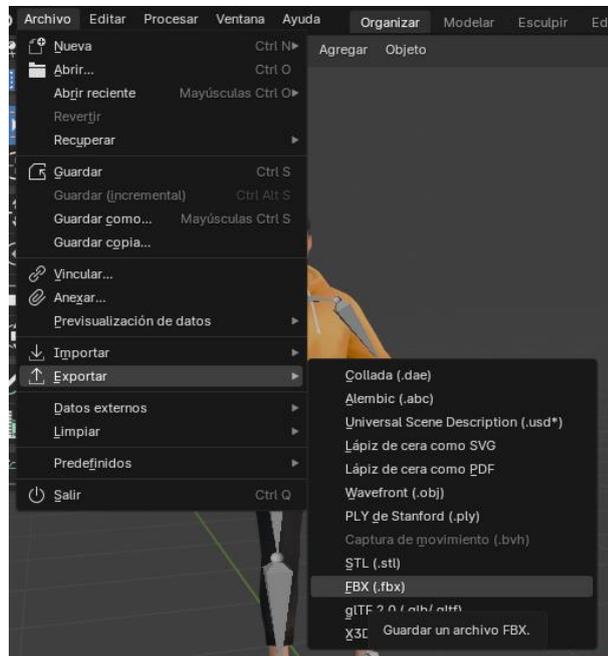


Figura 30: Manera de exportar el avatar en formato FBX.

Luego de eso, seleccionamos la opción “FBX”, y aparecerá la siguiente ventana en la cual elegiremos las opciones necesarias, seleccionaremos el directorio donde se guardará el avatar y le daremos un nombre para exportarlo, como se muestra en la figura 31.

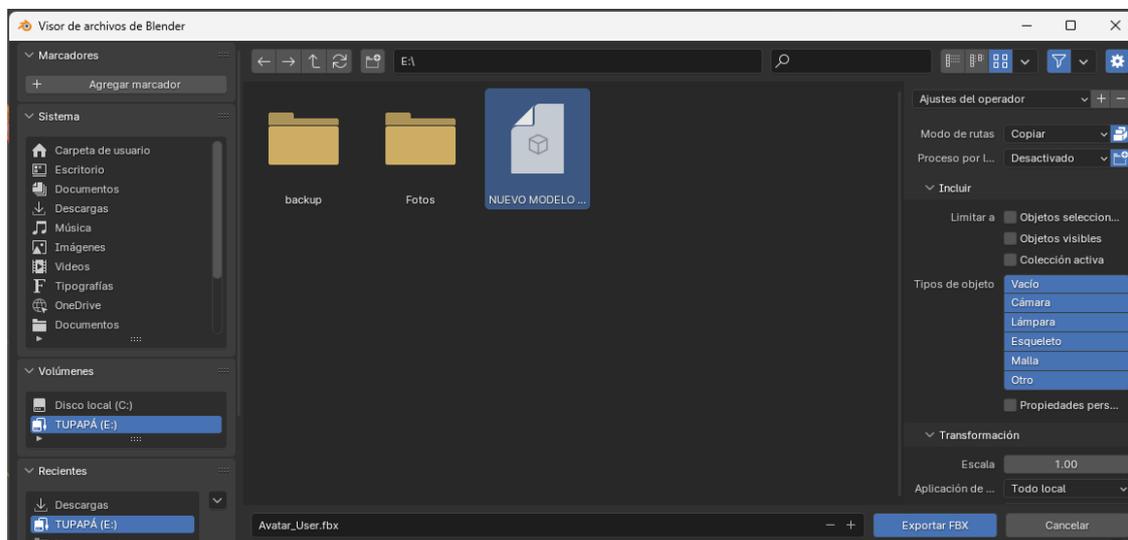


Figura 31: Selección de ruta donde se guardará con su respectivo nombre y las opciones necesarias para la exportación del avatar.

Ahora, el avatar exportado lo importaremos a Mixamo. Damos clic en “Subir Personaje” y buscamos el avatar en el directorio donde se ha guardado, como se aprecia en la figura 32.

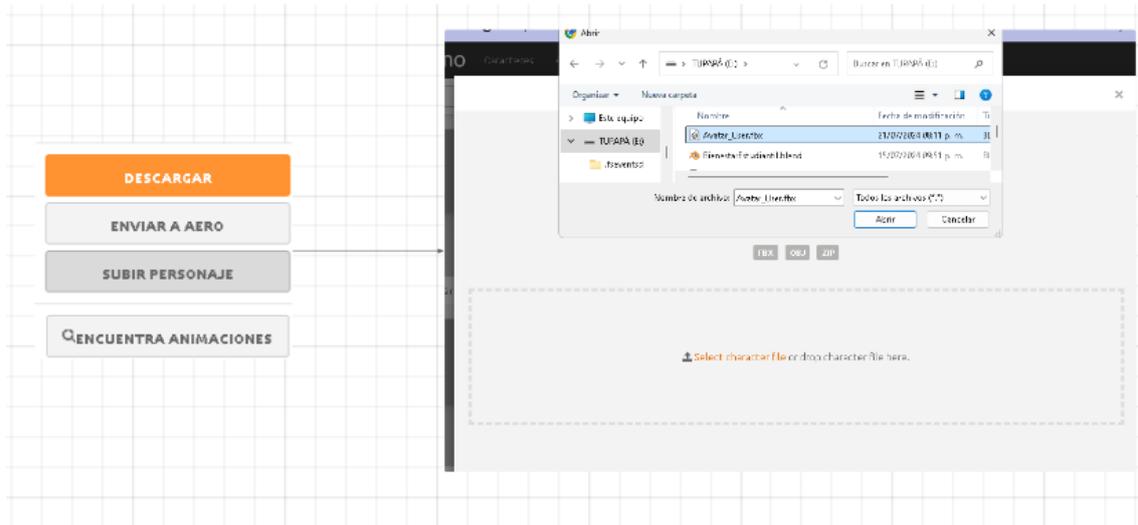


Figura 32: Proceso para subir personaje a Mixamo.

La figura 33 ilustra cómo quedaría nuestro avatar subido a la herramienta Mixamo. Una vez importado, se lo procede a descargarlo en formato FBX para Unity en pose de T, lo cual se muestra en la figura 34.

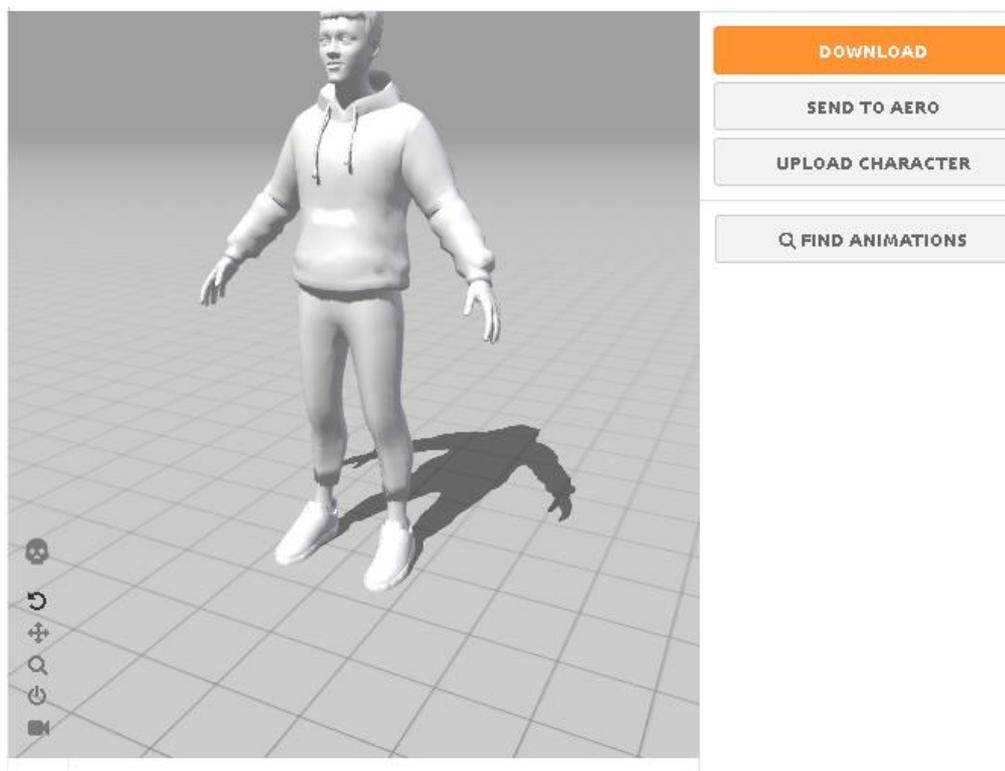


Figura 33: Importación de avatar a Mixamo.

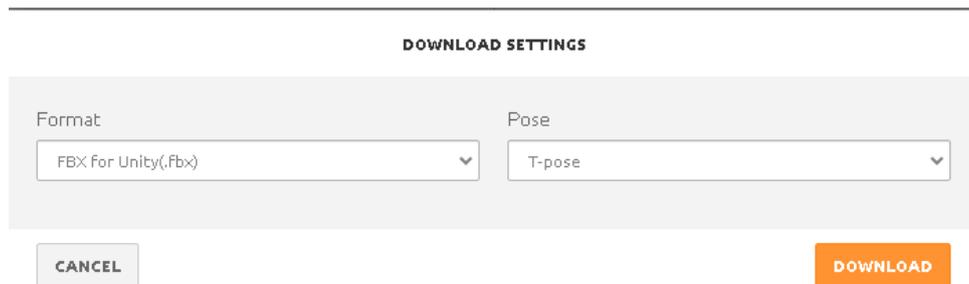


Figura 34: Opciones de descarga para el avatar en Mixamo.

- **Integración en Unity:** Una vez terminado el modelado 3D y la creación del avatar, se procede a importar todo a Unity 3D. Al igual que con el avatar, se exporta el modelado de las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina de la misma manera.

Para la importación del modelado 3D y el avatar a Unity, primero se creó un proyecto con las configuraciones necesarias para ejecutar el entorno, como lo muestra la figura 35.

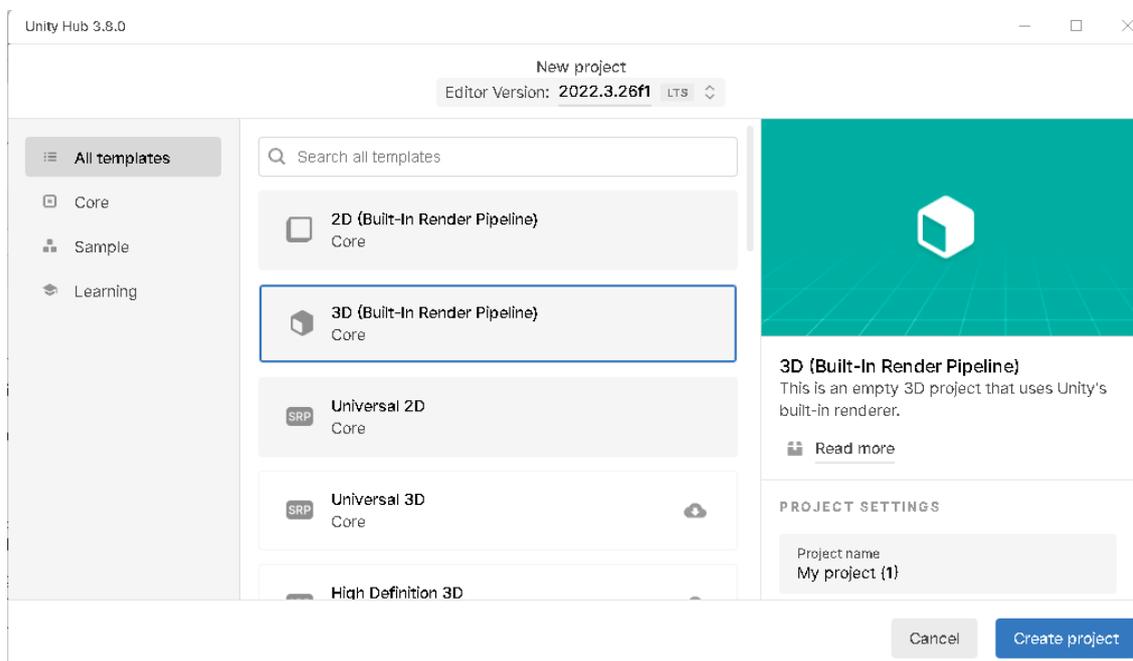


Figura 35: Creación de un nuevo proyecto en Unity.

Una vez creado el proyecto, procedemos a ejecutar el entorno creado, como se aprecia en la figura 36.

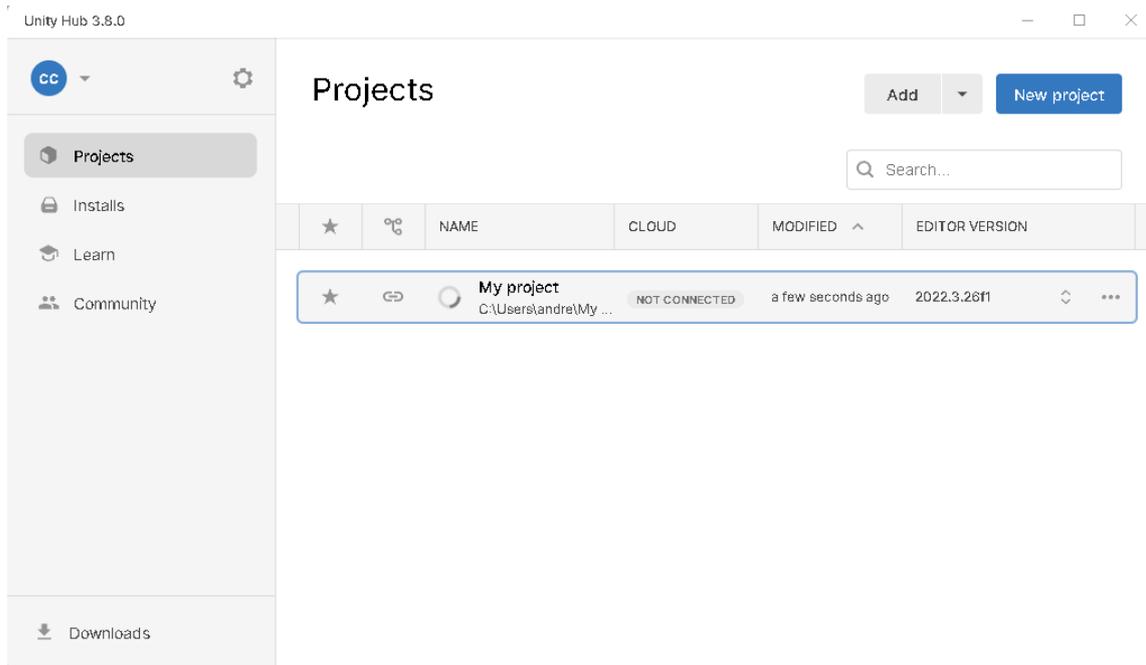


Figura 36: Ejecución del entorno Unity.

En la figura 37 muestra que, al ejecutar el proyecto de Unity, aparece una ventana en la cual se están cargando los recursos necesarios para desplegar el entorno.

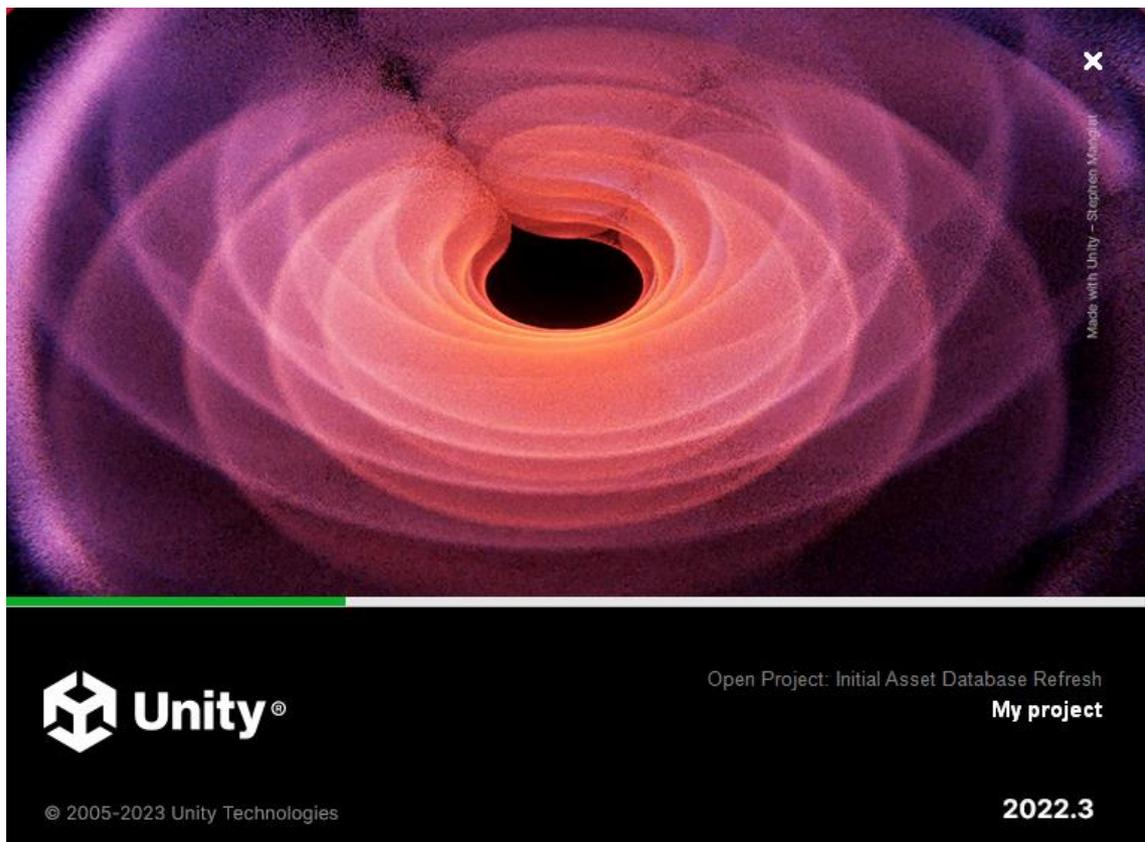


Figura 37: Pantalla de carga del proyecto.

Una vez cargado los recursos necesarios, aparecerá la siguiente pantalla, donde podemos observar el entorno de desarrollo que se ha generado para el modelado 3D y el avatar, como se aprecia en la figura 38.

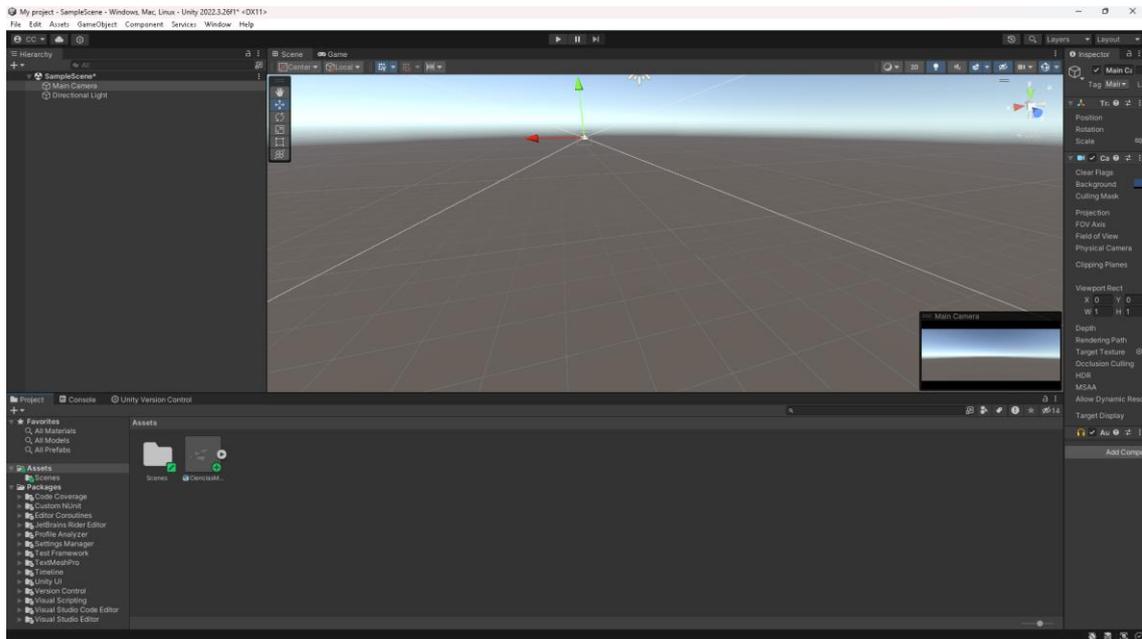


Figura 38: Entorno de desarrollo creado en Unity.

Ahora exportamos el modelado 3D a Unity desde Blender. En la pestaña “Archivo”, buscamos “Exportar” y seleccionamos el formato FBX para guardar el archivo en un directorio, como se ilustra en la figura 39.

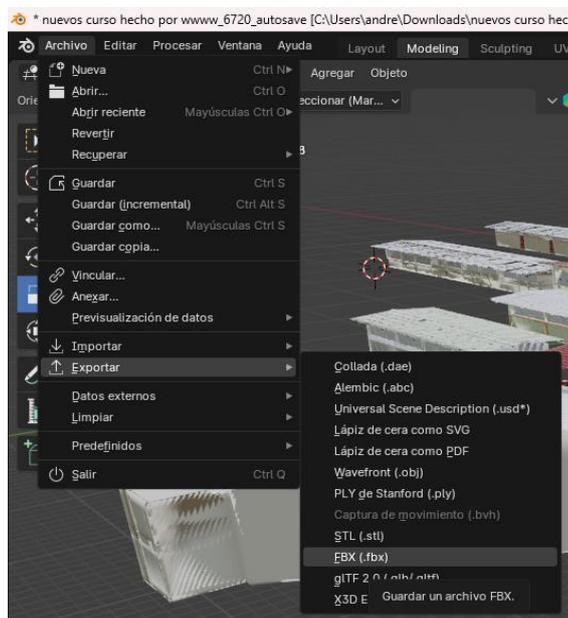


Figura 39: Proceso para exportar modelado 3D.

Luego, vamos a Unity en el entorno que hemos creado, buscamos el archivo donde se guardó y lo arrastramos al panel de “Assets”, como se aprecia en la figura 40.

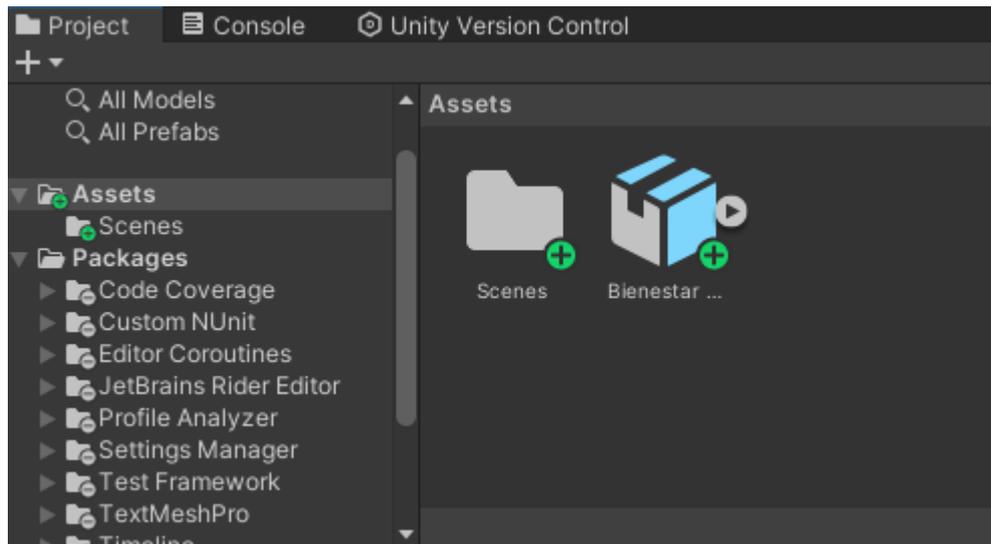


Figura 40: Modelado 3D importado a Unity.

En la figura 41 se puede observar cómo al modelado 3D se arrastró al apartado de las escenas y se cargó en el entorno de Unity.

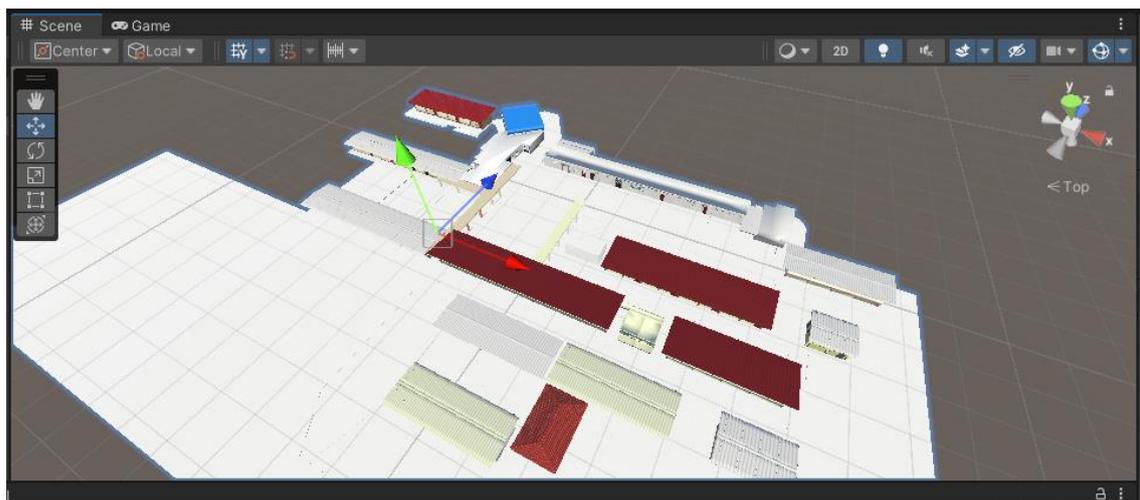


Figura 41: Modelado 3D en Unity.

Se puede observar que algunas texturas y colores no se han importado correctamente. Para solucionar este problema, vamos al inspector, donde podemos observar algunas características del modelado. En este caso, seleccionamos la opción que dice “Materials”, en la cual se extraerán las texturas y materiales del modelado 3D, como se puede observar en la figura 42.

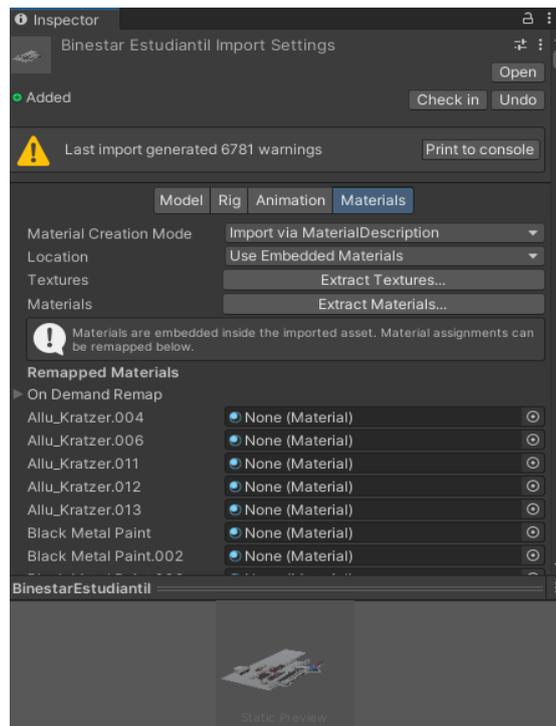


Figura 42: Opciones para extraer texturas y materiales del modelado 3D.

Ahora, podemos observar en la figura 43 que las texturas y materiales se han importado correctamente.

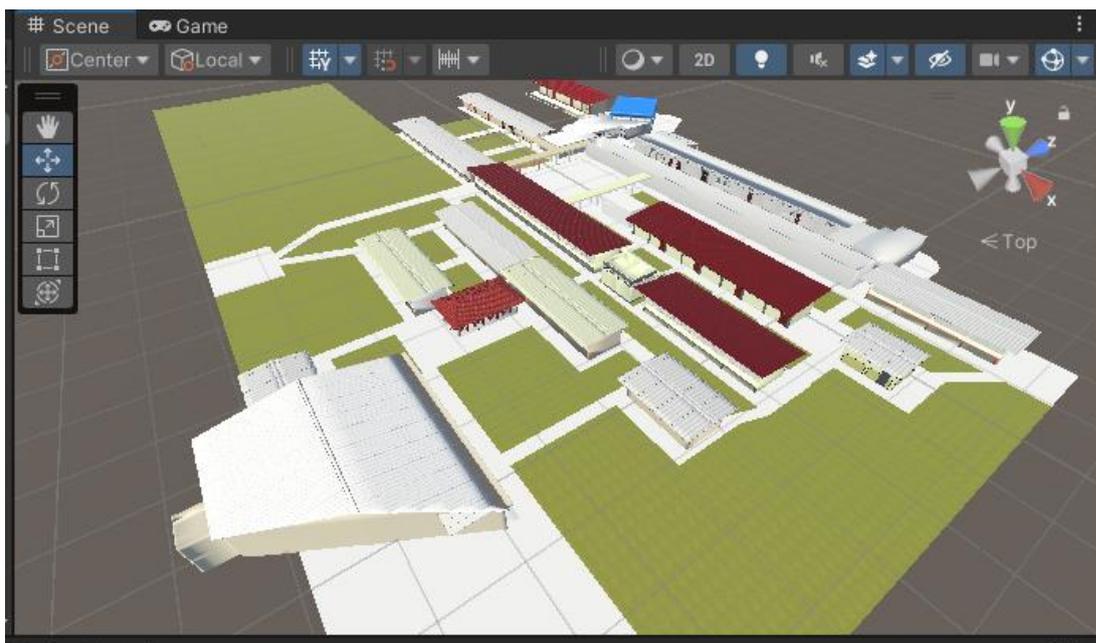


Figura 43: Texturas aplicadas.

Por último, importamos el avatar que creamos anteriormente a Unity de la misma manera que se hizo con el modelado 3D y luego lo colocamos en la escena principal, como se muestra en la figura 44.

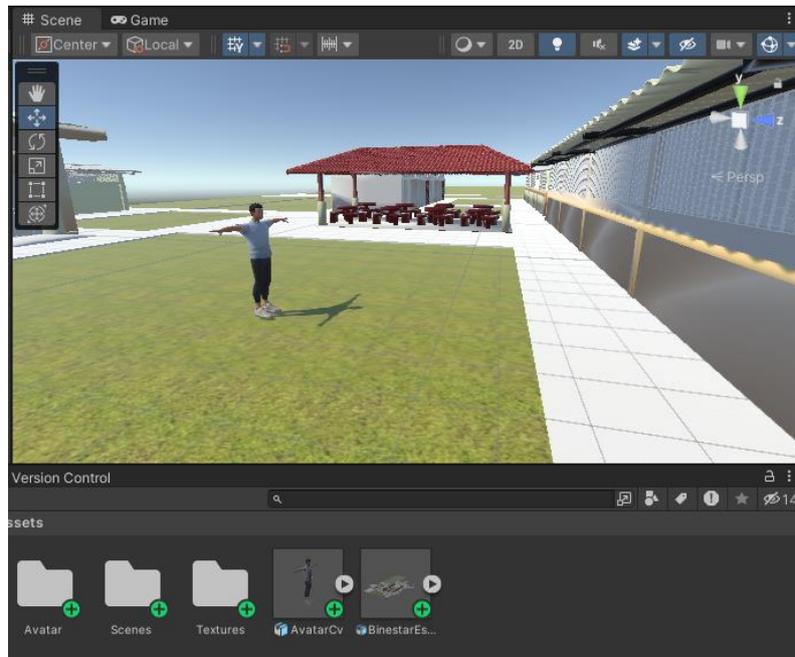


Figura 44: Avatar integrado con el modelado 3D.

Se puede observar que el avatar tiene una posición en T y no tiene ningún tipo de movilidad. Le dotaremos de movilidad siguiendo una serie de pasos, los cuales se detallarán a continuación:

- Primero, nos dirigimos al inspector y buscamos la opción "Rig". En la sección denominada "Animation Type", seleccionamos la opción "Humanoid" y aplicamos los cambios correspondientes, como se muestra en la figura 45.

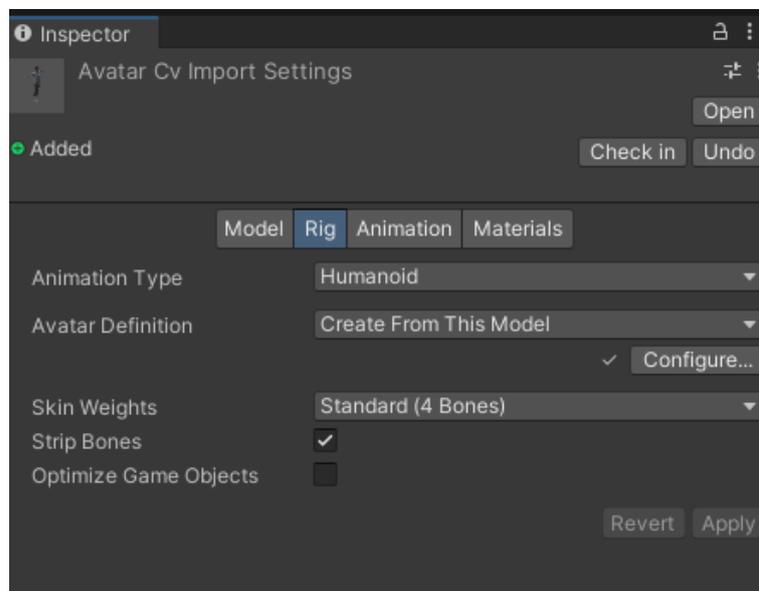


Figura 45: Opciones para convertir en Humanoid al avatar.

- Luego, instalamos un complemento de Unity 3D que permite darle movilidad al personaje. El complemento que se instaló se muestra en la figura 46. Para importar el complemento, solo se necesita tener una cuenta de Unity. Importarlo es fácil: damos clic en la pestaña “Windows”, luego en “Package Manager” y descargamos el complemento, como se ilustra en la figura 47.



Figura 46: Complemento para movilidad en Unity.

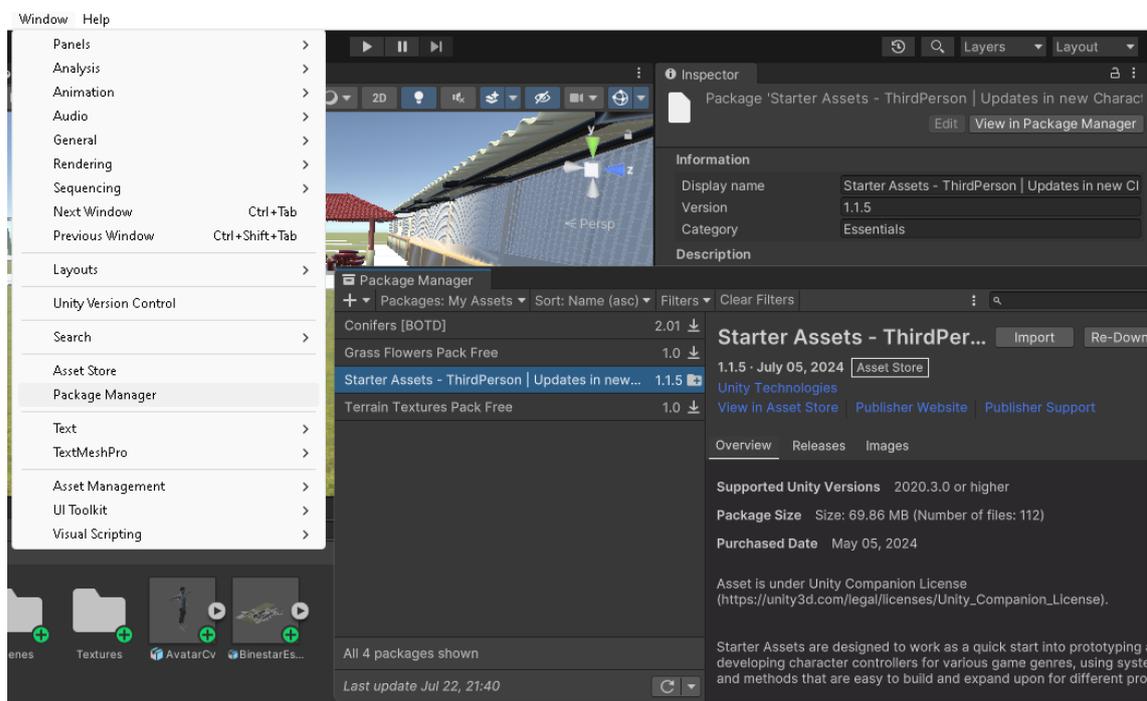


Figura 47: Proceso para descargar el complemento Third Person.

- Después de descargar el complemento, damos clic en “Import”. Aparecerá una ventana en la que seleccionaremos la opción “All”, luego damos nuevamente en “Import” y esperamos hasta que se importen todas las dependencias, como se ilustra en la figura 48.

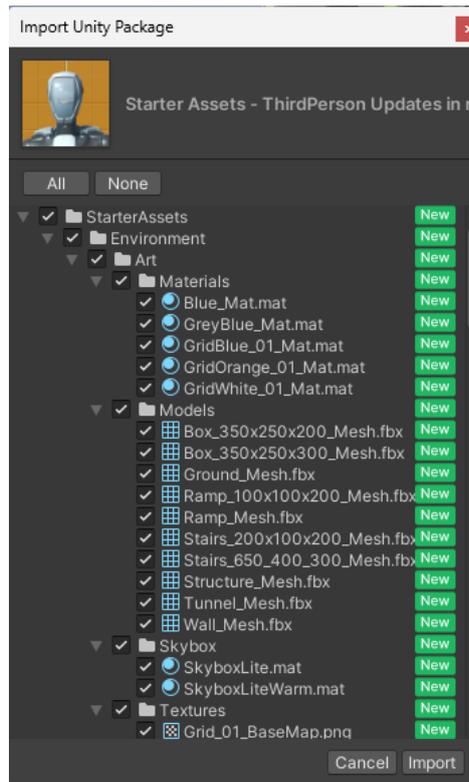


Figura 48: Importación del complemento Third Person.

- Posteriormente, en el buscador de componentes escribimos **PlayerArmature**, **PlayerFollowCamera** y los arrastramos a la escena, como se aprecia en la figura 49.

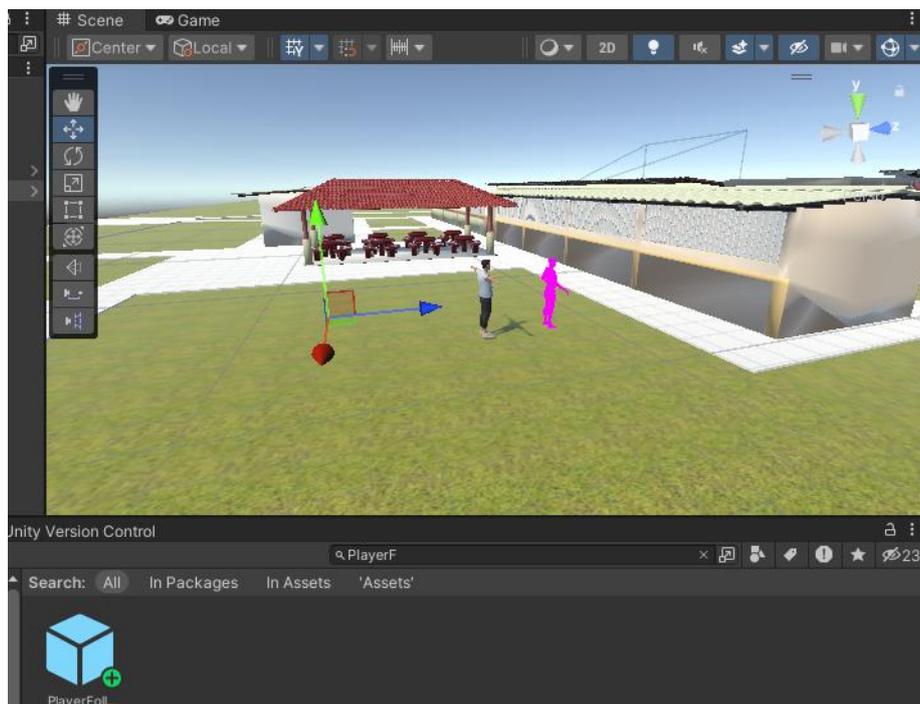


Figura 49: Colocación de los componentes PlayerArmature y PlayerFollowCamera.

- Luego, seleccionamos la cámara principal de la escena y añadimos un componente denominado **CinemachineBrain**, como se muestra en la figura 50.

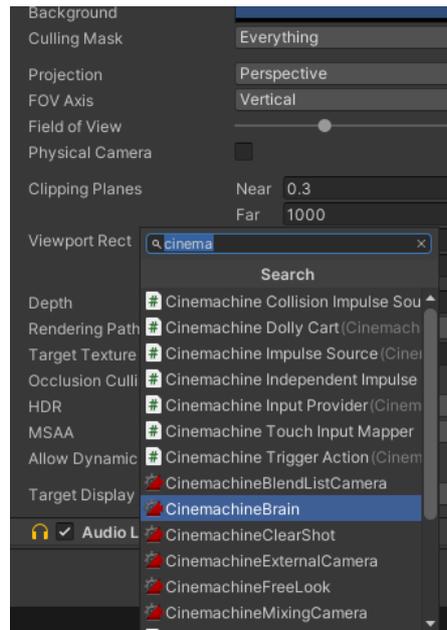


Figura 50: Integración del componente CinemachineBrain.

- Una vez añadido el componente, arrastramos el componente **PlayerArmature** a la opción “World Up Override”, como lo ilustra la figura 51.

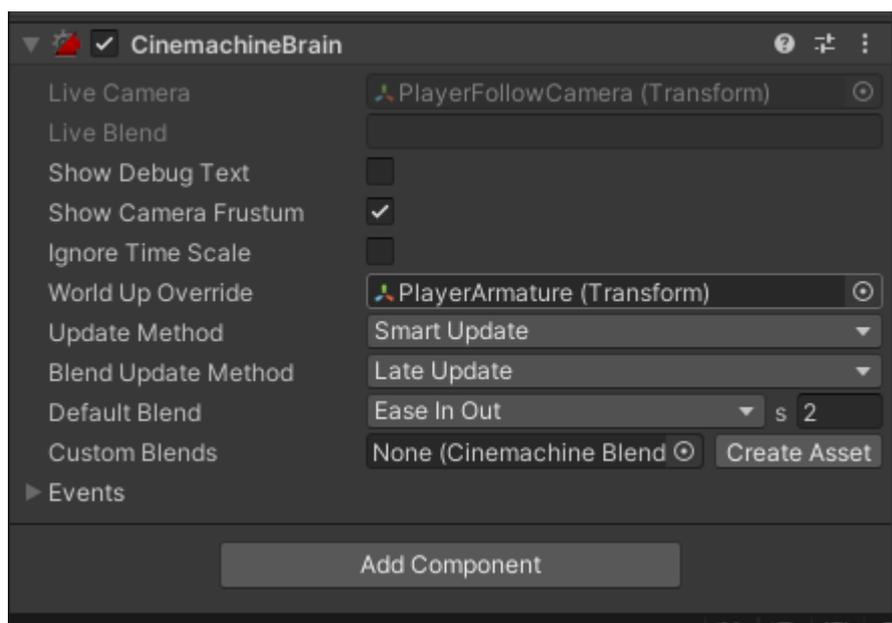


Figura 51. Integración del componente PlayerArmature al componente CinemachineBrain.

- En la figura 52 se ilustra como se arrastró el subcomponente del componente **PlayerArmature** denominado **PlayerCameraRoot** al componente **PlayerFollowCamera**.

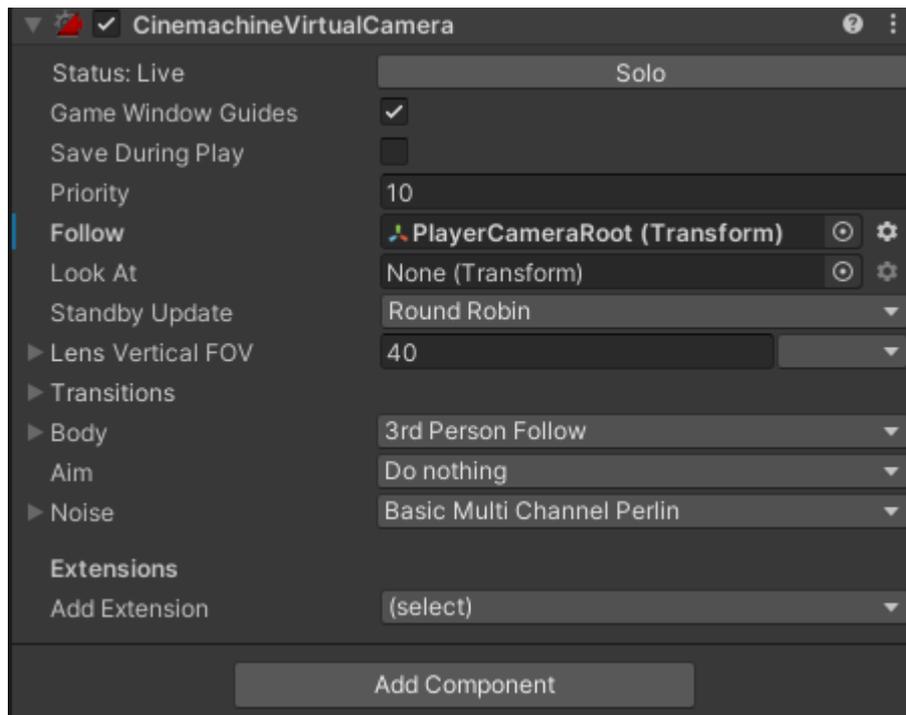


Figura 52: Integración del componente *PlayerCameraRoot*.

De esta manera, el componente ***PlayerArmature*** ya tiene movilidad, como se ilustra en la figura 53.



Figura 53: Navegación por las instalaciones con el componente *PlayerArmature*.

Ahora fusionamos al avatar con el componente ***PlayerArmature***. De esta forma, el avatar tendrá movilidad y podrá explorar la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.

Anteriormente, el avatar se exportó al entorno de trabajo. Seleccionamos el avatar y, en el tipo de animación escogemos la que dice **Humanoid**, como se aprecia en la figura 54.

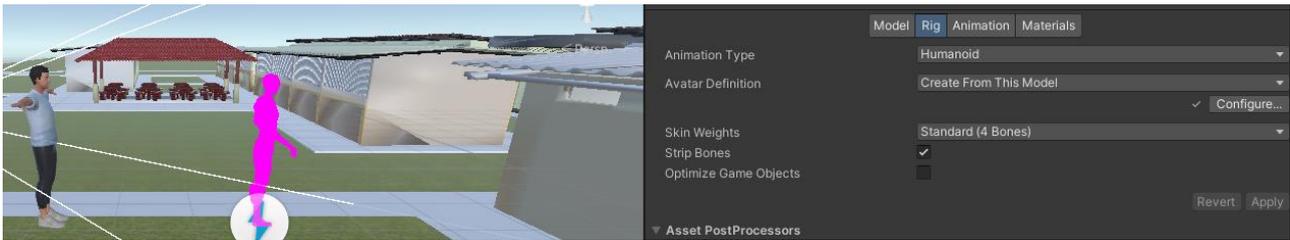


Figura 54: Selección de plataforma para el avatar.

El componente **PlayerArmature** tiene un avatar configurado por defecto; reemplazamos ese avatar con el nuestro, como se ilustra en la figura 55.

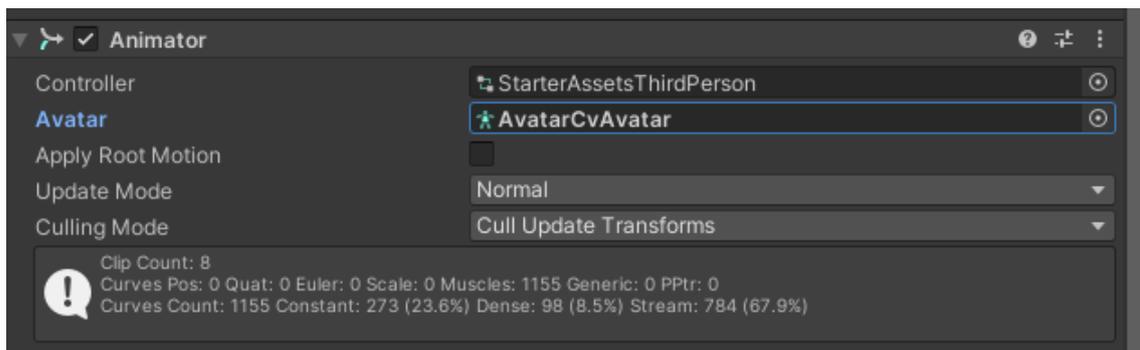


Figura 55: Reemplazo del avatar.

En la figura 56 se observa que el avatar se colocó en la misma posición que el componente **PlayerArmature**.

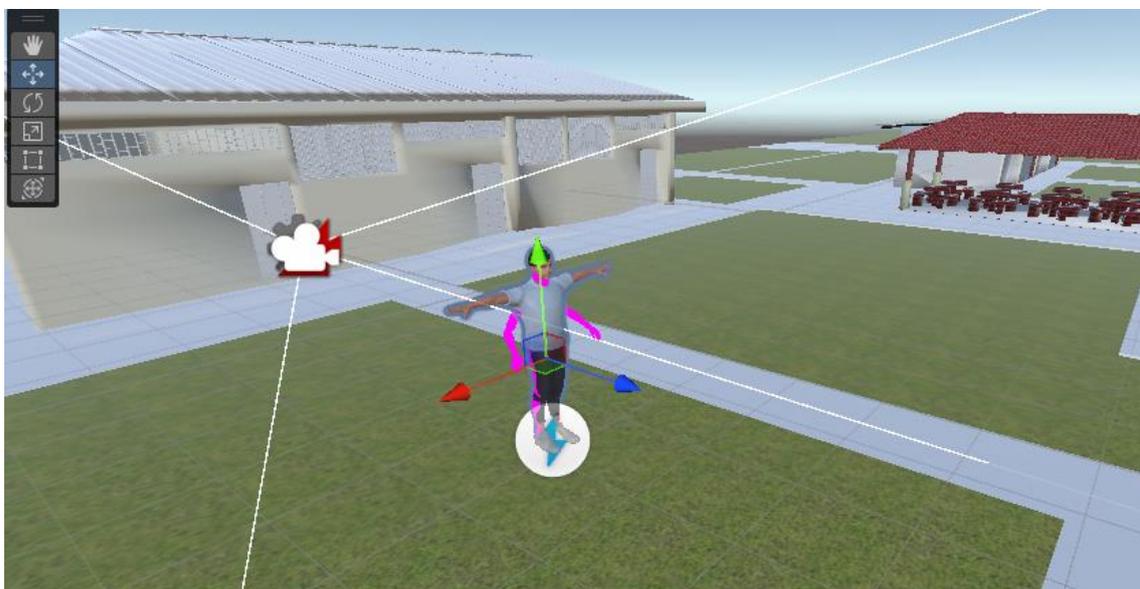


Figura 56: Colocación del avatar en la posición del componente **PlayerArmature**.

Finalmente, en el inspector de elementos, movemos el avatar al componente *PlayerArmature* y eliminamos los elementos de *Geometry* y *Skeleton*. Con esto, tendremos el modelado 3D con sus texturas y el avatar listo para navegar en el entorno de las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina. Esto se puede observar en la figura 57.



Figura 57: Modelado 3D y avatar, implementados en el entorno de Unity.

- **ChatBot:** En la plataforma **Canvai**, el primer paso es crear una cuenta, preferiblemente integrándola con **Google**. Posteriormente, se genera la clave API, indispensable para futuras interacciones, y se procede a copiarla.

A continuación, se personaliza el personaje. Este proceso incluye asignarle un nombre, seleccionar una voz adecuada, redactar una descripción representativa y definir el idioma principal de comunicación. Es importante volver a seleccionar la voz en esta etapa.

El diseño del avatar se lleva a cabo mediante la herramienta **Redy Player Me**, que ofrece amplias opciones de personalización estética. Luego, se carga un repositorio de información relevante que incluyen datos sobre Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina, el decano, el subdecano, información general de la universidad, así como los nombres de las autoridades. Este paso garantiza que el NPC (Personaje no jugador), cuente con el contexto necesario para sus interacciones. En la figura 58, se detalla la primera parte del proceso para configurar el NPC.

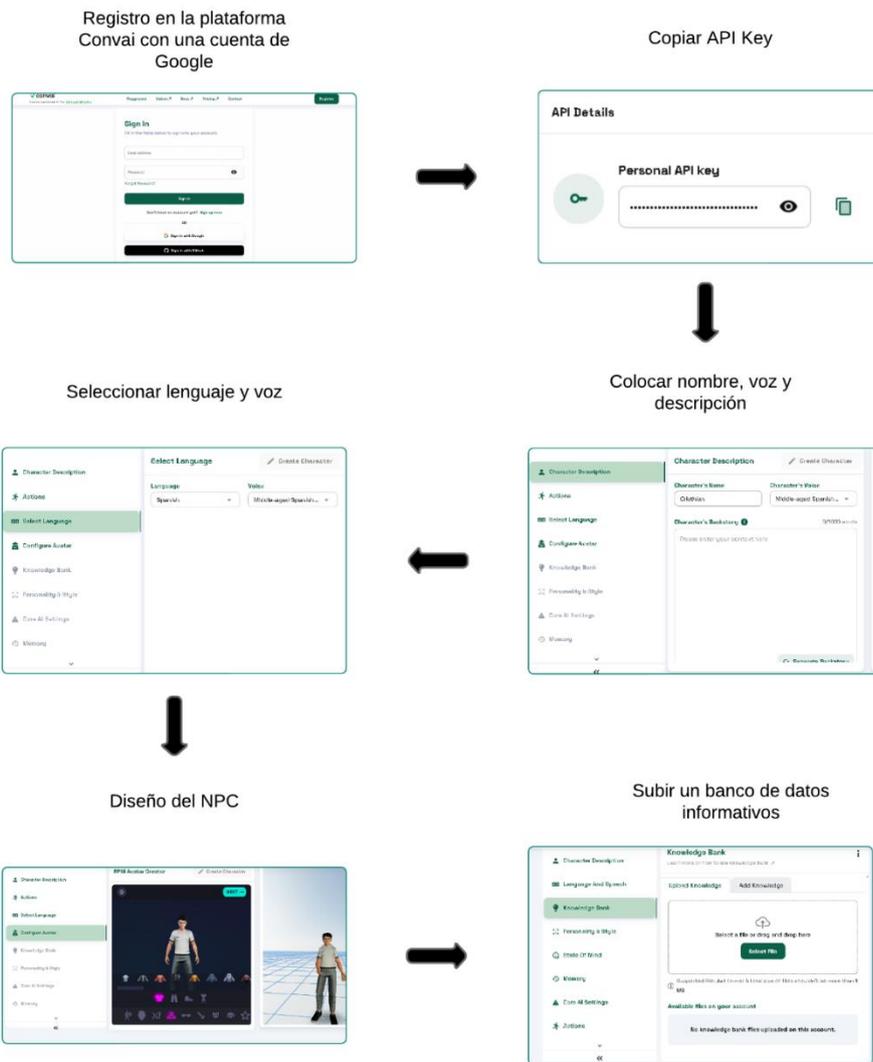


Figura 58: Primera parte del proceso de configuración del NPC.

Posteriormente, realizamos pruebas con el NPC utilizando el banco de datos informativos proporcionado. Durante este proceso, también se configuró su personalidad, eligiendo si será extrovertido, introvertido o ajustándolo a las características que deseemos. Además, se ajustó su estado de ánimo, es decir, sus emociones.

La figura 59, se aprecia el resultado de la configuración del NPC.

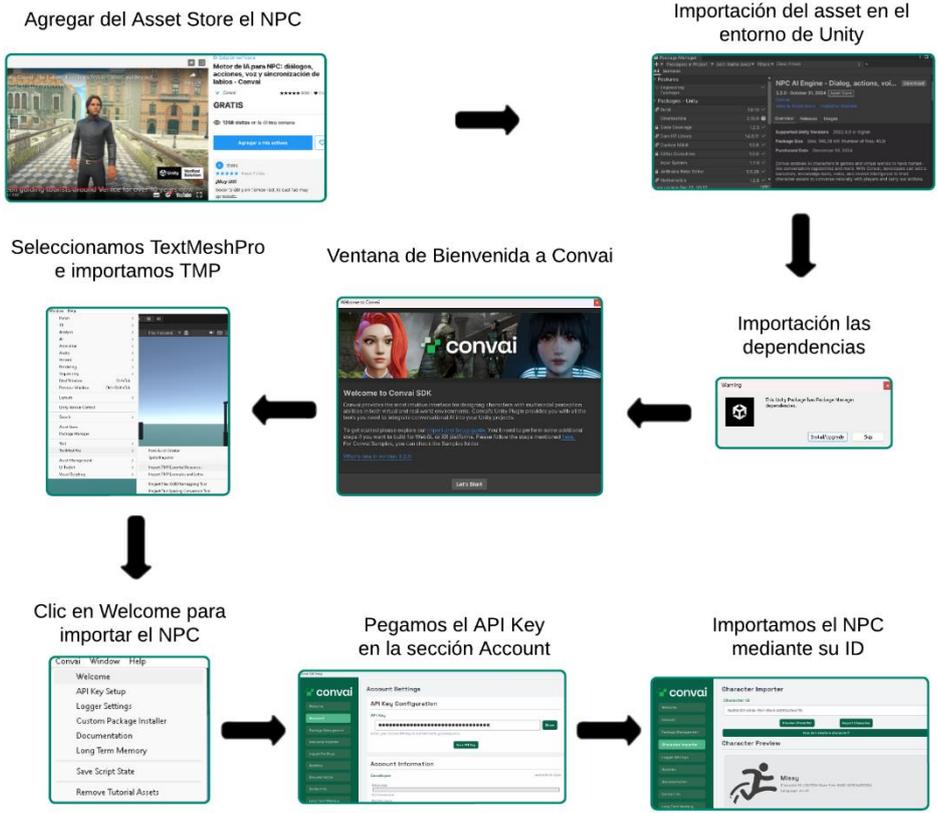


Figura 60: Proceso de importación del NPC.

- **Interfaz de usuario:** La figura 61 muestra una pantalla de carga antes de que el menú principal aparezca.



Figura 61: Pantalla de carga.

La interfaz de usuario se diseñó en la plataforma Unity, como se ilustra en la figura 62.

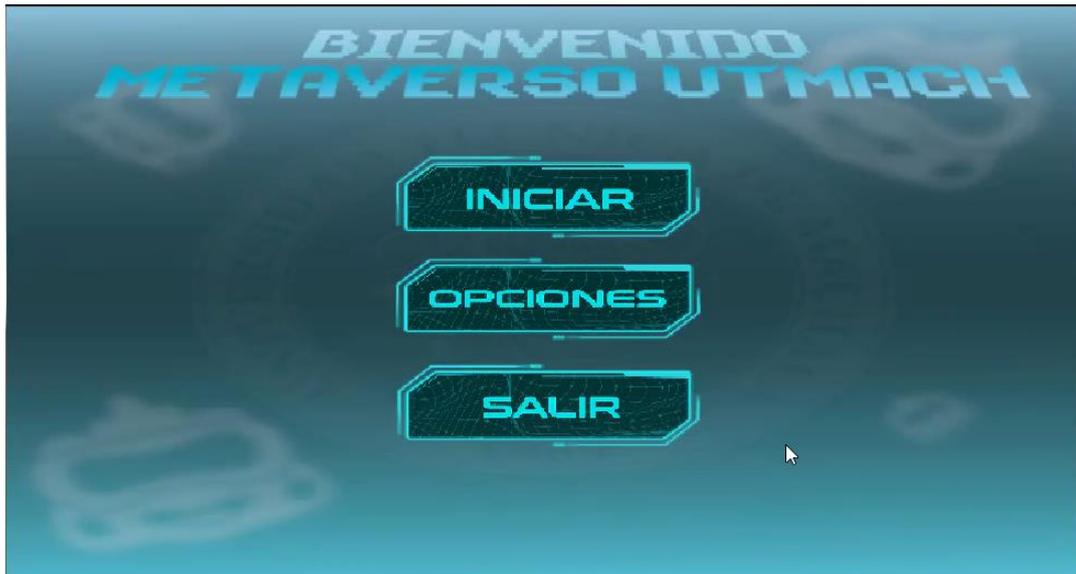


Figura 62: Menú principal.

En el menú principal se pueden observar tres botones, cada uno con sus configuraciones para la interacción con los usuarios. En este caso, se configuró el botón “INICIAR”. Para realizar esta configuración, nos dirigimos al panel donde se encuentran los componentes de nuestro proyecto y seleccionamos el componente *Canva_VIDEO*, como se ilustra en la figura 63.

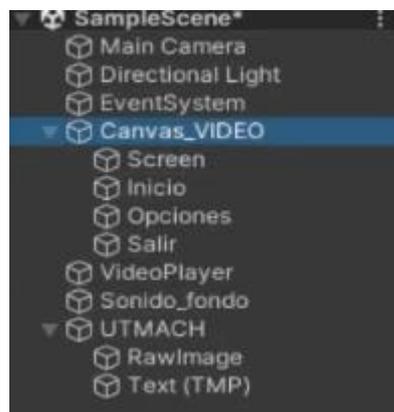


Figura 63: Selección del componente *Canvas_VIDEO*

Una vez seleccionado este componente, en el gestor de archivos del proyecto escogemos el script “*Menu_princial*” y lo arrastramos hacia el inspector del componente, como se demuestra en la figura 64. El script usado se puede observar en el **Anexo 6**.

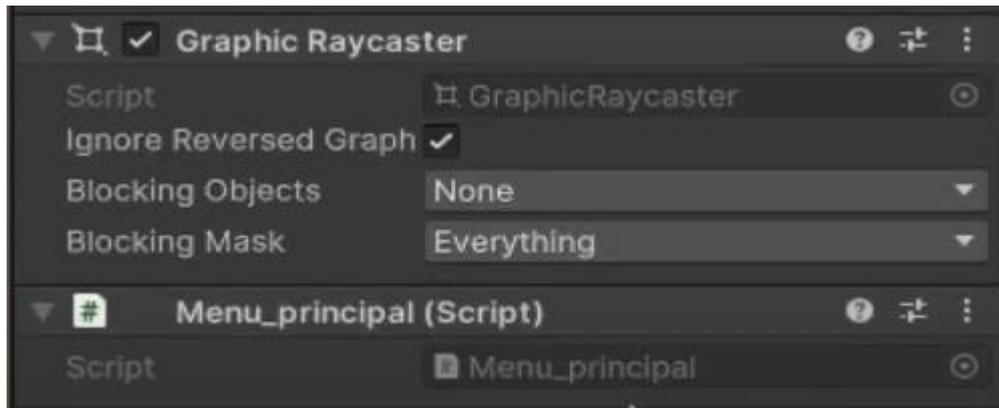


Figura 64: Implementación del script en el componente.

Nos dirigimos nuevamente al panel de componentes del proyecto y seleccionamos el que corresponde al botón de inicio, visible en la figura 63.

A continuación, en la Figura 65 se ilustra el proceso en el que el componente **Canvas_VIDEO** es arrastrado al evento "On Click" dentro del inspector del componente **Inicio**. Posteriormente, en la opción que menciona "No Function", se cambia a **Menu_principal**, seleccionando finalmente la opción **Jugar**. Este paso se repite para el componente **Opciones** y para el componente **Salir**, en lugar de seleccionar la opción Jugar, se escoge la opción **Salir**.

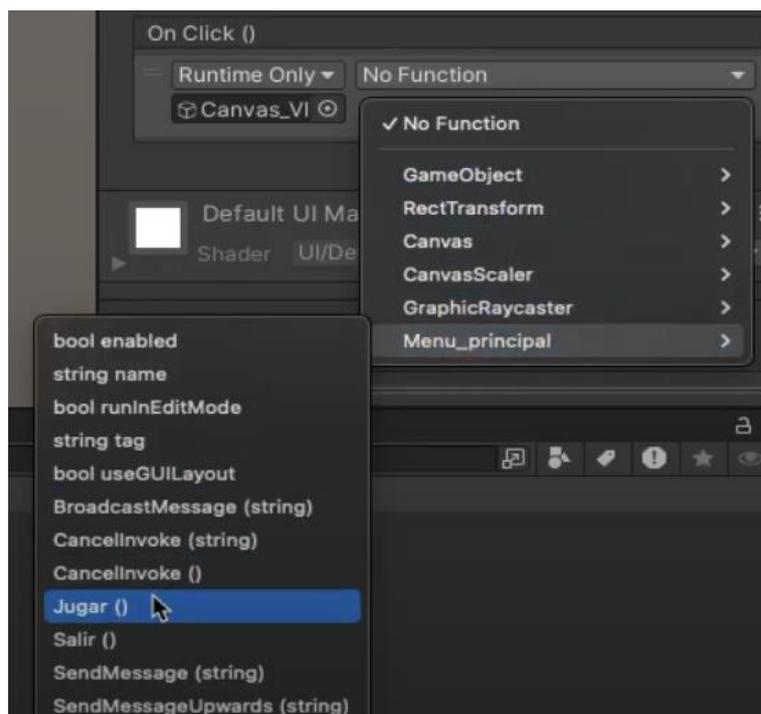


Figura 65: Configuración del evento On Click.

Una vez configurado el menú principal, se crea una nueva escena para colocar el modelado 3D y el avatar, como se aprecia en la figura 66.

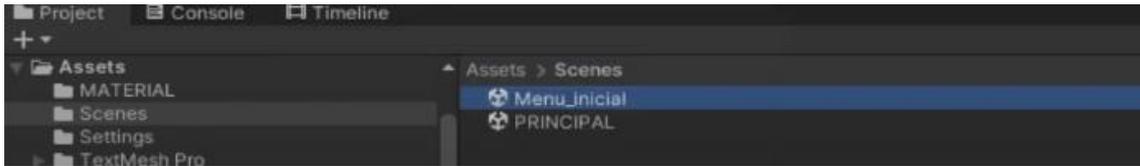


Figura 66: Separación de escenas para el menú principal y el modelado 3D.

Luego, se configura para que la escena se inicie con la interfaz de usuario y no con la escena donde tenemos el modelado 3D, como se muestra en la figura 67.

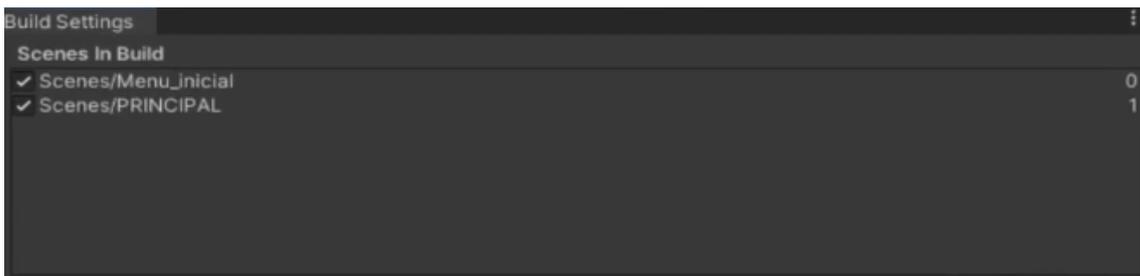


Figura 67: Configuración para seleccionar el orden de las escenas.

Finalmente, se realizaron las configuraciones correspondientes en los componentes del proyecto los cuales se pueden ver en los **Anexos 9, 10 y 11**. Se agregaron los elementos **textResolutionIMG** para ajustar la resolución de la pantalla, **textCalidadIMG** para modificar la calidad de los gráficos según las especificaciones del hardware disponible y, por último, **textVolumeIMG**, que permite ajustar el volumen del entorno. Estos ajustes pueden observarse en la Figura 68.



Figura 68: Menú de opciones.

- Cambio de Escenas:** Para configurar el cambio de escena, se arrastraron los componentes **MainCamera** y **Player FollowCamera** dentro del componente **PlayerArmature**, añadiéndole el componente **Capsule Collider**. Posteriormente, en el **Anexo 7** se muestra el código del script **PlayerScript**, que se asignó al componente **PlayerArmature**, y en el apartado de **Project Setting**, dentro de la sección **Physics**, se activó la opción **Auto Sync Transforms** para garantizar una sincronización precisa.

Para implementar la función de cambio de escena, se creó un cubo que actúa como área de detección. A este cubo se le añadió el componente **Capsule Collider** configurado como **Is Trigger**, se renombró como **Zona1** y se le incorporó el script **ScenaExit**, el cual se puede apreciar en el **Anexo 8**, con los parámetros necesarios para activar la transición de escena. En la figura 69, se aprecia una parte del proceso para realizar el cambio de escena.

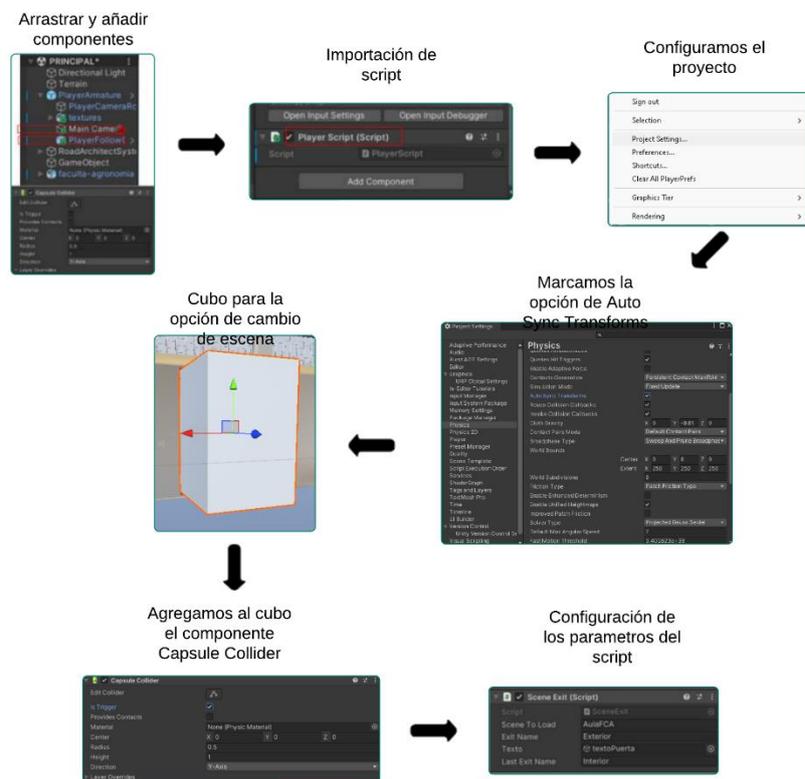


Figura 69: Proceso para el cambio de escena.

A continuación, se creó una nueva escena en la que se importó el mismo objeto y se replicaron los pasos previos para configurar el cubo de detección. En la sección **Scenes In Build** del menú **File**, se añadió esta nueva escena para que se cargue automáticamente durante la ejecución.

Al atravesar la zona de detección en el prototipo, se muestra un mensaje en pantalla con el texto “**Presione E**”, lo que permite que, al pulsar esta tecla, el sistema active el cambio de escena. En la figura 70 se ilustra como se completa la configuración del cambio de escena,

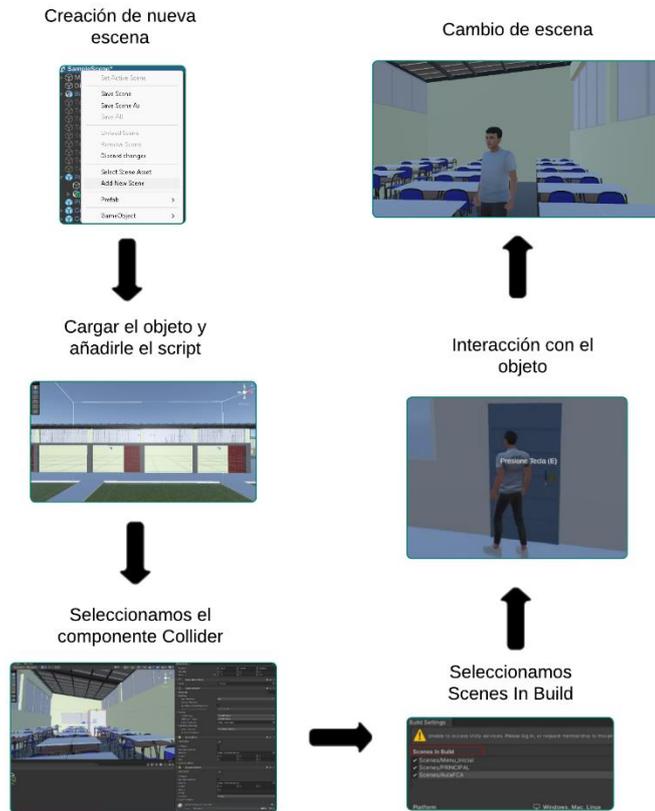


Figura 70: Ajustes para el cambio de escena.

FASE 4: Review

Se llevó a cabo una reunión de revisión con todos los miembros del equipo y los responsables del proyecto al finalizar cada sprint, con el objetivo principal de evaluar los progresos en el desarrollo del Metaverso UTMACH y recibir retroalimentación constructiva para realizar ajustes y mejoras. El proceso de revisión se estructuró de la siguiente manera:

Presentación de Avances:

- **Modelados 3D:** Se presentaron los modelados tridimensionales de los edificios, elaborados en Blender, resaltando el nivel de detalle y la precisión en relación con las instalaciones reales.
- **Avatar:** Se presentó cómo se creó el avatar con el uso de la herramienta *Ready Player Me*. Esta herramienta genera un avatar a partir de la fotografía de una persona, permitiendo

personalizar el estilo de vestimenta a gusto y descargarlo para luego ser importado en Unity.

- **Unity:** Se presentaron los modelos creados en Blender 3D y el avatar, ya exportados en el motor de desarrollo Unity.
- **NPC (Personaje no jugador):** Se importo un NPC en el entorno de Unity, para proporcionar información relevante de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina, lo que hace que el entorno sea más interactivo para los usuarios.

Las reuniones con el equipo de trabajo se realizaron tanto de manera virtual como presencial. En el **Anexo 1** se ilustra una reunión presencial en la que se presentaron avances del modelado 3D y la creación del avatar.

Se convocó otra reunión para la presentación del sitio web y las *cards* para los avatares en el sitio, como se aprecia en el **Anexo 2**. Esta reunión sirvió para corregir varios aspectos del diseño de la página web y se llevó a cabo en departamento de Ti de la Universidad Técnica de Machala.

2.4.Ejecución del prototipo.

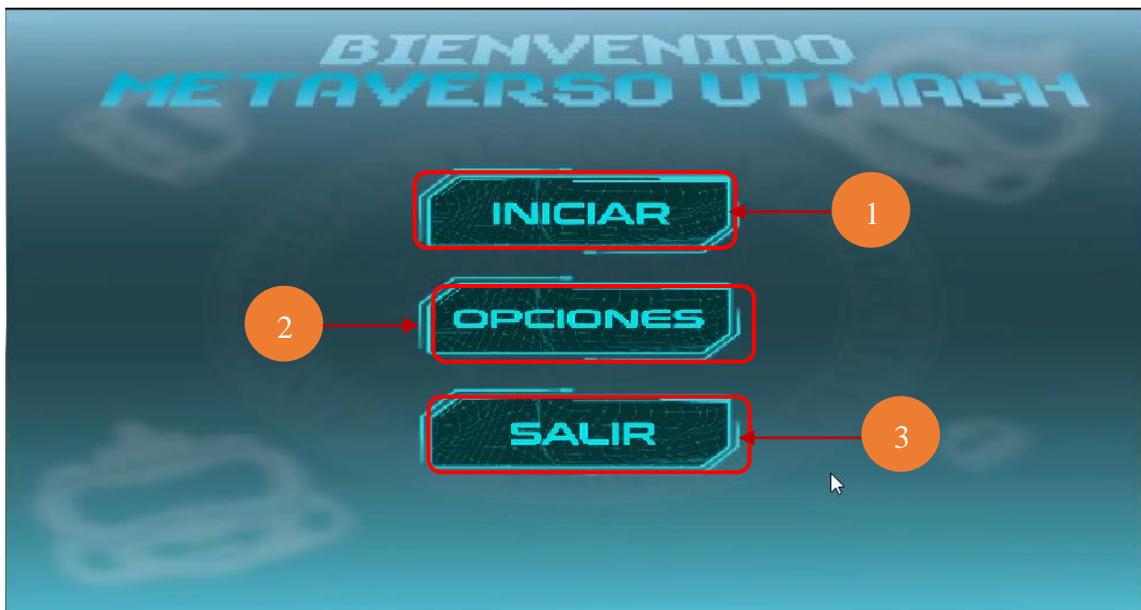


Figura 71: Pantalla de inicio.

La figura 70 muestra la pantalla de bienvenida del metaverso UTMACH. En la parte superior de la pantalla se encuentra el texto "BIENVENIDO METAVERSO UTMACH", en letras grandes y estilizadas. Debajo de este encabezado, hay tres botones dispuestos en una columna central, etiquetados de la siguiente manera:

1. **INICIAR** - Este botón lleva al usuario al entorno principal del metaverso.
2. **OPCIONES** - Este botón permite acceder a la configuración y ajustes del metaverso.
3. **SALIR** - Este botón permite al usuario salir de la aplicación o regresar a la pantalla anterior.

Los botones tienen un diseño futurista, con un fondo texturizado que se asemeja a un circuito en tonos de azul y verde, coherentes con el tema tecnológico del metaverso. En el fondo de la pantalla, se distingue un diseño sutil: el logotipo del Metaverso de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), que complementa el tema general de la pantalla de bienvenida.

Al dar clic en el botón **INICIAR**, el usuario es dirigido al entorno principal del prototipo del metaverso, donde se encontrará con el asistente virtual y un croquis de las instalaciones, como se muestra en la figura 72.



Figura 72: Entorno principal del prototipo del metaverso.

En la Figura 73 se ilustra el avatar en movimiento, lo cual es posible gracias a la implementación de la funcionalidad de movilidad. Los controles del teclado utilizados para el desplazamiento del avatar se muestran en la figura 74 y se detallan a continuación:



Figura 73: Avatar en movilidad recorriendo las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.

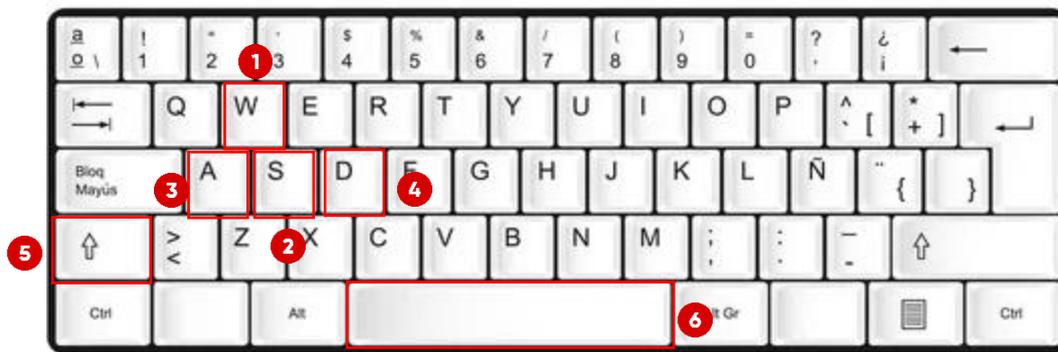


Figura 74: Asignación de teclas para la movilidad del avatar.

Teclas para interactuar con el avatar en el entorno principal del prototipo

En la figura 74, se ilustra el mapeo de teclas para la movilidad del avatar dentro del entorno.

1. **W:** Mueve al avatar hacia adelante.
2. **S:** Mueve al avatar hacia atrás.
3. **A:** Mueve al avatar a la izquierda.
4. **D:** Mueve al avatar a la derecha.
5. **Shift:** Mantener presionada esta tecla permite que el avatar corra, aumentando la velocidad de movimiento.
6. **Barra espaciadora:** Permite que el avatar salte.

Cuando el usuario acerque su avatar a una puerta, aparecerá en la pantalla un mensaje con el aviso “**Presione la tecla (E)**”. Al presionar esta tecla, se activará la transición de escena, para llevarlo de la parte exterior de la infraestructura, a la parte interior de la infraestructura. Esta función

interactiva mejora la experiencia con el usuario en el entorno virtual. Se puede observar el cambio de escena en la figura 75.



Figura 75: Cambio de escena.

Cuando el usuario se acerque al NPC, se activará un chat interactivo que permitirá realizar preguntas relacionadas con Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina. El usuario podrá interactuar tanto por chat de voz o de texto:

- **Chat de voz:** Con la tecla “T”, presionada, sin soltarla, el usuario podrá hablar directamente con el NPC. Al soltar la tecla, la interacción por voz finalizará automáticamente y el NPC proporcionará una respuesta.
- **Chat de texto:** Al presionar la tecla “ENTER”, el usuario podrá escribir una pregunta. Una vez redactada, deberá presionar “ENTER” nuevamente para enviar el mensaje y recibir una respuesta del NPC.

La figura 76, muestra como el usuario puede interactuar con el NPC, mediante chat de voz o texto.



Figura 76: Interacción con el NPC.

CAPÍTULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO

3.1. Plan de Evaluación

3.1.1. Objetivos de Evaluación

- Medir la satisfacción de los usuarios al interactuar con el prototipo del metaverso de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.
- Determinar la claridad con la que los usuarios identifican y acceden a las ubicaciones de las aulas y espacios esenciales dentro del metaverso.
- Analizar la contribución del NPC a la orientación y asistencia de los usuarios para mejorar la interacción dentro del entorno virtual.

3.1.2. Métricas y criterios de evaluación

a) Satisfacción general

- **Métrica:** Nivel de satisfacción en términos de inmersión e interactividad.
- **Criterio de Evaluación:** Al menos el 85% de los usuarios deben reportar una satisfacción media o alta en una escala de Likert (1 a 5) en todos los aspectos.
- **Herramientas:** Encuesta en línea (Microsoft Forms).

b) Usabilidad

- **Métrica:** Facilidad de navegación y comprensión del entorno virtual.
- **Criterio de Evaluación:** El 80% de los usuarios debe evaluar la navegación y comprensión del entorno virtual con un puntaje de 4 o superior en una escala de Likert (1 a 5).
- **Herramientas:** Encuesta en línea (Microsoft Forms), pruebas de usabilidad del metaverso por los usuarios.

c) Eficacia del NPC

- **Métrica:** Grado en que el NPC facilita la navegación y proporciona información.
- **Criterio de Evaluación:** El NPC debe recibir una puntuación media de al menos 4 en una escala de Likert (1 a 5) por su eficacia en ayudar a los usuarios.
- **Herramientas:** Encuesta en línea (Microsoft Forms), observación de uso en pruebas de usuario.

d) Realismo

- **Métrica:** Percepción del realismo del modelo 3D en comparación con las instalaciones reales.
- **Criterio de Evaluación:** Al menos el 80% de los usuarios deben percibir un alto nivel de realismo, con puntuaciones 4 o superiores en la escala de Likert (1 a 5).
- **Herramientas:** Encuesta en línea (Microsoft Forms).

e) Identificación de ubicaciones

- **Métrica:** Grado de facilidad para localizar aulas, oficinas y demás instalaciones.
- **Criterio de Evaluación:** Al menos el 85% de los usuarios debe reportar que tan fácil es encontrar las ubicaciones de las instalaciones, con puntuaciones de 4 o superiores en la escala de Likert (1 a 5).
- **Herramientas:** Pruebas de localización (usabilidad del entorno simulado), encuesta en línea post-navegación (Microsoft Forms).

3.1.3. Cronograma

Tabla 9: Cronograma del Plan de Evaluación.

Actividades	Semanas			
	Semana 10: Del 23/12 al 29/12 del 2024	Semana 11: Del 30/12 del 2024 al 05/01 del 2025	Semana 12: Del 06/01 al 12/01 del 2025	Semana 13: Del 13/01 al 19/01 del 2025
Elaboración de un plan de evaluación para medir el nivel de satisfacción del metaverso de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina.				
Desarrollo de la encuesta de evaluación para la comunidad universitaria.				
Revisión y correcciones de la encuesta.				
Evaluación de los criterios clave para medir el nivel de satisfacción del metaverso y aplicación de la encuesta a los usuarios.				
Recopilación y análisis de los resultados finales.				

3.1.4. Planificación de reuniones con el tutor

Durante el desarrollo de este proyecto, se llevó a cabo una planificación estratégica de reuniones clave tanto con el tutor como el cotutor para garantizar un avance adecuado. Como se puede observar en los **Anexos 3 y 4**, se llevaron a cabo múltiples reuniones con el tutor, donde se abordaron los aspectos técnicos y metodológicos del proyecto. De igual manera, los **Anexos 2 y 5** describe las sesiones de trabajo mantenidas con el cotutor. Además, en la tabla 10 se presenta un calendario detallado de los días y horas programados para cada una de estas reuniones, lo que facilitó un seguimiento minucioso y organizado del proyecto.

Tabla 10: Planificación de reuniones con el tutor.

Días	Jueves	Martes
Hora de inicio	14H00	14H00
Hora de fin	16H00	16H00

3.2. Resultados de la evaluación

Los resultados de esta evaluación se basan en una encuesta aplicada a 50 participantes, quienes respondieron en función de su experiencia con las funcionalidades del metaverso diseñado para la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina. A continuación, se presentarán y analizarán detalladamente los resultados correspondientes a cada una de las preguntas de la encuesta.

Pregunta 1. ¿Cómo describirías tu nivel de satisfacción general al explorar el entorno virtual del metaverso de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina?

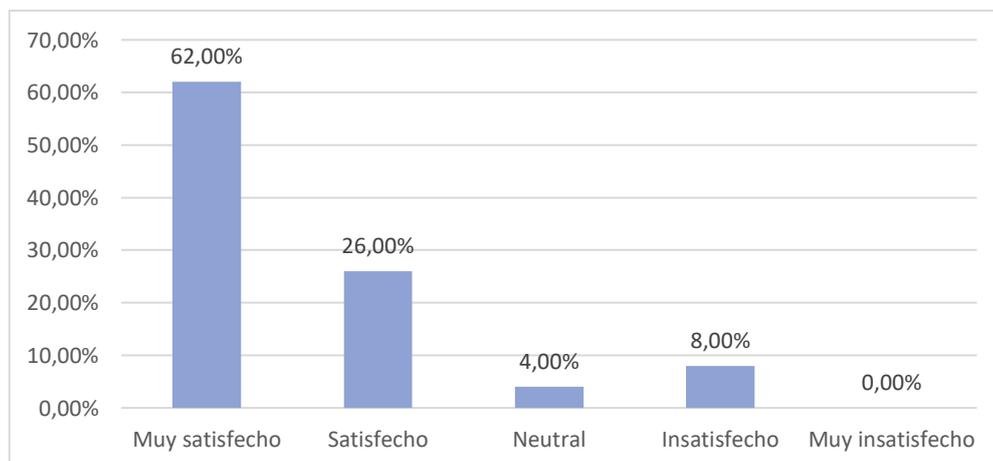


Figura 77: Pregunta 1. ¿Cómo describirías tu nivel de satisfacción general al explorar el entorno virtual del metaverso de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina?

Análisis: Los resultados que se muestran en la figura 77 reflejan un fuerte grado de aceptación y satisfacción con el entorno virtual del metaverso de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina. La gran mayoría de los participantes, que son el 88%, tuvo una experiencia aceptable, lo que sugiere que el diseño y las funcionalidades cumplen con las expectativas de los usuarios. Sin embargo, el 8% de insatisfacción, aunque bajo, podría indicar áreas específicas que necesitan mejoras. Asimismo, el 4% de respuestas neutrales puede señalar que algunos usuarios no encontraron el entorno virtual especialmente relevante o impactante.

Pregunta 2. ¿El metaverso te permitió explorar de manera adecuada las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina?"

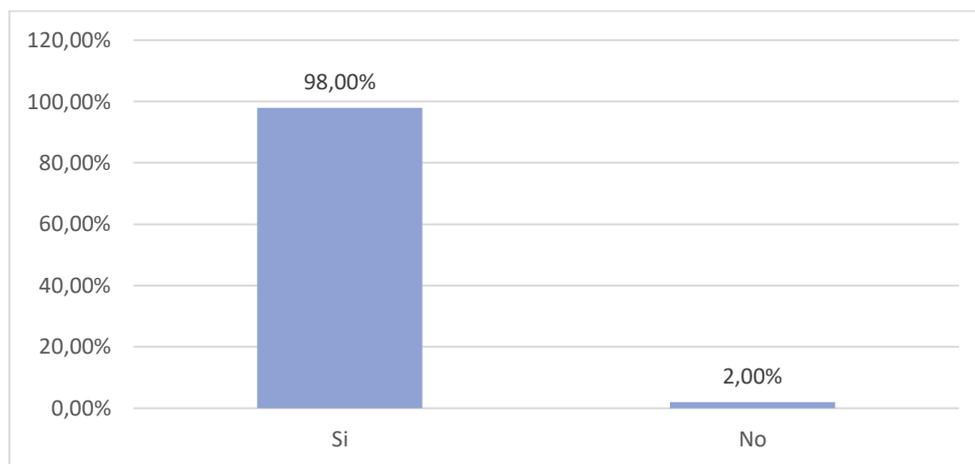


Figura 78: Pregunta 2. ¿El metaverso te permitió explorar de manera adecuada las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina?"

Análisis: En la figura 78 se observan los resultados de la pregunta 2, lo que refleja que el metaverso está cumpliendo con su objetivo de ofrecer una herramienta eficaz para la exploración de las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina. El 98% respalda la utilidad y el diseño del entorno virtual, mientras que solo el 2% no pudo explorar el metaverso de manera adecuada, lo que podría analizarse para identificar mejoras.

Pregunta 3. ¿Qué tan fácil fue aprender a usar los controles de navegación en el metaverso?

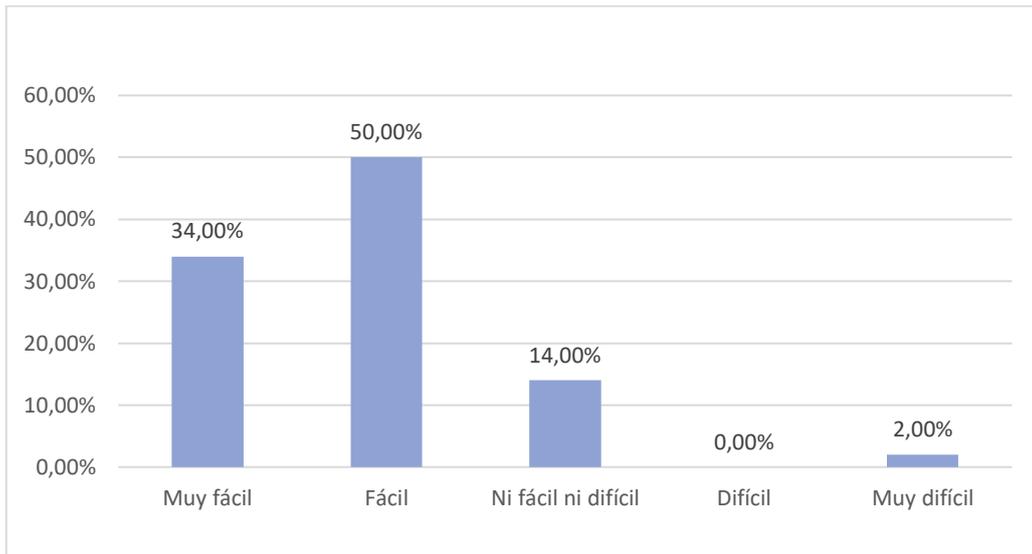


Figura 79: Pregunta 3. ¿Qué tan fácil fue aprender a usar los controles de navegación en el metaverso?

Análisis: Los resultados que se observan en la figura 79 evidencian que los controles de navegación en el metaverso están diseñados de manera intuitiva y accesible para la mayoría de los usuarios, con la aceptación del 84% de los encuestados. Sin embargo, el 14% de respuestas fueron neutrales y solo al 2% les resultó muy difícil y sugiere que podría ser útil incluir tutoriales o material de apoyo para los usuarios que puedan experimentar dificultades.

Pregunta 4. ¿Experimentaste algún problema técnico o dificultad al moverte por el metaverso?

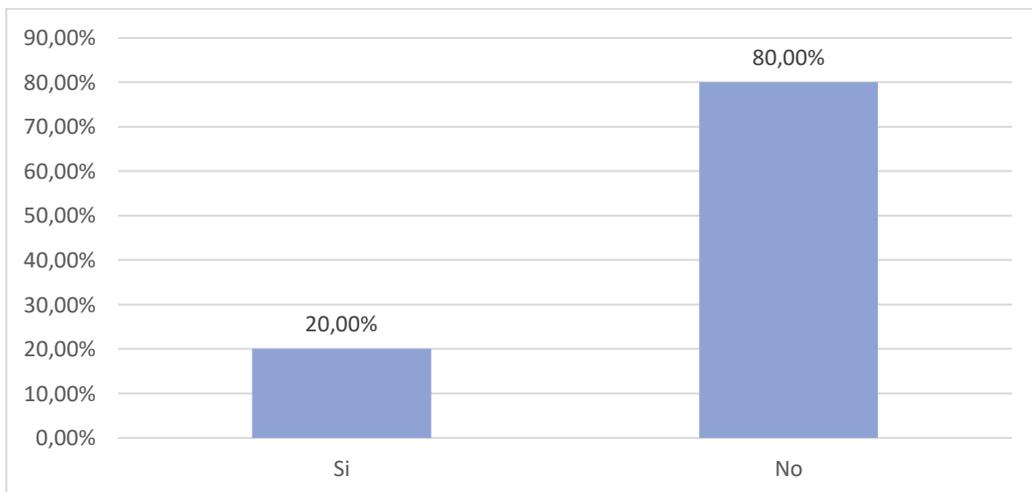


Figura 80: Pregunta 4. ¿Experimentaste algún problema técnico o dificultad al moverte por el metaverso?

Análisis: En la figura 80 se puede observar que el metaverso ofrece una experiencia técnica y satisfactoria para el 80% de los usuarios. Sin embargo, el 20% presentó problemas técnicos, los

cuales podrían estar relacionados con la falta de recursos de hardware o la falta de orientación para el manejo del entorno virtual.

Pregunta 5. ¿Cuánto te ayudó el NPC a comprender mejor las áreas de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina en el metaverso?

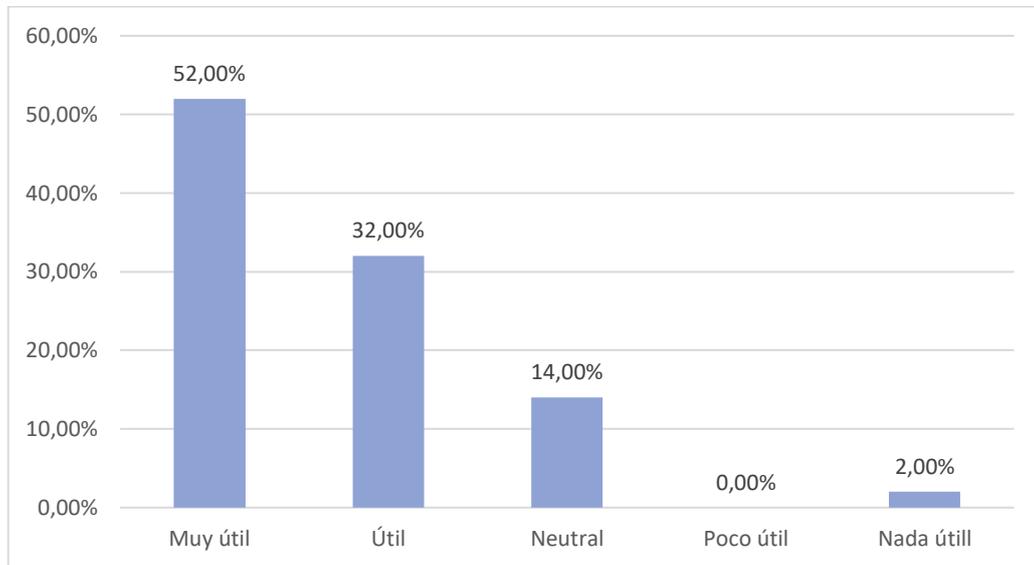


Figura 81: Pregunta 5. ¿Cuánto te ayudó el NPC a comprender mejor las áreas de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina en el metaverso?

Análisis: Los resultados que se muestran en la figura 81 reflejan que el NPC es un recurso valioso en el metaverso, siendo percibido como útil o muy útil por la gran mayoría de los encuestados en un 84%. Esto demuestra que su implementación está cumpliendo su objetivo de orientar y facilitar la navegación y comprensión de las áreas. Sin embargo, el 14% de los usuarios respondió “neutral”, lo que podría estar asociada a la falta de conocimiento de lo que es un NPC, falta de claridad de las instrucciones o algunas necesidades específicas de ciertos usuarios que no fueron atendidas. Tan solo el 2% respondió que el NPC no fue nada útil.

Pregunta 6. ¿La información proporcionada por el NPC fue clara y relevante para tu exploración?

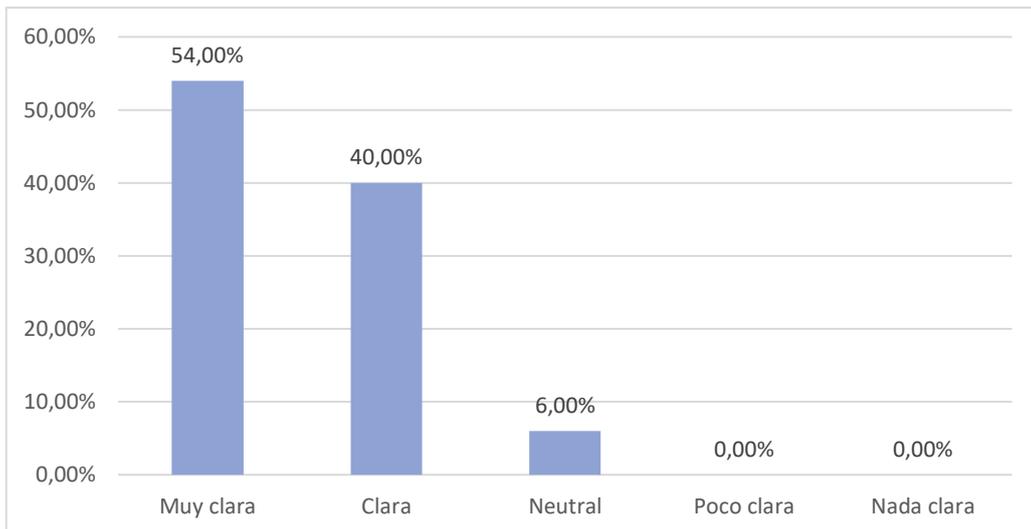


Figura 82: Pregunta 6. ¿La información proporcionada por el NPC fue clara y relevante para tu exploración?

Análisis: Como se observa en la figura 82, los resultados evidencian que para el 94% de los usuarios, el diseño del NPC y su contenido informativo están alineados con sus necesidades, proporcionando información clara y relevante de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina para facilitar la exploración. El 6% de los usuarios dio una respuesta neutral, lo que podría deberse a factores como expectativas individuales o falta de interacción con el NPC. Sin embargo, para optimizar su desempeño, se podrían considerar mejoras en la personalización de la información ofrecida o con la capacidad de interacción del NPC.

Pregunta 7. ¿Consideras que los detalles visuales (colores, iluminación) fueron apropiados y mejoraron la experiencia de usuario?

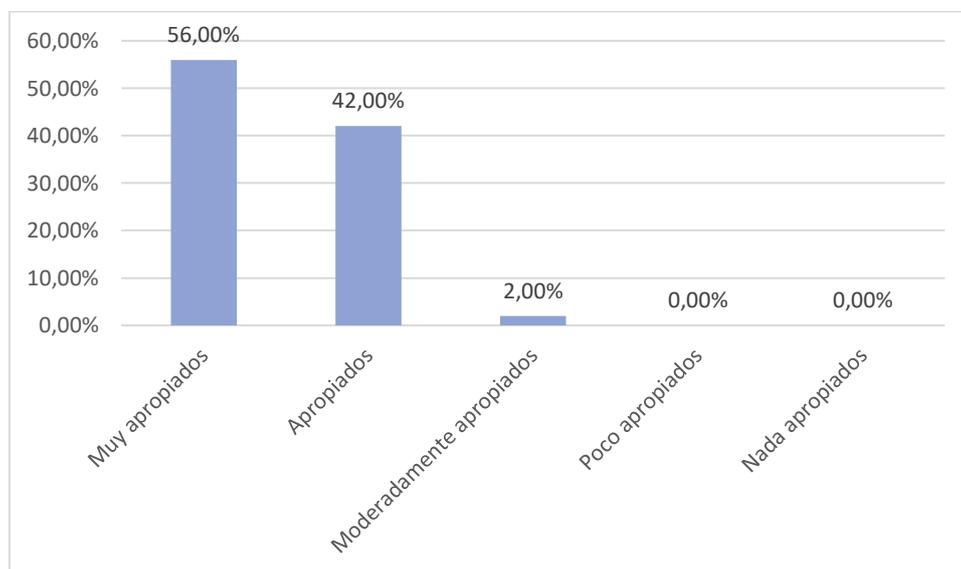


Figura 83: Pregunta 7. ¿Consideras que los detalles visuales (colores, iluminación) fueron apropiados y mejoraron la experiencia de usuario?

Análisis: Los resultados que se ilustran en la figura 83 reflejan que los aspectos visuales, como colores e iluminación, son altamente efectivos y contribuyen a mejorar la experiencia del usuario en el metaverso. El 98% de los usuarios respondió “muy apropiados” y “apropiados”, es decir, que los elementos están bien diseñados y alineados con las expectativas de los usuarios. No se registró ninguna respuesta negativa y tan solo el 2% respondió que los colores y la iluminación son moderadamente apropiados.

Pregunta 8. ¿El diseño 3D del metaverso logró darte una idea precisa de las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina?

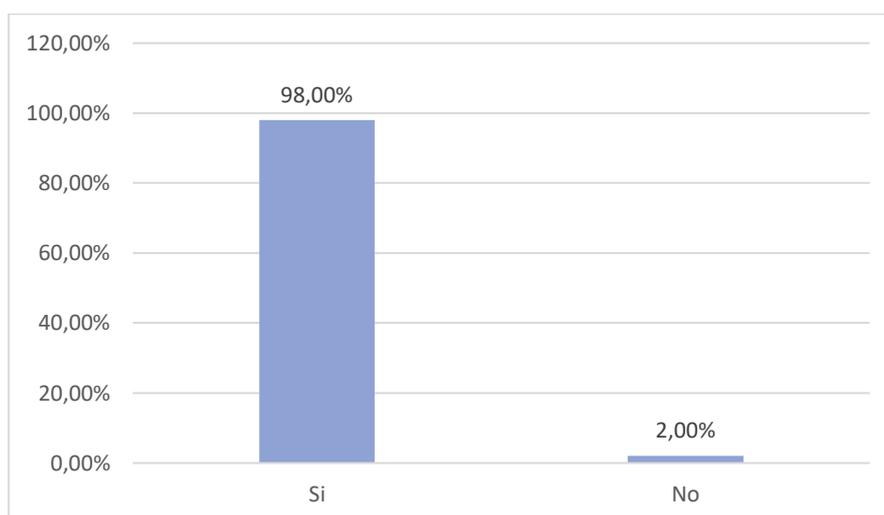


Figura 84: Pregunta 8. ¿El diseño 3D del metaverso logró darte una idea precisa de las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina?

Análisis: En la figura 84, se pueden observar los resultados de la pregunta 8, los cuales muestran un amplio respaldo al diseño 3D del metaverso como una herramienta eficaz para ofrecer una visión clara y detallada de la ubicación de las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina. El 98% de los usuarios respondió que “SÍ” y tan solo un 2%, no logró tener una idea precisa de las instalaciones.

Pregunta 9. ¿Te resultó sencillo encontrar áreas como aulas, oficinas de administración de Bienestar Estudiantil o instalaciones de la carrera de Medicina?

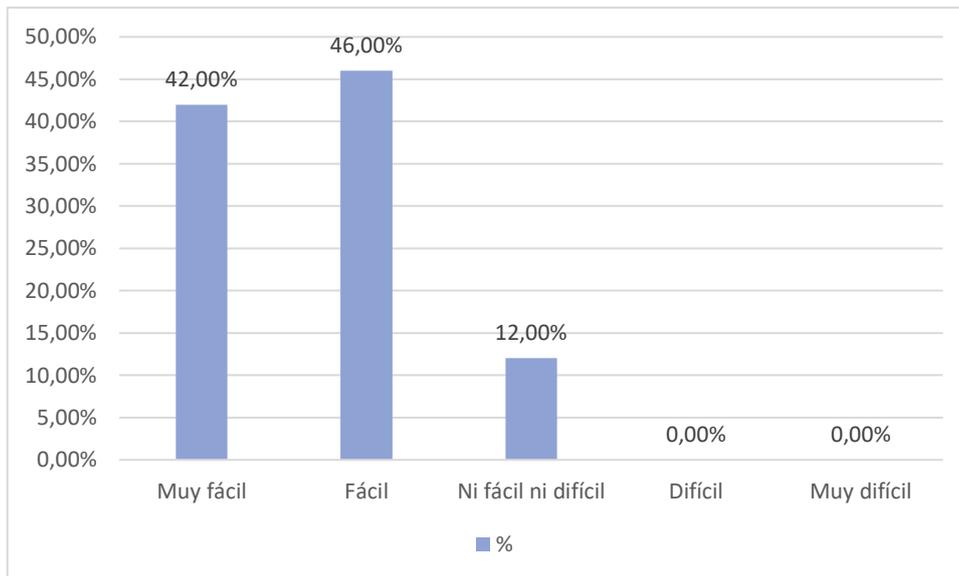


Figura 85: Pregunta 9. ¿Te resultó sencillo encontrar áreas como aulas, oficinas de administración de Bienestar Estudiantil o instalaciones de la carrera de Medicina?

Análisis: Los resultados que se muestran en la figura 85, reflejan que el 88% de los usuarios pudo encontrar de manera sencilla cada una de las áreas, evidenciando que el diseño del metaverso facilita la navegación y la localización de áreas específicas, como aulas y oficinas administrativas de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina. Sin embargo, el 12% de los usuarios respondió de manera neutral, lo que podría deber a la necesidad de ajustes menores en la interfaz o en las herramientas de orientación para mejorar la experiencia de ciertos usuarios.

Pregunta 10. ¿El diseño del metaverso te permitió orientarte fácilmente dentro de sus instalaciones?

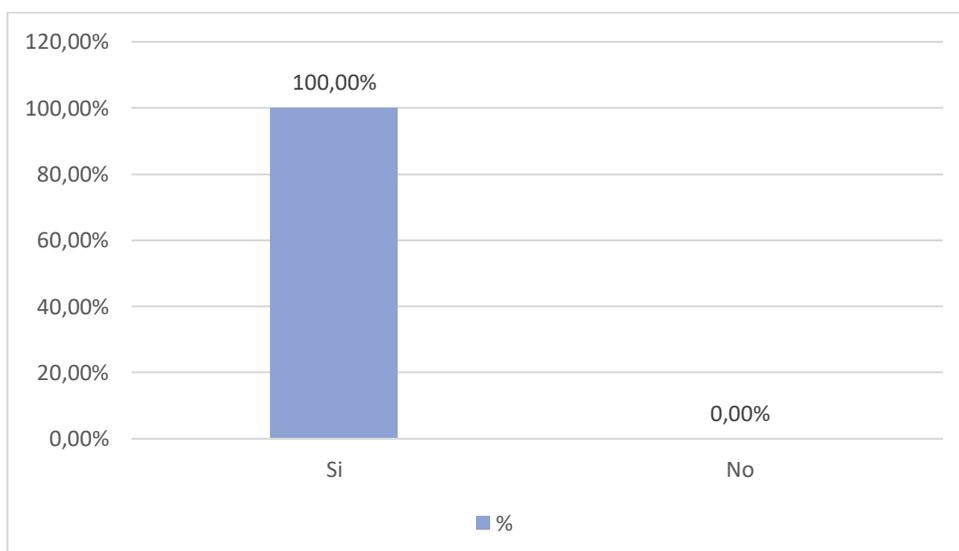


Figura 86: Pregunta 10. ¿El diseño del metaverso te permitió orientarte fácilmente dentro de sus instalaciones?

Análisis: En la figura 86, se muestra que el 100% de los usuarios respondió “SÍ”, reflejando que el diseño del metaverso es altamente intuitivo y eficiente en términos de navegación y orientación.

4. CONCLUSIONES

- El desarrollo del prototipo de metaverso de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina no solo logró ofrecer una experiencia inmersiva e interactiva, sino que también fomentó la innovación y la adopción de herramientas digitales avanzadas en el ámbito académico, contribuyendo al fortalecimiento de la identidad universitaria y al acceso a recursos en un entorno virtual dinámico.
- El estado del arte, desarrollado a través de una búsqueda sistemática sobre temas relevantes para el metaverso, permitió establecer una base teórica sólida y actualizada. Se diseñó una cadena de búsqueda específica, que se aplicó en diversas bases de datos bibliográficas. Para la obtención de resultados, se emplearon varios filtros, como la selección de artículos publicados en los últimos cinco años, principalmente en inglés y español, el país de publicación y la disponibilidad de acceso gratuito. La búsqueda se detuvo al identificar artículos duplicados, los cuales fueron descartados. Esta metodología de búsqueda resultó ser sencilla y efectiva.
- El modelado 3D de las infraestructuras demostró un enfoque orientado a la creación de un entorno virtual interactivo y funcional que refleja las instalaciones físicas. Esto facilitó la integración visual y la interacción natural con el metaverso.
- El desarrollo de scripts para la movilidad de objetos y avatares garantizó que el entorno virtual no sea solo visualmente atractivo, sino también interactivo y dinámico, ofreciendo una experiencia enriquecida para los usuarios.
- La incorporación de instalaciones, objetos y avatares en la plataforma Unity permitió consolidar un entorno virtual completo y coherente. Esto aseguró que todos los elementos trabajen de manera conjunta para brindar una experiencia inmersiva e interactiva de la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina de manera fluida a los usuarios.
- La evaluación del nivel de satisfacción del metaverso desarrollado para presentar la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina permitió validar la hipótesis planteada. El proyecto demostró que esta tecnología mejora significativamente la satisfacción de la comunidad universitaria al mejorar la accesibilidad a las instalaciones. Asimismo, la experiencia inmersiva e interactiva generada a través del metaverso resultó en un impacto positivo, fortaleciendo el vínculo entre los usuarios y los recursos institucionales. Al mismo tiempo, se promovió la innovación tecnológica en el ámbito educativo.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar mantenimiento y actualizaciones constantes del metaverso de la infraestructura de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina para garantizar su funcionalidad a largo plazo, incorporando mejoras tecnológicas y nuevos contenidos según las necesidades de los usuarios para seguir ofreciendo una experiencia optima en el entorno virtual.
- Para futuras investigaciones, se recomienda la metodología de búsqueda utilizada en este proyecto debido a su sencillez y eficiencia en la obtención de los resultados esperados.
- Usar técnicas de optimización de modelos para mejorar el rendimiento en entornos virtuales. Esto incluye la reducción de polígonos, la creación de LODs (niveles de detalle) y el uso de texturas eficientes, lo que permitirá que el entorno virtual sea más accesible en diferentes dispositivos, garantizando una experiencia fluida y visualmente atractiva.
- Seguir principios de programación limpia y modular para facilitar el mantenimiento y escalabilidad del proyecto, realizando pruebas constantes de los scripts para detectar y corregir errores antes de la integración final.
- Verificar la compatibilidad de los elementos (modelos, scripts, avatares) con las versiones de Unity en uso para evitar problemas de rendimiento o funcionalidad.
- Formular un buen plan de evaluación que permita demostrar que los resultados son los esperados para validar la hipótesis planteada.
- Aplicar las encuestas al número de participantes previamente definido, asegurando que la muestra sea representativa y adecuada para obtener resultados confiables y alineados con los objetivos planteados.
- Utilizar herramientas y técnicas que optimicen el rendimiento en Unity, como el uso de modelos que contengan pocos polígonos cuando sea posible, sin sacrificar la calidad visual.
- Realizar un recorrido detallado de las instalaciones para capturar fotografías desde diferentes ángulos, asegurando una cobertura completa de cada área.
- Aprovechar al máximo las opciones de personalización de Ready Player Me para diseñar un avatar atractivo.
- Integrar el ChatBot en un NPC para que su interacción sea fluida, adaptándose al contexto del entorno virtual y a las necesidades de los usuarios.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Á. Jiménez Sánchez, J. M. Lavín, y N. Martín García, «El videojuego como motor de la trama fílmica: una intertextualidad en auge», *Converg. Rev. Cienc. Soc.*, p. 1, feb. 2023, doi: 10.29101/crcs.v30i0.20385.
- [2] K. Matwala, T. Shakir, C. Bhan, y M. Chand, «The surgical metaverse», *Cir. Esp.*, vol. 102, pp. S61-S65, jul. 2024, doi: 10.1016/j.ciresp.2023.10.004.
- [3] D. P. Barráez-Herrera, «Metaversos en el Contexto de la Educación Virtual», *Rev. Tecnológica-Educ. Docentes 20*, vol. 13, n.º 1, pp. 11-19, mar. 2022, doi: 10.37843/rted.v13i1.300.
- [4] C. O. Lepez, «Metaverse and education: a panoramic review», *Metaverse Basic Appl. Res.*, vol. 1, p. 2, nov. 2022, doi: 10.56294/mr20222.
- [5] G. M. Vinueza-Patiño, G. K. Robles-Zambrano, y J. C. Arandia-Zambrano, «Robo de identidad en el metaverso y vulneración de la imagen personal en Ecuador», *IUSTITIA Soc.*, vol. 8, n.º 1, pp. 94-104, feb. 2023, doi: 10.35381/racj.v8i1.2495.
- [6] G. Randazzo *et al.*, «Urology: a trip into metaverse», *World J. Urol.*, vol. 41, n.º 10, pp. 2647-2657, ago. 2023, doi: 10.1007/s00345-023-04560-3.
- [7] U. Zaman, I. Koo, S. Abbasi, S. H. Raza, y M. G. Qureshi, «Meet Your Digital Twin in Space? Profiling International Expat's Readiness for Metaverse Space Travel, Tech-Savviness, COVID-19 Travel Anxiety, and Travel Fear of Missing Out», *Sustainability*, vol. 14, n.º 11, p. 6441, may 2022, doi: 10.3390/su14116441.
- [8] R. Pelikšienė, «Sociology and Veganism: A Systematic Literature Review», *Filos. Sociol.*, vol. 34, n.º 4, dic. 2023, doi: 10.6001/fil-soc.2023.34.4.10.
- [9] A. Siyaev y G.-S. Jo, «Neuro-Symbolic Speech Understanding in Aircraft Maintenance Metaverse», *IEEE Access*, vol. 9, pp. 154484-154499, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3128616.
- [10] G. Bansal, K. Rajgopal, V. Chamola, Z. Xiong, y D. Niyato, «Healthcare in Metaverse: A Survey on Current Metaverse Applications in Healthcare», *IEEE Access*, vol. 10, pp. 119914-119946, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3219845.
- [11] A. Martínez-Gutiérrez, J. Díez-González, H. Perez, y M. Araújo, «Towards industry 5.0 through metaverse», *Robot. Comput.-Integr. Manuf.*, vol. 89, p. 102764, oct. 2024, doi: 10.1016/j.rcim.2024.102764.
- [12] X. Zhou *et al.*, «Personalized Federated Learning With Model-Contrastive Learning for Multi-Modal User Modeling in Human-Centric Metaverse», *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, vol. 42, n.º 4, pp. 817-831, abr. 2024, doi: 10.1109/JSAC.2023.3345431.
- [13] H. W. Chua y Z. Yu, «A systematic literature review of the acceptability of the use of Metaverse in education over 16 years», *J. Comput. Educ.*, vol. 11, n.º 2, pp. 615-665, jun. 2024, doi: 10.1007/s40692-023-00273-z.
- [14] M. Sánchez Mendiola, «El metaverso: ¿la puerta a una nueva era de educación digital?», *Investig. En Educ. Médica*, vol. 11, n.º 42, pp. 5-8, abr. 2022, doi: 10.22201/fm.20075057e.2022.42.22436.
- [15] M. Palomo-Duarte, A. Berns, A. Balderas, J. M. Dodero, y D. Camacho, «Evidence-Based Assessment of Student Performance in Virtual Worlds», *Sustainability*, vol. 13, n.º 1, p. 244, dic. 2020, doi: 10.3390/su13010244.
- [16] P. G. Iñigo, «Viabilidad de las plataformas virtuales en la enseñanza de una lengua extranjera».
- [17] E. J. Lee y S. J. Park, «Immersive Experience Model of the Elderly Welfare Centers Supporting Successful Aging», *Front. Psychol.*, vol. 11, p. 8, feb. 2020, doi: 10.3389/fpsyg.2020.00008.

- [18] J.-H. Joo, S.-H. Han, I. Park, y T.-S. Chung, «Immersive Emotion Analysis in VR Environments: A Sensor-Based Approach to Prevent Distortion», *Electronics*, vol. 13, n.º 8, p. 1494, abr. 2024, doi: 10.3390/electronics13081494.
- [19] F. E. Fadzli, A. W. Ismail, S. Abd Karim Ishigaki, M. N. A. Nor'a, y M. Y. F. Aladin, «Real-Time 3D Reconstruction Method for Holographic Telepresence», *Appl. Sci.*, vol. 12, n.º 8, p. 4009, abr. 2022, doi: 10.3390/app12084009.
- [20] F. Edora Fadzli, A. Wanis Ismail, M. Yahya Fekri Aladin, y N. Zuraifah Syazrah Othman, «A Review of Mixed Reality Telepresence», *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 864, n.º 1, p. 012081, may 2020, doi: 10.1088/1757-899X/864/1/012081.
- [21] V. Charoensuk, P. Bumroongsakulsawat, P. Kim-Lohsoontorn, P. Praserttham, y S. Assabumrungrat, «Prediction of Catalyst Bed Density and Simulation of Glycerol Steam Reformer for Hydrogen Production», *Eng. J.*, vol. 26, n.º 7, pp. 1-11, jul. 2022, doi: 10.4186/ej.2022.26.7.1.
- [22] H. A. Hussein, Q. A. Hameed, R. D. Ismael, M. Z. N. Al-Dabagh, y M. K. Abdalhammed, «Applying Web Augmented Reality to Unexplosive Ordnance Risk Education», *Computers*, vol. 12, n.º 2, p. 31, feb. 2023, doi: 10.3390/computers12020031.
- [23] D. R. Anamisa, M. Yusuf, F. A. Mufarroha, y N. Rohmah, «Design of Virtual Reality Application for Taharah Using 3D Blender», *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1569, n.º 2, p. 022071, jul. 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1569/2/022071.
- [24] «BlenderKit», YouTube. Accedido: 29 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/channel/UC5RII8ngv7D4riGIZRXWV6w>
- [25] «BlenderKit | FREE 3D models, textures and other Blender assets». Accedido: 29 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.blenderkit.com/>
- [26] J. E. Mattos Dos Santos, Y. L. Fernandes, A. C. D. Espírito Santo, A. C. D. A. Mol, M. A. D. Assis, y P. F. De Oliveira, «Uso de Realidade Virtual Para Simular Procedimentos da Medicina Nuclear», *Rev. Bras. Comput. Apl.*, vol. 14, n.º 1, pp. 30-44, feb. 2022, doi: 10.5335/rbca.v14i1.12109.
- [27] «Documentation for Visual Studio Code». Accedido: 29 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://code.visualstudio.com/docs>
- [28] S. T. Aung, N. Funabiki, L. H. Aung, S. A. Kinari, M. Mentari, y K. H. Wai, «A Study of Learning Environment for Initiating Flutter App Development Using Docker», *Information*, vol. 15, n.º 4, p. 191, mar. 2024, doi: 10.3390/info15040191.
- [29] R. Olszewski, M. Cegiełka, U. Szczepankowska, y J. Wesołowski, «Developing a Serious Game That Supports the Resolution of Social and Ecological Problems in the Toolset Environment of Cities: Skylines», *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, vol. 9, n.º 2, p. 118, feb. 2020, doi: 10.3390/ijgi9020118.
- [30] «How Ready Player Me works | Ready Player Me». Accedido: 29 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://docs.readyplayer.me/ready-player-me/what-is-ready-player-me>
- [31] K. -E. Lin *et al.*, «PVP: Personalized Video Prior for Editable Dynamic Portraits using StyleGAN», *Comput. Graph. Forum*, vol. 42, n.º 4, p. e14890, jul. 2023, doi: 10.1111/cgf.14890.
- [32] «Mixamo», GetApp. Accedido: 29 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.getapp.es/software/2051295/mixamo>
- [33] E. Evripidou, A. Aristidou, y P. Charalambous, «Collaborative Museum heist with reinforcement learning», *Comput. Animat. Virtual Worlds*, vol. 34, n.º 3-4, p. e2158, may 2023, doi: 10.1002/cav.2158.
- [34] I. Beaver, «The success of Conversational AI and the AI evaluation challenge it reveals», *AI Mag.*, vol. 43, n.º 1, pp. 139-141, mar. 2022, doi: 10.1002/aaai.12030.
- [35] H.-F. Chang y M. Shokrolah Shirazi, «Adapting Scrum for Software Capstone Courses», *Inform. Educ.*, pp. 605-634, dic. 2022, doi: 10.15388/infedu.2022.25.

- [36] M. D. Kadenic, K. Koumaditis, y L. Junker-Jensen, «Mastering scrum with a focus on team maturity and key components of scrum», *Inf. Softw. Technol.*, vol. 153, p. 107079, ene. 2023, doi: 10.1016/j.infsof.2022.107079.
- [37] 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.
- [38] T. Karabiyik, A. Jaiswal, P. Thomas, y A. J. Magana, «Understanding the Interactions between the Scrum Master and the Development Team: A Game-Theoretic Approach», *Mathematics*, vol. 8, n.º 9, p. 1553, sep. 2020, doi: 10.3390/math8091553.
- [39] «How Many Test Users in a Usability Study? », Nielsen Norman Group. Accedido: 25 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/how-many-test-users/>

7. ANEXOS

Anexo 1.- Reunión con el equipo del METAVERSO.



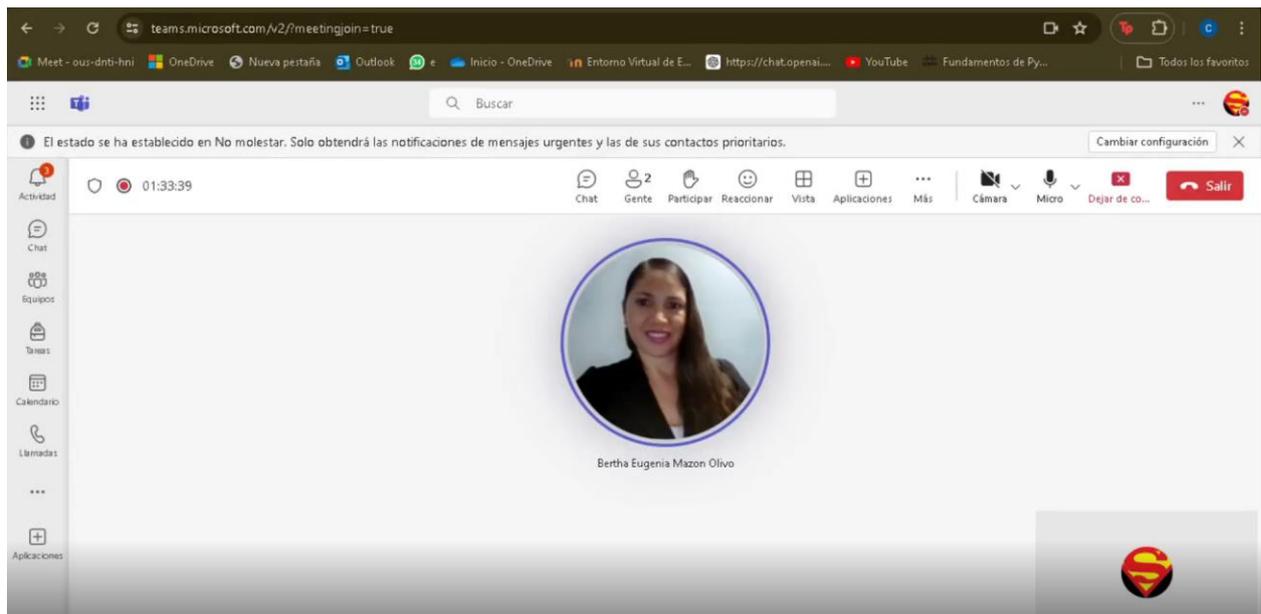
Anexo 1: Revisión de avances del modelado 3D y avatar.

Anexo 2.- Reunión para presentación de la página web.



Anexo 2: Reunión en el departamento de TI de la UTMACH.

Anexo 3.- Reunión con la tutora de manera virtual.



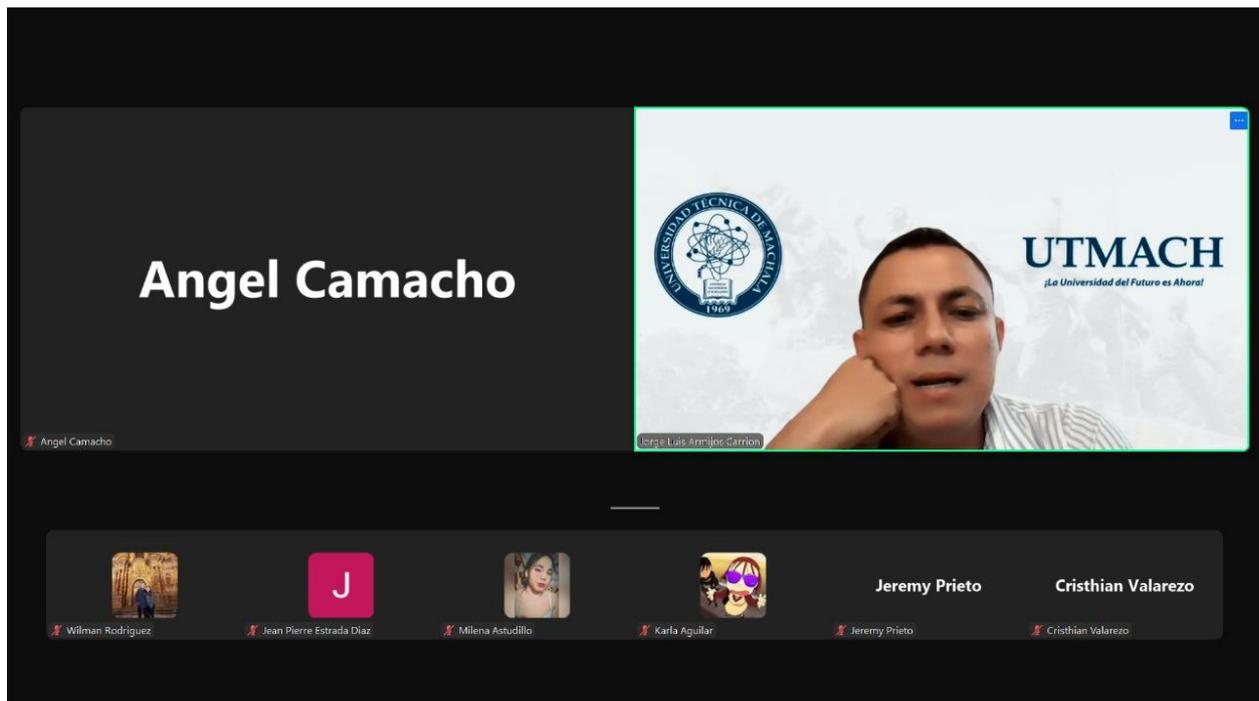
Anexo 3: Reunión virtual con la tutora.

Anexo 4.- Reunión con la tutora para revisión de avances.



Anexo 4: Revisión de Avances de manera presencial.

Anexo 5.- Reunión con el cotutor para revisión de avances.



Anexo 5: Reunión con el cotutor para revisión de avances y dudas.

Anexo 6.- Script para el cambio de escena para el menú principal.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;
public class Menu_principal : MonoBehaviour
{
    // Se llama al inicio antes de la primera actualización del
    cuadro.
    public void Jugar()
    {
        SceneManager.LoadScene(SceneManager.GetActiveScene().buildIndex + 1);
    }
    public void Salir()
    {
        Debug.Log("Salir...");
        Application.Quit();
    }
}
```

Anexo 7.- Script para asegurar que solo exista una instancia del jugador durante todo el juego y que este no se destruya al cambiar de escena.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
public class PlayerScript : MonoBehaviour
{
    public static PlayerScript instance;
    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
        if (instance == null)
        {
            instance = this;
            DontDestroyOnLoad(gameObject);
63
        }
        else
        {
            Destroy(gameObject);
        }
    }
    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
    }
}
```

Anexo 8.- Script para el cambio de escena cuando el jugador interactúa con el área de salida.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;
public class SceneExit : MonoBehaviour
{
    public string sceneToLoad;
    public string exitName;
    private bool lugar;
```

```

public GameObject texto;
public string lastExitName;
private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
    if(other.tag == "Player")//delete this if in case the null
exception is important
    {

        texto.SetActive(true);
        lugar = true;
    }
}
private void Update ()
{
    if(Input.GetKeyDown(KeyCode.E) && lugar == true)
    {
        PlayerPrefs.SetString("LastExitName", exitName);
        SceneManager.LoadScene(sceneToLoad);
    }
}
private void OnTriggerExit(Collider other)
{
    if(other.tag == "Player")
    {
        texto.SetActive(false);
        lugar = false;
    }
}
void Start()
{
    if(PlayerPrefs.GetString("LastExitName") == lastExitName)
    {
        PlayerScript.instance.transform.position =
transform.position;
        PlayerScript.instance.transform.eulerAngles =
transform.eulerAngles;
    }
}
}

```

Anexo 9.- Script para el cambiar la resolución de la pantalla.

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

public class fullscreenLogic : MonoBehaviour
{
    public Toggle toggle;
    public TMP_Dropdown resolucionesDropDown;
    Resolution[] resoluciones;

    void Start()
    {
        // Configura el toggle según el estado actual de pantalla completa
        toggle.isOn = Screen.fullScreen;

        // Inicializa las resoluciones
        CheckResolutionsOnMyPC();
    }

    public void EnableFullScreen(bool pantallaCompleta)
    {
        // Cambia entre pantalla completa y ventana
        Screen.fullScreen = pantallaCompleta;
    }

    public void CheckResolutionsOnMyPC()
    {
        resoluciones = Screen.resolutions;
        resolucionesDropDown.ClearOptions();
        List<string> opciones = new List<string>();
        int resolucionActual = 0;

        // Crea la lista de opciones de resoluciones
        for (int i = 0; i < resoluciones.Length; i++)
        {
            string opcion = resoluciones[i].width + " x " +
                resoluciones[i].height;
            opciones.Add(opcion);

            // Determina cuál es la resolución actual
            if (resoluciones[i].width == Screen.currentResolution.width &&
                resoluciones[i].height == Screen.currentResolution.height)
            {
                resolucionActual = i;
            }
        }

        resolucionesDropDown.AddOptions(opciones);
        resolucionesDropDown.value = resolucionActual; // Selecciona la
        resolución actual
        resolucionesDropDown.RefreshShownValue();
    }

    public void ChangeResolution(int indiceResolucion)
    {

```

```

        // Cambia la resolución según el índice seleccionado en el dropdown
        Resolution resolution = resoluciones[indiceResolucion];
        Screen.SetResolution(resolution.width, resolution.height,
Screen.fullScreen);
    }
}

```

Anexo 10.- Script para el cambiar la calidad de los gráficos.

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using TMPro; // Namespace for TextMeshPro UI elements like TMP_Dropdown.

// This script manages the quality settings of the game, allowing the user to
change quality levels via a dropdown menu.
public class LogicaCalidad : MonoBehaviour
{
    public TMP_Dropdown dropdown; // UI dropdown for selecting the quality
level.
    public int calidad; // Integer representing the current quality level.

    void Start()
    {
        // Retrieve the saved quality level from PlayerPrefs or set it to 3
(default quality level).
        calidad = PlayerPrefs.GetInt("numeroDeCalidad", 3); // 2 is medium
        // Set the dropdown value to reflect the saved quality level.
        dropdown.value = calidad;
        // Apply the quality settings based on the saved value.
        AjustarCalidad();
    }

    void Update() {}

    // Adjusts the game's quality settings based on the current dropdown
value.
    public void AjustarCalidad()
    {
        // Set the game's quality level using the dropdown's current value.
        QualitySettings.SetQualityLevel(dropdown.value);
        // Save the selected quality level in PlayerPrefs to persist settings
across sessions.
        PlayerPrefs.SetInt("numeroDeCalidad", dropdown.value);
        // Update the calidad variable to match the new quality level.
        calidad = dropdown.value;
    }
}

```

Anexo 11.- Script para el volumen del entorno.

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

// This script manages the volume control logic, including saving preferences
and handling mute visuals.

```

```

public class LogicaVolumen : MonoBehaviour
{
    public Slider slider; // UI slider to control the volume.
    public float sliderValue; // Current value of the volume slider.
    public Image imagenMute; // Image that indicates whether the sound is
muted.

    void Start()
    {
        // Retrieve the saved volume level from PlayerPrefs or set it to 0.5f
by default.
        slider.value = PlayerPrefs.GetFloat("volumenAudio", 0.5f);
        // Set the global volume level in the AudioListener to the slider's
value.
        AudioListener.volume = slider.value;
        // Check if the volume is muted and update the mute icon accordingly.
        RevisarSiEstoyMute();
    }

    // This method is triggered when the slider value changes.
    public void ChangeSlider(float valor)
    {
        sliderValue = valor;
        // Save the new volume level in PlayerPrefs to persist settings.
        PlayerPrefs.SetFloat("volumenAudio", sliderValue);
        // Update the global volume level to match the slider's value.
        AudioListener.volume = slider.value;
        // Check if the volume is muted and update the mute icon accordingly.
        RevisarSiEstoyMute();
    }

    // Check if the volume is muted and toggle the mute icon.
    public void RevisarSiEstoyMute()
    {
        if (sliderValue == 0)
        {
            imagenMute.enabled = true;
        }
        else
        {
            imagenMute.enabled = false;
        }
    }
}

```

Anexo 12.-Preguntas de la Encuesta en Microsoft Forms

A. Satisfacción General

- **¿Cómo describirías tu nivel de satisfacción general al explorar el entorno virtual del metaverso de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina?**
(Escala de Likert: 1 = Muy insatisfecho, 5 = Muy satisfecho)
- **¿El metaverso te permitió explorar de manera adecuada las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina?"**
(Opciones: Sí, No)

B. Usabilidad

- **¿Qué tan fácil fue aprender a usar los controles de navegación en el metaverso?**
(Escala de Likert: 1 = Muy difícil, 5 = Muy fácil)
- **¿Experimentaste algún problema técnico o dificultad al moverte por el metaverso?**
(Opciones: Sí, No)

C. Eficacia del NPC

- **¿Cuánto te ayudó el NPC a comprender mejor las áreas de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina en el metaverso?**
(Escala de Likert: 1 = Nada útil, 5 = Muy útil)
- **¿La información proporcionada por el NPC fue clara y relevante para tu exploración?**
(Escala de Likert: 1 = Nada clara, 5 = Muy clara)

D. Realismo

- **¿Consideras que los detalles visuales (colores, iluminación) fueron apropiados y mejoraron la experiencia de inmersión?**
(Escala de Likert: 1 = Nada apropiados, 5 = Muy apropiados)
- **¿El diseño 3D del metaverso logró darte una idea precisa de las instalaciones de Bienestar Estudiantil y la carrera de Medicina?**
(Opciones: Sí, No)

E. Identificación de Ubicaciones

- **¿Te resultó sencillo encontrar áreas como aulas, oficinas de administración de Bienestar Estudiantil o instalaciones de la carrera de Medicina?**
(Escala de Likert: 1 = Muy difícil, 5 = Muy fácil)
- **¿El diseño del metaverso te permitió orientarte fácilmente dentro de sus instalaciones?** (Opciones: Sí, No)